

A kiegyensúlyozás piaci alapokra helyezése az európai földgázpiacokon

SZOLNOKI PÁLMA

A cikk az európai földgázpiacon gyakorlatilag második fázisú piacépítésnek tekinthető uniós szabályzás, a 2014-ben elfogadott, rendszer-egyensúlyozásra vonatkozó páneurópai üzemi és kereskedelmi szabályzat (Balancing Network Code, Bal NC) implementálása hatásosságának becslésével foglalkozik. A Bal NC lényegi eleme, hogy a kiegyensúlyozásért elsődlegesen a kereskedők legyenek a felelősek, és a korábban a kiegyensúlyozást gyakorlatilag egy személyben végrehajtó rendszerirányítóra csak reziduális szerep háruljon. Ezáltal a napon belüli és valós idejű folyamatok az egy vállalaton belüli koordinációból piaci koordináció alá kerülnek. A cikkben olyan mutatószámokat dolgozok ki, amelyek révén megbecsülhető, hogy mennyire valósult meg a kereskedők részvétele. Bemutatom a mutatók tartalmát, és empirikus (magyar és lengyel) gázpiaci adatokon illusztrálom azok használatát. A kidolgozott mutatók, mint az a magyar és a lengyel példán látható, rávilágítanak arra, mennyire sikerült a kereskedők bevonása a kiegyensúlyozásba. A hosszabb idősorok ennek a fejlődési folyamatát is láthatóvá teszik: a magyar és a lengyel piacon mára a kereskedők végzik a kiegyensúlyozás jelentős részét, 70–90 százalékát.

Journal of Economic Literature (JEL) kód: L980

Bevezetés

Az európai földgázpiac az elmúlt húsz évben nagy átalakuláson ment keresztül. Az egyes országokban a jellemzően egyetlen integrált vállalatba szervezett földgázszektorból felülről jövő szabályozási beavatkozások révén többszereplős piac alakult ki. Ennek a piacépítési folyamatnak a fő motorja az uniós földgázpiaci szabályozás

<https://doi.org/10.47630/KULG.2019.63.5-6.65>

Szolnoki Pálma, doktorjelölt, Budapesti Corvinus Egyetem Gazdálkodástudományi Doktori Iskola. E-mail: szolnokipalma@gmail.com

volt, amely a piac kialakulását elősegítő előírásokat 1998-tól kezdődően¹ fokozatosan vezettette be a tagországokkal. A 2009-es harmadik csomag² megteremtette a lehetőséget az európai szabályozás számára, hogy a tagországi földgázpiacok részterületeit is egészen operatív szintekre kiterjedően, egységesen szabályozza. Ennek formáját az úgynevezett üzemi és kereskedelmi szabályzatok adják.³

A földgázpiaci működés egyik kulcsterülete a kiegyensúlyozás. Korábbi szakirodalmak,⁴ az Európai Bizottság Versenypolitikai Főigazgatósága által lefolytatott Ágazati Vizsgálat összefoglaló jelentése (Energy Sector Inquiry – ECDGC, 2007) és maga az európai Energiaszabályozók Együttműködési Ügynöksége (Agency for the Cooperation of Energy Regulators, ACER) a kiegyensúlyozó rendszereket monitorozó riportjában (ACER, 2016) egyaránt arra a megállapításra jutott, hogy a kiegyensúlyozási rendszer kialakításának módja nagy hatással van a földgázpiaci verseny minőségére. Egy jól kialakított kiegyensúlyozási rezsim akár a földgázpiaci verseny élénkítője, beindítója is lehet, míg egy nem piaci alapokon, torz ösztönzőkkel működő kiegyensúlyozás gátolhatja a piac fejlődését.

A kiegyensúlyozás kiemelt fontossága miatt az európai szabályozás 2014-ben le is fektette a kiegyensúlyozás páneurópai üzemi és kereskedelmi szabályzatát, a Balancing Network Code-ot,⁵ röviden Bal NC-t. A Bal NC gyakorlatilag második fázisú piacépítésnek tekinthető, amelynek keretében a földgázszektor magja – a rövid távú/napon belüli működés – jelentős része az egyetlen vállalaton – a rendszerirányítón – belüli tevékenységből piaci koordinációs alapokra helyeződik át. A Bal NC egyik fő célja, hogy a kiegyensúlyozásban a jövőben a piaci szereplők legyenek az elsődleges felelősök, amelyek a rövid távú piacokon történő cserék révén egyensúlyozzák ki portfólióikat, a rendszerirányítóra pedig csak a visszamaradó, reziduális szerep háruljon.

A tagországok jelentős része már 2015 októbere óta bevezette a Bal NC-t, amelynek átültetése a többi tagországban is halad. Így egyre relevánsabbá válik annak elemzése, vajon a Bal NC-szabályok tényleg elérték-e céljukat, a kiegyensúlyozás átterelődött-e a piacokra.

¹ Az első földgázpiaci irányelv: Az Európai Parlament és a Tanács 98/30/EK Irányelve (1998. június 22.) a földgáz belső piacára vonatkozó közös szabályokról

² A harmadik csomag elemei: 2009/73/EK, 713/2009/EK és 715/2009/EK

³ Network Code-ok, rövidítve: NC-k, magyar használatban: ÜKSZ-ök.

⁴ Például: *Creti és Pontoni* (2016), *Dicks et al.* (2014), *Meeus et al.* (2008)

⁵ Bal NC: az Európai Bizottság 312/2014/EU rendelete a gázszállítási rendszer-üzemeltetők közötti rendszer-egyensúlyozásra vonatkozó üzemi és kereskedelmi szabályzat létrehozásáról.

A harmadik energiacsomagból az Európai Parlament és a Tanács 715/2009-es rendeletének 8. és 9. cikke előírja az általa létrehozott európai szervezeteknek, az ACER-nek és a Földgázpiaci Szállítási rendszer-üzemeltetők Európai Hálózatának (European Network of Transmission System Operators, ENTSOG) a páneurópai üzemi és kereskedelmi szabályzatok implementálásának és hatásosságuknak a rendszeres értékelését. Az ACER és az ENTSOG a Bal NC kapcsán 2014 óta el is kezdte évente monitorozni a tagországi jogszabályátültetéseket. A szabályozás eredményességének mérése ugyanakkor jóval összetettebb és nehezebben megfogható kérdés, mint pusztán az implementálás ellenőrzése.

Az ACER először a 2017-es jelentésében (ACER, 2017) kezdett kidolgozni egy kiegyensúlyozórendszer-elemzési keretet, amellyel legutóbbi, 2018-as riportjában (ACER, 2018) is értékelte néhány tagország kiegyensúlyozó rendszerét. Hozzá hasonlóan az ENTSOG is elkezdett mutatókat számítani. Mind az ACER-keret, mind az ENTSOG-mutatók a kiegyensúlyozó rendszer számos pontjára rávilágítanak, ugyanakkor az egyik legfontosabb területről, a Bal NC által kitűzött célról – arról, hogy az elsődleges kiegyensúlyozó szerepet a kereskedők vegyék át – csak távoli, közvetett értékelést nyújtanak, mélyebb betekintést nem.

Összességében, minél teljesebb képet kapunk a kiegyensúlyozó rendszer alakulásáról, annál jobban értékelhetővé válik a szabályozási beavatkozások eredményessége, és meghatározható, hogy milyen további szabályozási lépésekre van szükség. Ez különösen fontos az olyan felülről liberalizált iparágaknál, mint a földgázszektor, ahol a piac maga is a szabályozási beavatkozások révén jött létre és a szabályozás teljesen közvetlenül alakítja. A cikkben ezért olyan alternatív mutatót dolgozok ki, amely segíti megragadni a kereskedői szerepvállalást a kiegyensúlyozásban, ezáltal az ACER elemzési keretének is a kiegészítése lehet. Előnye, hogy olyan adatokból építkezik, amelyek számos országban mindenki számára publikusak, illetve az uniós tagországokban a szabályozó hatóságok számára közvetlenül elérhetők.

A cikkben először a kiegyensúlyozási problémát, annak helyét és fontosságát mutatom be a földgázpiacon. Ezt követően ismertetem a kiegyensúlyozás piaci alapokra helyezésének lényegét és annak gyakorlati megvalósulását, a Bal NC-t. Majd rátérek a Bal NC hatásosságának értékelésére. Ismertetem az ACER és ENTSOG elemzési keretének mutatóit a kereskedők kiegyensúlyozásban való szerepéről, valamint az általam készített alternatív mutatókat. A cikket annak illusztrálásával zárom, hogyan lehet ezeket az alternatív mutatókat empirikus adatokon használni, és összehasonlítom, mennyivel több információt nyújtanak erről a területről a szabályozó számára, mint az eddig alkalmazott mutatók.

A kiegyensúlyozás és helye a földgázpiaci rendszerben

A földgázfogyasztás jelentősen ingadozik, éves, negyedéves, havi, napi és napon belüli szinten is. Emellett a termék egyik fontos különlegessége, hogy a fogyasztás – főként a kisfogyasztók körében – a valós időben egyedileg nem korlátozható, és fogyasztói csoportonként is csak rendkívüli vészhelyzetek esetében lehet ezt megtenni. Azaz a valós időben a fogyasztó fogyaszt, amennyit fogyaszt, a csőből jön a földgáz, ráadásul a fogyasztása sztochasztikus, azt nem lehet előre tökéletesen megbecsülni. Így a rendszerben a fogyasztás és az ellátás között mindenkor inherens egyensúlytalanság van. Ez az előrejelzések pontosításával és az idő valós fogyasztási időhöz közeledtével egyre csökkenthető ugyan, de egyelőre nem lehetett teljesen megszüntetni. Emellett mind a termelésben, mind az importban, mind a fogyasztásban történhetnek nem várt események, amelyek szintén a fogyasztás és az ellátás egyensúlytalanságát idézhetik elő.

A földgázpiac másik fontos különlegessége más piacokhoz képest a hálózatos jellege és ahhoz kapcsolódva a fizikai egyensúlytartás szükségessége. A szállítóvezetési hálózat a földgázpiac fizikai gerincét képezi. Rajta keresztül érkeznek a források és jutnak el a fogyasztókig, illetve a kisfogyasztókat tartalmazó kisnyomású vezetékrendszerekig, az úgynevezett elosztóhálózatokig. A földgáz szállítása – leegyszerűsítve – csőrendszerből és kompresszorállomásokból áll, a szállítás a csőrendszerben lévő nyomás szabályozásával, a nyomáskülönbségek alakításával történik. A földgázbetáplálások és -vételezések egyensúlytalanságai nyomásváltozást idéznek elő, ezáltal megváltoztatják a csőrendszerben lévő, „tárolt” földgáz mennyiségét, azaz a vezeték-készletet. A szállítóvezetési rendszerirányító (Transmission System Operator, TSO) feladata, hogy kontrollálja a csőrendszerben a nyomást, azt a biztonságos működéshez szükséges határokon belül tartsa.⁶

Ennek megfelelően a rendszerirányító a vezeték-készlet-rugalmasság használatával kezeli a pillanatnyi egyensúlytalanságokat, és amikor az egyensúlytalanság olyan mértékű, hogy azt vezeték-készlet-rugalmassággal már nem lehet biztonságosan kezelni, az egyensúlytalanság feloldására külső rugalmassági forrásokat von be. (Meeus et al., 2008)

⁶ A magyar szállítóvezeték-rendszer leírását és a rendszerirányító részletes műszaki feladatát lásd például a sokáig a magyar TSO-t, az FGSZ-t vezető *Zsuga János* PhD-értekezésében (Zsuga, 2002).

A kereskedői kiegyensúlyozási feladat

Liberalizált földgázpiacon a rendszer főszereplői a kereskedők. Szerződést kötnek a fogyasztókkal, majd ezeknek a teljesítésére forrásokat kötnek le; az elszállításához pedig szolgáltatást vesznek igénybe a szállítótársaságtól és az elosztótársaságoktól (amennyiben kisebb méretű fogyasztókat is ellátnak). A szezonálisan és napi szinten is ingadozó fogyasztás és a kis rugalmasságú forrás (például: termelés) összehangolására a kereskedőnek rugalmassági szolgáltatások igénybevételére is szüksége van. Utóbbikat két csoportba sorolhatjuk. Előzetesen, ex ante a kereskedő tároltatási szolgáltatást, rugalmassági nagykereskedelmi szerződést köthet, vagy beszerezheti a szükséges mennyiséget az azonnali piacon, spot-ügylet révén. Amennyiben nem sikerül teljesen kiegyensúlyoznia a portfólióját, a rendszerirányító a fizikai kiegyensúlyozással a kereskedőnek is nyújt kiegyensúlyozási szolgáltatást. Ez ex post kiegyensúlyozásnak tekinthető, a rendszerirányító és a kereskedő közötti kiegyensúlyozó elszámolás a gáznap (D-nap) után történik.

Fontos megkülönböztetni az előre látható rugalmassági igényt az előre nem látható kiegyensúlyozási feladattól. A kereskedők napi/órás szinten próbálják megbecsülni fogyasztói portfóliójuk várható fogyasztását. A legjobb becslésük alapján – ha az egyensúlytartásra kellően ösztönözve vannak – összeállítják a becsült fogyasztás lefedését szolgáló ellátási portfóliót, amely már rugalmassági eszközöket, például tárolói kivételt is tartalmazhat. Ezt követően a valós idejű fogyasztás eltérhet a tervezettől, mivel a hálózat végén a fogyasztó nincs korlátozva.

A kereskedő által előre nem tervezett fogyasztásváltozás okozza a kiegyensúlyozási feladatot, amelynek kezelését szintén a rugalmassági eszközök igénybevételével lehet megoldani. Amennyiben a szabályozás a kereskedő számára lehetőséget teremt, hogy a fogyasztás valós idejéhez egészen közel még igazíthasson portfólióján, akkor a kereskedő fogyasztás-előrejelzései pontosodásával (például már tudja, hogy milyen hőmérséklet lesz, és ezért jobban meg tudja becsülni a várható fogyasztást) még ex ante képes igazítani a portfólióján. Ezáltal a kiegyensúlyozási igényt még a valós idő előtt mérsékelheti. Így a TSO-ra is kevesebb (fizikai) kiegyensúlyozási feladat hárul.

A piacnyitást megelőzően – amikor a szektor egyetlen integrált vállalatból állt – ez a kereskedelmi kiegyensúlyozási feladat az ország összes fogyasztójából álló egyetlen portfólió kiegyensúlyozásából állt, amely valójában a fizikai rendszer kiegyensúlyozásával is egybeesett.

A kereskedelmi és rendszerirányítói egyensúlyozás összehangolása

A rendszerirányító a teljes rendszer egyensúlyban tartásáért felel. A piacnyitással, a többkereskedős versenyzői piac bevezetésével a kereskedelmi ellátás kisebb portfóliókra töredezik szét. A rendszer egyensúlya e portfóliók egyensúlytalanságának az eredője. A kereskedői portfóliók egyensúlytalanságai ugyanis ki is egyenlíthetik egymást, és ekkor a rendszer egyensúlytalansága kisebb, mint az egyedi egyensúlytalanságok (abszolút értékének) összege.

Ezért a kereskedelmi egyensúlyozás és a fizikai egyensúlyozás elválik egymástól. Ahhoz, hogy a rendszer biztonságos keretek között tudjon működni – azaz a fizikai egyensúlytalanság alacsony mértékű legyen –, szükség van arra, hogy a kereskedők egyensúlytartásra legyenek ösztönözve, azaz a kereskedelmi portfóliók egyensúlyban legyenek. Ennek az ösztönzésnek egyik legfontosabb eleme, hogy a kereskedők a rendszerirányítóval portfóliósinten ex post elszámolnak az egyensúlytalanságaikkal, ami bizonyos mértékű büntetést is tartalmaz ahhoz képest, mint ha a kereskedő ex ante kiegyensúlyozta volna magát.

A kiegyensúlyozásban a kereskedő és a rendszerirányító sokféle módon oszthatja meg a felelősséget. Az egyik fő dimenzió, amely ezt befolyásolja, az, hogy a kereskedőnek a valós időhöz mennyire közel és milyen lehetőségekkel van még tere arra, hogy saját portfólióján változtasson, kiegyensúlyozza azt.

Ha a szabályozás szerint a kereskedők csak az előző nap délig igazíthatnak portfóliójukon, akkor a fogyasztás minden olyan változásának a kiegyensúlyozása a rendszerirányítóra hárul, amely addig nem volt ismert, de utána felmerült.

Hasonlóképpen, ha napon belül is lehetne változtatni, de a piac nem elég likvid és egyéb adminisztrációs korlátok is vannak, akkor a kiegyensúlyozható eltérés menedzselése szintén a rendszerirányítóra marad. Ehhez képest, ha előző este vagy akár még aznap, a gáznapon is van módja a kereskedőnek korrigálni, akkor ezeket az új fejleményeket ő maga ex ante kezelni tudja, így a kiegyensúlyozásból kevesebb hárul a rendszerirányítóra.

A Bal NC

A piacnyitással a kiegyensúlyozás mára sokszereplős koordinációs feladattá vált. A feladatok és felelőségek megosztását a kiegyensúlyozó rezsim – egy sokrétű, összetett szabályrendszer – tartalmazza. A kiegyensúlyozás piaci alapokra helyezése valójában ennek a szabályozási rezsimnek a különféle változatai közül annak

a bevezetését jelenti, amely a kiegyensúlyozás leginkább decentralizált megoldását szorgalmazza.

A piaci alapú rendszerben az a cél, hogy a kiegyensúlyozás elsősorban a kereskedők egyre jobb egyensúlyozási tevékenysége révén valósuljon meg, és a rendszerirányítóra tényleg csak reziduális szerep háruljon. A reziduális szerephez kapcsolódó beszerzést pedig szintén minél inkább piaci alapokon kell lebonyolítani a rendszerirányítónak, ha lehet, spot termékek adása és vétele révén, a mindenki számára elérhető kereskedési platformon.

A rendszerirányító aktív szerepe a piaci alapú rendszerben tehát csökken, viszont jelentős szerepet és feladatokat kap a rendszerhasználók egyensúlytartásának segítésében, kiszolgálásában. Részletes információnyújtási kötelezettsége van, naponta többször adatot kell szolgáltatnia a kereskedőknek mind a rendszer, mind a kereskedői portfólió egyensúlyáról, azért, hogy a rendszerhasználók tudják, szükségük van-e egyensúlyozásra, vagy sem. Emellett a rendszerirányítónak kellő rugalmasságot kell tanúsítani, például lehetőséget kell nyújtania arra, hogy a rendszerhasználók a valós szállítási időhöz minél közelebb módosíthassanak portfólióikon. Ezt biztosítják az úgynevezett újranominálási és jogcímátvezetési lehetőségek.⁷

Azzal, hogy a rendszerhasználók ex ante kiegyensúlyozására és ennek támogatására helyeződik a hangsúly, a piaci alapú szabályozás a kiegyensúlyozási igényeket a spot és a napon belüli piacokra tereli. Ezt erősíti, hogy az ex ante kiegyensúlyozás után megmaradt fizikai egyensúlytalanságok kezelésére végzett rendszerirányítói földgázvásárlásnak, -értékesítésnek szintén a rövid távú transzparens platformokon kell megtörténnie.

Ezáltal a fiatal gázpiacok esetében a piaci alapú kiegyensúlyozó rendszer a spot piac „keltető” funkcióját is betöltheti, jelentős likviditást terelve rá. Ezt mutatta be elméleti példával *Miriello és Polo* [2015] kiemelkedő tanulmánya, amelyben a nagykereskedelmi piac fejlődési menetének modellezése során kimutatták, hogy ha a kereskedők portfólió-kiegyensúlyozási igénye megjelenik a kereskedési platformon, akkor az esetek nagy részében a kialakult piaci ár korrekt árszignál lehet, még abban az esetben is, ha a teljes igénynek csak egy kis aránya terelődik a platformra. Azaz a piaci alapú kiegyensúlyozás tényleg alkalmas keltetője lehet a spot nagykereskedelmi piacnak.

2014 márciusában jelent meg az Európai Bizottság 312/2014/EU rendelete (a gázszállítási rendszer-üzemeltetők közötti rendszeregyensúlyozásra vonatkozó üzemi és

⁷ A nominálás, újranominálás, jogcímátvezetés részletes leírását lásd A mutatók definiálása című szöveg alatt.

kereskedelmi szabályzat létrehozásáról), a Bal NC. Ennek a fő tartalma egy ilyen piaci alapú kiegyensúlyozó rendszer lefektetése.⁸ A Bal NC-szabályok implementálása ma már egyre több uniós tagállamban előrehaladott állapotban van, illetve sok helyen a teljes átültetés is megtörtént. Ezért egyre aktuálisabbá válik a kérdés, vajon a szabályok bevezetésével sikerült-e a kívánt célokat elérni.

Mind az ACER, mind az ENTSOG köteles a Bal NC bevezetését monitorozni és a szabályozás hatását elemezni. Ma már mindkét szervezet évente publikálja erről szóló jelentését, amelyet fokozatosan fejlesztenek, hogy ne csak a jogszabályi megfelelést tudják vizsgálni, hanem azt is, hogy ténylegesen sikerült-e elérni a Bal NC céljait.

A Bal NC implementálásának értékelése

Meglehetősen szerény a kiegyensúlyozó rendszerek működését értékelő elemzések szakirodalma, amire támaszkodni lehetne. Emellett az is probléma, hogy ezek a cikkek egy-egy részterületre koncentrálnak, valamint az, hogy már érett, likvid tőzsdékkal rendelkező piacokat érintenek, így különböző fejlettségi szinten lévő piacok átfogó, kiegyensúlyozó rendszereinek vizsgálatához nem adnak jelentős támpontot. *Van Dinther és Mulder* [2013] cikke például Hollandiában az új, piaci alapú kiegyensúlyozási rendszer teljesítményét értékeli, de azon belül az elemzés csak a kiegyensúlyozó tartalékokra és az egyensúlyozó platformajánlatokra szorítkozik. *Dickx és szerzőtársai* [2014] nyolc ország kiegyensúlyozó rendszerét vizsgálják ugyan, viszont számszaki elemzéseket csak a nagykereskedelmi piacokra, a hubokra végeznek, nem magára a kiegyensúlyozó tevékenységre.

Az első átfogó tanulmányt, amely azzal foglalkozik, hogyan lehetne a bevezetett kiegyensúlyozó szabályozások hatását rendszerfüggetlenül elemezni, az ACER rendelte meg a Cambridge Economic Policy Associates (CEPA) tanácsadótól, hogy szakmailag megalapozza az ACER európai üzemi és kereskedelmi szabályzatokra vonatkozó monitoringfeladatát (CEPA, 2015). Ebben a CEPA mutatószámokat definiál többek között a Bal NC implementálása hatásának mérésére is.

Az ACER a CEPA mutatószámaiból indult ki a 2017-es Bal NC monitoringriportjában (ACER, 2017) végzett kiegyensúlyozórendszer-elemzéseknél. A jelentésben felállított elemzési keretben az ACER, feltehetőleg adathiány miatt, módosított néhány CEPA-mutatón, illetve további mutatókat is definiált. Emellett az ENTSOG

⁸ A Bal NC konkrét elemeit lásd a Függelékben.

is elkezdte 2016-ra vonatkozó riportjában (ENTSOG, 2017) a kiegyensúlyozó rendszereket elemezni, saját mutatószámait definiálni. Ezek a mutatószámok általában átfednek, vagy csak kis mértékben különböznek az ACER mutatószámaitól. Az ACER és az ENTSOG tehát elindította a gondolkodást egy olyan általános elemzési keretről, amely minden tagország kiegyensúlyozó rendszerének az elemzésére alkalmas lehet – nem csak a fejlett, már piaci alapú kiegyensúlyozó rendszerekkel és likvid nagykereskedelmi piacokkal rendelkező országokban.

A két elemzési keretnek még jelentős hiányossága van. A kereskedői kiegyensúlyozást gyakorlatilag egyáltalán nem vizsgálják, csak – mint alább bemutatom – nagyon közvetett módon. Egy kiegyensúlyozó rendszerértékelésnek ki kell terjednie a kereskedői egyensúlyozás területére is, azaz az ex ante egyensúlyozás felmérésére, számszerűsítésére. Hiszen ebből látható, hogy hol tart a feladatmegosztás a rendszerirányító és a kereskedők között, ebből lehet felmérni, hogy a szabályok kellően ösztönözték-e a kereskedőket. Mivel a Bal NC egyik fő célja is az, hogy a kereskedők legyenek a kiegyensúlyozás első számú felelősei, ezért e célok megvalósulásának értékelésénél is fontos ennek a területnek a feltárása.

Az alábbiakban erre a területre koncentrálok, javaslatot teszek arra, hogyan lehetne ezt az eddigieknél mélyebben megvizsgálni.

A mutatók definiálása

A kereskedői részvétel meghatározásához első lépésben valahogyan számszerűsíteni kell, hogy mekkora a kiegyensúlyozási igény. Ezt követően le kell tudunk választani, hogy ebből mekkora részt oldottak meg a kereskedők ex ante, és mennyi maradt a rendszerirányítóra.

A kiegyensúlyozási igény meghatározása

A kiegyensúlyozási igény fogalmát először konkretizálni kell. Ebben az okozza a nehézséget, hogy tudni kellene, mit terveztek a kereskedők előzetesen a portfólióba, körülbelül az előző nappal bezárólag, és ehhez képest mi az, ami váratlan volt, és egyensúlyozási igényt támasztott. Ennek egy részét sikerülhet a valós idő előtt megoldani, a maradékot pedig elszámolják a rendszerirányítóval. A nap végén megvalósult egyensúlytalanságok, mivel azokat pénzügyileg elszámolják, konkrét adatok. Viszont a teljes kiegyensúlyozási igénynek pusztán azt a részét jelentik, amelyet maguk a kereskedők nem tudtak kiegyensúlyozni. Annak a számszerűsíté-

tésére is szükségünk van, hogy mi az a rész, amit nap közben, még a valós idő előtt meg tudtak oldani.

Az eddigi szakirodalomban célzottan a teljes kiegyensúlyozási igény megragadására egyelőre a CEPA tett kísérletet, definíciója viszont csak elméleti maradt, a gyakorlatba nem ültették át.

A CEPA úgy definiálja a kiegyensúlyozási igényt, hogy az az összes olyan fizikai leszállítású kereskedési tranzakció, amely D napra vonatkozik, és D–1 napon 13:00 óra után köttetett, plusz a rendszerirányító ugyanezen időintervallumban lehívott, D napra vonatkozó kiegyensúlyozási utasításai és tranzakciói (CEPA, 2015, 109. o.).⁹ Tehát a mutató a kereskedők és a rendszerirányító rövid távú kereskedési tranzakcióiból és utasításaiból következtet vissza a kiegyensúlyozási igényre. E mögött az az elgondolás áll, hogy az ilyen rövid távú kereskedések a kereskedők részéről már csak a portfólió kiegyensúlyozása céljából történhetnek meg, nem pedig az ismert fogyasztási igény lefedése végett. Ezt pedig a rendszerirányító kiegyensúlyozási célú tranzakcióival és lehívásaival egészíti ki, és így összességében megkapja a teljes kiegyensúlyozási igényt. (CEPA, 2015)

A CEPA az ACER számára készítette javaslatait, de ezt a mutatót végül az ACER és az ENTSOG nem számította ki. Pusztán a rendszerhasználók nap végén megmaradt, a TSO-val ex post elszámolásra került egyensúlytalanságait vizsgálják, illetve külön a rendszerirányító által végzett egyensúlyozási tevékenységet. Azaz a napközben felmerült, de a kereskedők által feloldott egyensúlytalanságról nem tartalmaznak információt az ACER- és ENTSOG-riportok (ACER, 2017, 2018; ENTSOG 2017, 2018), és nem mérnek teljes kiegyensúlyozási igényt sem. Ennek feltehetőleg az az oka, hogy a CEPA-definíció olyan adatokra épül, amelyeket még az ACER és ENTSOG is nehezen gyűjt össze. Erre utal az is, hogy az ACER 2016-os jelentésében említi a CEPA-riportot, és hozzáfűzi, hogy az abban definiált, kiegyensúlyozási hatásokat mérő mutatók kiszámításához szükséges adatok jelenleg még nem állnak a rendelkezésére. (ACER, 2016, 14. o.)

A CEPA-mutatóhoz képest egy másik logika mentén építkező mutatót javaslok a teljes kiegyensúlyozási igény megragadására, amely néhány országban publikus adatokra, a legtöbb országban pedig a nemzeti szabályozóhatóságok számára a tranzakciós adatoknál egyszerűbben elérhető adatokra támaszkodik. Ehhez a kereskedési adatok helyett azok „műszaki lábnyomát”, a nominálási és forgalmi adatokat használom.

⁹ A CEPA a teljes kiegyensúlyozási igényt (total balancing requirement) a BAL.2 indikátorban definiálja, és nevezőként használja.

A nominálási és forgalmi adatok röviden a következőt jelentik:

A kereskedők (rendszerhasználók) a gyakorlatban a hálózatot a rendszerirányítónak a rendszer pontjaira (például: termelési, import-, fogyasztási pont, stb.) adott szállítási utasítások révén veszik igénybe. Ezt a szállításimenetrend-adást hívják nominálási eljárásnak. A nominálás során a kereskedő (általában) óránkénti bontásban megmondja a szállítónak, hogy az adott gáznap során a szállítóvezeteki pontokon milyen betáplálást és vételezést tervez/rendel el. A nominálásokat tehát a kereskedők által tervezett gázáramlást jelentik. A nominálások összevonása mutatja meg a rendszerirányító számára, hogy pontonként milyen gázáramlás várható.

A nominálási folyamatnak van egy első határideje, jellemzően a gáznapot megelőző nap közepe táján. Az egységesítés előtt az európai országokban például 12 és 16 óra közötti nominálási határidők voltak. (ECDGC, 2007). Ez a nominálás a kereskedő másnapi szállításra vonatkozó terve, amely összefoglalja a kereskedő előrejelzését a portfólióján belül a különböző szállítói exitpontokon várható fogyasztásra, és bemutatja, hogy a kereskedő ennek a fogyasztásnak az ellátására milyen forrásokat biztosított (Entry nominálások). Ez a nominálás tehát az ismeretek alapján másnapra vonatkozó „legjobb” becslés. Az unióban a Bal NC előírta, hogy a D napra vonatkozó nominálást egységesen D-1 nap 13:00 (egységes koordinált világidő, UTC) óráig kell leadni.

Ezt követően a nominálást az úgynevezett újranominálás keretei között lehet módosítani. Az újranominálás során a kereskedő egyrészt módosíthatja a fogyasztói exitponton a nominálását aszerint, hogy miképp módosult várakozása a fogyasztásra vonatkozóan, másrészt lejelenti az ehhez elvégzett rövid távú (immár kiegyensúlyozó célú) beszerzési oldali portfólió-kiigazításait is a kapcsolódó pontokra, például a kereskedelemre, tárolóra, importra vagy termelésre vonatkozó Entry pontokra. A rendszerirányító mind a nominálás, mind az újranominálások során hidraulikai és egyéb validálási vizsgálatokat végez, ezek alapján visszaigazolja a rendszerhasználók számára, hogy mehet-e az igényük, vagy módosításra szorul. Természetesen ennek a folyamatnak nagyon gyorsnak kell lennie, hogy napon belül is módosítani lehessen a nominálásokon. A Bal NC egyik legfontosabb előírási pontja, hogy az újranominálás legfeljebb a valós idejű szállítást megelőző három óráig lehetséges, és a rendszerirányítói visszaigazolásnak is 30 percen belül meg kell történnie.

Fontos kapcsolódó rendszerirányítói szolgáltatás a jogcímátvezetés. Mivel a földgázrendszer használata a hálózaton fizikailag teljesen leképeződik, ezért amikor a földgázzal kereskednek, a rendszerirányító részére a tulajdonoscsereit jelenteni kell, és azt a rendszerirányítónak vissza kell igazolnia. Ezt hívják a rendszerirányí-

tó jogcímátvezetési szolgáltatásának. A Bal NC ezt az adminisztrációs eljárást is 30 percre szorította le.

A kiegyensúlyozási igény meghatározásánál tehát a szállítóvezetési pontokra leadott nominálási és gázforgalmi adatokat javasolom használni. Mivel a kiegyensúlyozási probléma főként a fogyasztás sztochasztikus jellegéhez kötődik, ezért a fogyasztásra koncentrálok, konkrétan a fogyasztási ponti adatokra, és a kiegyensúlyozási igényt a fogyasztói ponton nominált értékek és a tényleges fogyasztási gázforgalom közti eltérésként definiálom.

Tehát fogyasztási exitpontonként az adott exitponthoz kapcsolódó fogyasztás kiegyensúlyozási igényét a következőképp definiálom:

$$q_{\text{kiegyensúlyozási igény}} = q_{\text{gázáramlás}} - q_{\text{nominálás}}$$

A mutató azon az elgondoláson alapul, hogy a fogyasztói exitpontokra nominált értékek – azaz a rendszerhasználók D–1 nap 13:00 órakor D napra vonatkozóan a rendszerirányítónak leadott szállítási utasításai – valójában a kereskedők akkori legjobb becslését jelentik a várható fogyasztásra vonatkozóan. Hiszen azt mutatják meg, hogy milyen fogyasztást várnak azon a fogyasztói ponton, és ennek megfelelően mekkora fogyasztást fedeztek le ténylegesen forrásokkal. Azaz a kereskedők viselkedéséből következtetünk vissza a várakozásaikra. Amennyiben a valós idejű fogyasztás ettől eltér, annak ellátására ezt az összerakott ellátási portfóliót kell módosítaniuk, azaz kiegyensúlyozni. Ezért becsülöm a teljes kiegyensúlyozási igényt a tényleges fogyasztást jelentő gázforgalmi adat és az előző nap 13:00 óráig nominált értékek közötti különbséggel.

Fontos megemlíteni, hogy a CEPA-tanulmány is erre a kiegyensúlyozási részre koncentrált, mivel szintén a D–1 napi 13 óra utáni, azaz a nominálási határidő utáni kereskedéseket vonja be a mutatóba. Azoknak a kereskedéseknek a fizikai megvalósulása pedig már mind újranominálás révén történik.

A teljes kiegyensúlyozási igény definiálása után rá lehet térni annak a mutatónak a meghatározására, hogy ebből a teljes részből vajon mekkora részt oldottak meg a kereskedők⁺⁻⁺ és mekkora rész maradt a rendszerirányítóra.

A kereskedői egyensúlyozás mértéke

A CEPA javaslata a reziduális jelleg mérésére a BAL.2 mutató, amelyben a rendszerirányítói összes tranzakciót az imént bemutatott összes kiegyensúlyozási célú

tranzakcióra vetíti. Ezzel a hányadossal javasolja mérni, hogyan viszonyul a kereskedői és rendszerirányítói kiegyensúlyozás egymáshoz.

Az ACER és az ENTSOG (2017-es és 2018-as jelentésében) ezt a mutatót nem alkalmazta, helyette olyan proxy jellegű számításokat végeztek, amelyek során a rendszerirányítói kiegyensúlyozási ügyleteket vetítették a teljes piaci forgalomra. Amennyiben ez az arány kellően alacsony volt, azt mondták, hogy a rendszerirányítóra láthatóan már csak reziduális szerep hárul. Például az ACER a brit rendszer elemzésénél a beavatkozások száma és mérete alapján a TSO tevékenységét reziduálisnak értékelte (a mutató 0,3 százalék volt – ACER, 2017, 25. o.).

Mint látható, ismét az a gond, hogy míg a CEPA mutatója teljességre törekszik, a gyakorlatban azonban nem került számszerűsítésre, viszont az ACER mutatója hiába számszerűsíthető, ebben az esetben csak nagyon távoli proxy jellegű, a teljes piaci forgalomra vetítés a teljes kiegyensúlyozási igény helyett lényeges információt fed el.

A fizikai adatokra alapozva alternatív megoldást javaslok: azzal, hogy a kereskedőknek lehetőségük van egészen a szállítást megelőző három óráig újránominálni – azaz igazíthatnak még napon belül is a portfóliójukon –, az előbbi pontban definiált kiindulási egyensúlytalanság egy részéért át tudják venni a felelősséget, és ők találnak megoldást. Ezért a nominálás és az újránominálás közötti változást a kereskedők kiegyensúlyozási tevékenysége eredményének tekintem, míg a valós fogyasztás és az újránominálás közötti eltérések kezelését a rendszerirányítóra maradt kiegyensúlyozási tevékenységnek. Ennek alapján vizsgálható, hogy tényleg reziduális szerep maradt-e a rendszerirányítóra, és mekkora részt oldottak meg előzetesen a kereskedők.

Tehát fogyasztói exitpontonként az adott exitponton lévő fogyasztás rendszerirányítóra maradt kiegyensúlyozási igényét – a továbbiakban centralizált kiegyensúlyozási arányt – a következőképp definiálom:

$$r_{\text{centralizált kiegyensúlyozás}} = \frac{q_{\text{gázáramlás}} - q_{\text{újránominálás}}}{q_{\text{gázáramlás}} - q_{\text{nominálás}}}$$

Összefoglalva, a földgázszállító rendszer fogyasztói exitpontján lévő nominálási, újránominálási és gázáramlási adataiból kiegyensúlyozásiigény-mutatót képezek, amelyet felosztok a kereskedők és a rendszerirányító által megoldott részre.

Ezeknek a kiegyensúlyozásiigény-mutatóknak a használatával, mint alább bemutatom, az eddigieknél mélyebb betekintést lehet kapni arról, vajon elindult-e a kiegyensúlyozásban a szabályozás által várt folyamat.

A mutatók empirikus alkalmazása

A mutató számítását elsőként magyar adatokon végzem el. Az ACER és az ENTSOG is elkészítette magyar vonatkozású számításait. Az ACER a 2018 augusztusában publikált jelentésében foglalkozott mélyebben a magyar kiegyensúlyozó rendszerrel. Ebben a már említett mutatót, a rendszerirányítói egyensúlyozó ügyletek és a teljes piaci forgalom hányadosát számította ki, hogy megvizsgálja, a rendszerirányító szerepe reziduális lett-e. A mutató értéke a vizsgált, 2016. október 1-jétől 2017. szeptember 1-jéig tartó gázévre 0,36 százalék volt, viszonylag kevés napon történt beavatkozás, de azok mértéke egyenként nagy volt. (ACER, 2018, 23–28. o.) Összességében az ACER nem találta elég transzparensnek a rendszert, ezért nem tett konkrét értékelést arra vonatkozóan, hogy reziduális szerep hárul-e a rendszerirányítóra (ACER, 2018, 23–28. o.).

Az ENTSOG már a 2017-ben publikált riportjában is elkészítette ugyanezt a mutatót a tagállamokra, majd ezt megismételte 2018-ban megjelent, szintén a 2016/2017-es gázévet vizsgáló jelentésében is. Itt az általa BAL.2-nek hívott mutatónak nem egy éves értékét számítja ki, mint az ACER, hanem a rendszerirányítói beavatkozással rendelkező napokon a mutató eloszlását is vizsgálja. A magyar rendszerben a BAL.2 mutató értéke a vizsgált évben az esetek nyolcvan százalékában 0 és 3,5 százalék között mozgott. Az ENTSOG ennek alapján a magyar rendszert jól teljesítőnek értékeli (ACER, 2018, 5. o., MAP 2 ábra).

Összességében a kereskedők kiegyensúlyozásbeli szerepére vonatkozóan eddig ezek a számítások és szűkszavú értékelések történtek. Az alábbiakban ugyanerre az időszakra készíték elemzést a bemutatott új mutatókkal.

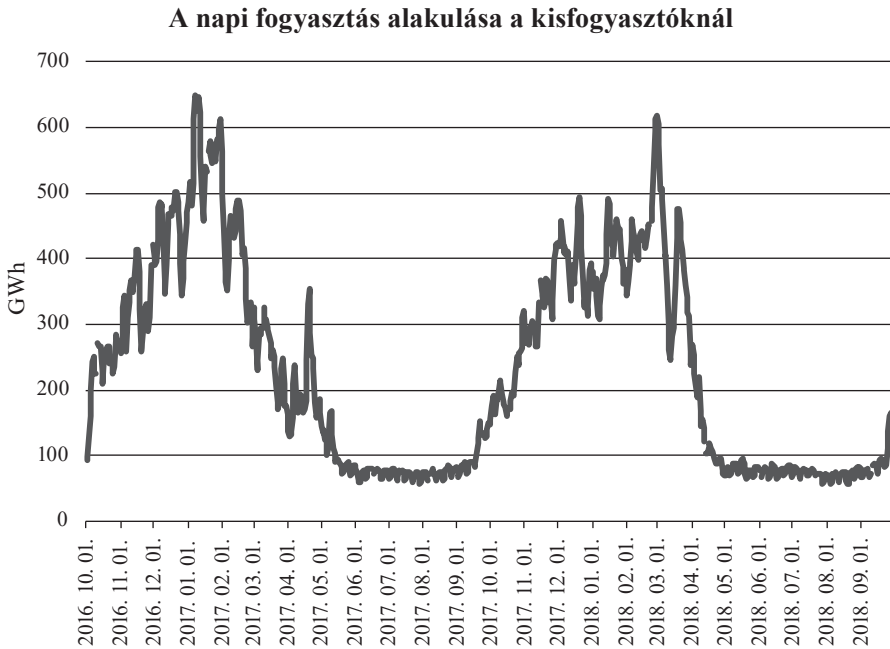
Az alábbiakban a legnagyobb fogyasztási tömeget tartalmazó csoportot, a kisnyomású elosztóvezetésekre (DSO) csatlakozó, és nagyrészt, de nem kizárólag fűtési igényű fogyasztók (továbbiakban kisfogyasztók) kiegyensúlyozását vizsgálom.

Elsőként érdemes megnézni, hogy a fogyasztás maga hogyan alakul. Mint az az elmúlt két gázév¹⁰ adatai alapján látható, a kisfogyasztóknál nagyon jelentős a szezonális ingadozás, abban a két évben a január havi fogyasztás a júliusinak 5,4 és

¹⁰ A földgázszektorban a naptári év helyett az október 1. – szeptember 30. közötti, úgynevezett gázévben történik az elszámolás.

7,9-szerese volt. Emellett a napi ingadozás is jelentős, a medián érték fogyasztásarányosan 5 százalék. (Lásd az 1. ábrát.)

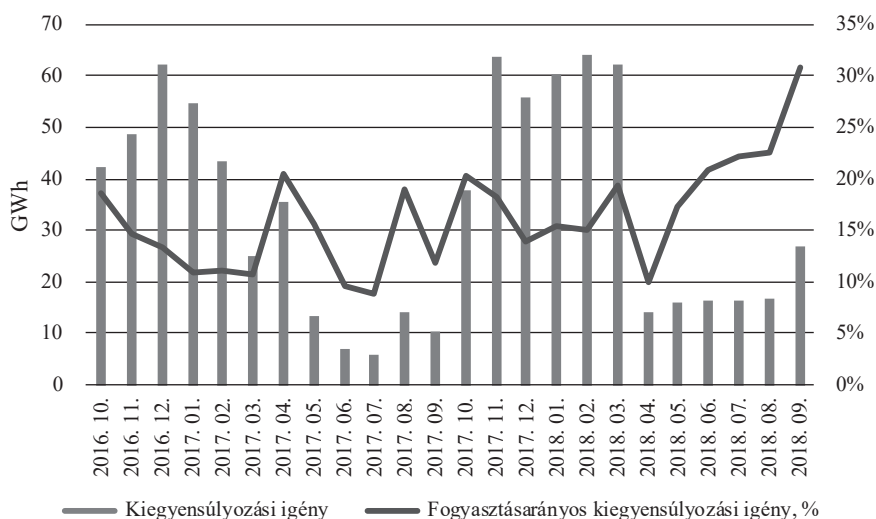
1. ábra



Forrás: FGSZ [2019] gázforgalmi allokált adatok a DSO összevont exitponton.

Ha kiszámítjuk az imént definiált mutatót a kiegyensúlyozási igényre vonatkozóan, látható, hogy a kiegyensúlyozási igény alakulásában a fogyasztással együtt mozgó szezonális tendencián túl egyértelmű tendencia nem azonosítható: a napi kiegyensúlyozási igény havi mediánja a fogyasztás 10–20 százaléka között mozgott (lásd a 2. ábrát). Ugyanakkor az utolsó négy hónapban ehhez képest emelkedés történt, amelyet érdemes lehet a későbbiekben tovább figyelni, vajon átmeneti vagy szisztematikus romlásról van-e szó.

Kiegyensúlyozási igény és fogyasztásarányos kiegyensúlyozási igény, havi medián érték

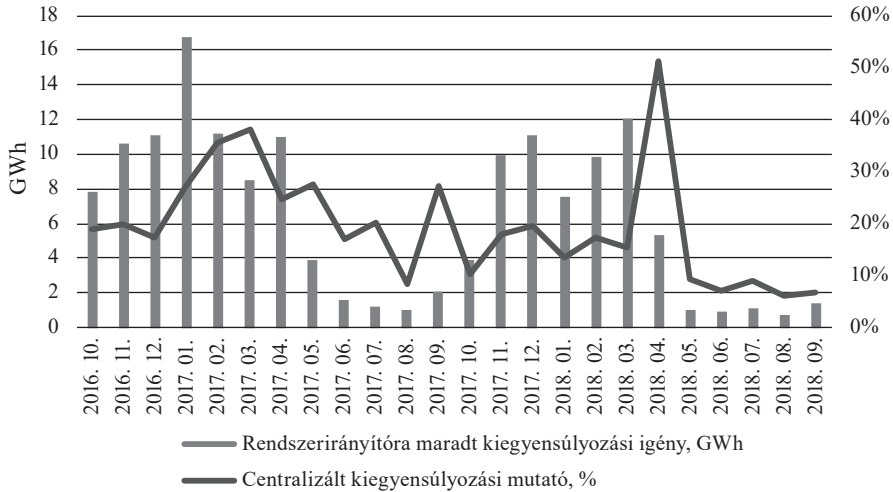


Forrás: FGSZ [2019] nominálási és gázforgalmi allokált DSO, összevont exitponti adatokból készített saját számítás.

A centralizált kiegyensúlyozás mutatója révén meg tudjuk vizsgálni, vajon ennek a kiegyensúlyozási igénynek mekkora részét oldják meg még valós idő előtt a fogyasztókat ellátó kereskedők és mekkora rész marad a rendszerirányítóra. Mint látható, az újranominálások révén megvalósuló kereskedői kiegyensúlyozás nagyon jelentős, néhány kiugró hónapot leszámítva a kiegyensúlyozási igény 70-90 százalékát is megoldják a kereskedők a valós idő előtt. (Lásd a 3. ábrát.)

Azaz a mutató segítségével viszonylag határozottan azt tudjuk állítani, hogy Magyarországon kezd megvalósulni a Bal NC által megcélzott állapot: a kereskedők vegyék át a kiegyensúlyozásban az elsődleges szerepet, és a rendszerirányítóra már csak reziduális szerep háruljon.

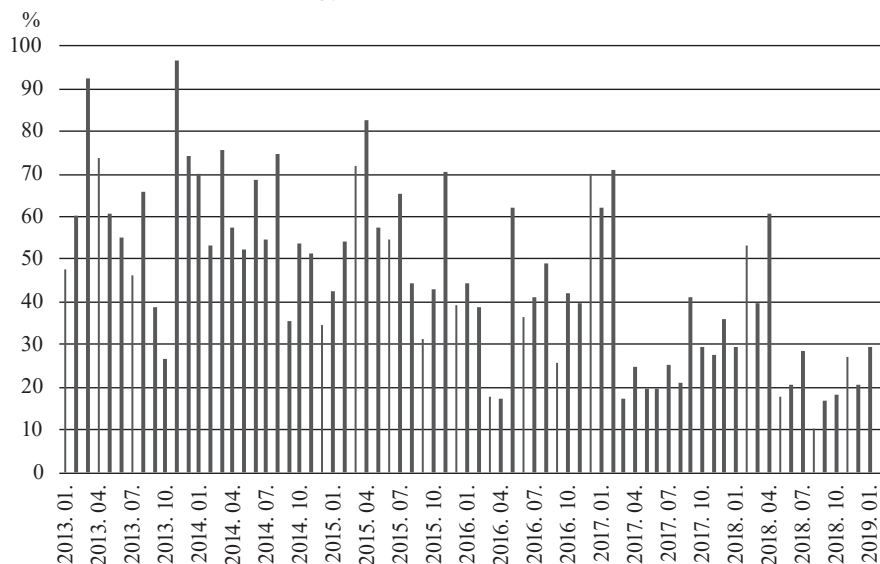
Centralizált kiegyensúlyozási mutató: a kereskedői kiegyensúlyozás után a rendszerirányítóra maradt kiegyensúlyozási igény és annak a teljes kiegyensúlyozási igényre vetített aránya, havi medián értékek



Forrás: FGSZ [2019] nominálási, újranominálási és gázforgalmi allokált erőművi és a DSO összevont exitponti adatokból készített saját számítás.

Érdeemes lenne látni, hogyan alakult ki ez az állapot, hogyan nézett ki az idáig vezető út. Sajnos a 2016. október 1. előtti magyarországi adatok publikusan nem elérhetők. Viszont más országok esetében hosszabb időszor is rendelkezésre áll, ezért azt is meg lehet vizsgálni, vajon a mutató segítségével is megfigyelhetőek-e tendenciák. Ezért hasonló számítást végeztem még publikusan elérhető külföldi adatokból. Ilyen például a lengyel nagynyomású vezetékállomásra csatlakozó fogyasztók elmúlt hat évet átölelő időszora. Mint a 4. ábrán látható – feltehetőleg az újranominálási lehetőségek bevezetése és a kereskedői egyensúlyozást egyre támogatóbb rendszer révén –, a kiegyensúlyozói feladat jelentős részét fokozatosan vette át a kereskedői kiegyensúlyozás a rendszerirányítótól. Mára a magyar és a lengyel rendszerben is körülbelül hasonlóan alakul a kereskedői és rendszerirányítói kiegyensúlyozás aránya.

Centralizált kiegyensúlyozási mutató a lengyel nagynyomású vezetékre csatlakozó fogyasztói kör esetében, havi medián érték



Forrás: GAZ System [2019]: 909027 E/ exitpont nominálási, újranominálási és gázáramlási adataiból készített saját számítás.

Összefoglalva, a cikkben definiált mutatók révén bemutathatóvá vált, hogy a kiegyensúlyozáson belül mekkora részt oldanak meg a kereskedők, nőtt-e a szerepük, és hogyan változott ez a szerep időben, azaz elindult-e a Bal NC által megcélzott folyamat, vagy további finomhangolásra van szükség. A mutató számítását ezért érdemes lenne az ACER vagy ENTSOG számára elvégezni és összevetni, mert ezek a szervezetek minden tagország esetében hozzáférnek ilyen szintű adatokhoz. Így a mostani, közvetett felmérésünknel átfogóbb képet nyújthatnának erről a területről.

Összefoglalás

A cikk a kiegyensúlyozó rendszert piaci alapokra helyező uniós szintű szabályozás, a Bal NC tagállamokban való bevezetésének hatásosságával foglalkozott. Ezen belül arra fókuszált, hogyan lehet mérni az egyik fő cél, a kereskedői szerep

térnyerését a kiegyensúlyozásban. A javasolt új mutatószámok alapja a földgázpiaci kereskedések gyakorlatilag fizikai lábnyomát jelentő nominálási, újránominálás és gázforgalmi adatok.

A mutatók használatával megbecsülhető, hogy elindult-e a kereskedői szerepvállalás, és látható, hogyan fejlődött ezen a téren egy-egy piac, van-e szükség további szabályozói támogatásra. Sajnos egy teljes körű, uniós szintű vizsgálatra a cikk keretében nem volt lehetőség, mert ezek az adatok nem publikusak minden tagországban. Ugyanakkor a szabályozó hatóságok, az ACER és ENTSOG számára már igen, így a jövőben a Bal NC célok megvalósulásának európai szintű vizsgálatában is alkalmazhatóak lehetnek.

Hivatkozások

- ACER [2016]: ACER Report on the implementation of the Balancing Network Code. Elérhető: http://www.acer.europa.eu/official_documents/acts_of_the_agency/publication/acer%20report%20on%20the%20implementation%20of%20the%20balancing%20network%20code.pdf
- ACER [2017]: ACER Report on the implementation of the Balancing Network Code. Second Edition. 2017. november 16. Elérhető: [https://www.acer.europa.eu/Official_documents/Acts_of_the_Agency/Publication/ACER%20Report%20on%20the%20implementation%20of%20the%20Balancing%20Network%20Code%20\(Second%20edition\)%20Volume%20I.pdf](https://www.acer.europa.eu/Official_documents/Acts_of_the_Agency/Publication/ACER%20Report%20on%20the%20implementation%20of%20the%20Balancing%20Network%20Code%20(Second%20edition)%20Volume%20I.pdf)
- ACER [2018]: ACER Report on the implementation of the Balancing Network Code. Third Edition. 2018. augusztus 6. Elérhető: [https://www.acer.europa.eu/Official_documents/Acts_of_the_Agency/Publication/ACER%20Report%20on%20the%20implementation%20of%20the%20Balancing%20Network%20Code%20\(Third%20edition\).pdf](https://www.acer.europa.eu/Official_documents/Acts_of_the_Agency/Publication/ACER%20Report%20on%20the%20implementation%20of%20the%20Balancing%20Network%20Code%20(Third%20edition).pdf)
- ACER – ENTSOG [2014]: Acer – ENTSOG Report on the early implementation of the Balancing Network Code (BAL NC). 2014. október 22. Elérhető: https://www.acer.europa.eu/en/Gas/Framework%20guidelines_and_network%20codes/Documents/ACER-ENTSOG_Report_BAL_NC_Early_Implementation-Final_22-Oct-2014.pdf
- ACER – ENTSOG [2015]: Second ACER-ENTSOG Report on the status of the implementation of the Balancing Network Code. 2015. november 5. Elérhető: https://www.entsog.eu/sites/default/files/entsog-migration/publications/Balancing/2015/BAL584-15_150820_Second%20ACER%20ENTSOG%20implementation%20report%20on%20BAL_final_05_11_2015_links_active.pdf
- CEPA [2015]: Implementation monitoring and evaluation of the impact of the gas network codes and guidelines on the internal market. Final Report. ACER/OP/DIR/08/2013/LOT 2/SC06. Elérhető: https://www.acer.europa.eu/en/Gas/Market_monitoring/Documents/CEPA%20FinalReport_Monitoring%20%20Evaluation%20of%20Impacts%20of%20Gas%20NCs_FINAL_Oct%2715.pdf
- Creti, A. – Pontoni, F. [2016]: Natural gas balancing, storage, and flexibility in Europe: Assessing the recent literature. *Current Sustainable/Renewable Energy Reports*, 2016/1–2. 18–22. o. DOI: 10.1007/s40518-016-0046-0

- Dinther, A. Van – Mulder, M.* [2013]: The allocative efficiency of the Dutch gas-balancing market. *Competition and Regulation in Network Industries*. Vol. 14., No. 1. szám, 48–73. o. Elérhető: <https://doi.org/10.1177/178359171301400103>
- Dickx, L. – Miriello, C. – Polo, M.* [2014]: Balancing Systems and Flexibility Tools in European gas markets. *Research Report Series*. ISSN 2036-1785
- ECDGC (European Commission DG Competition) [2007]: DG Competition Report on Energy Sector Inquiry
- Part 1:* http://ec.europa.eu/competition/sectors/energy/2005_inquiry/full_report_part1.pdf
- Part 2:* http://ec.europa.eu/competition/sectors/energy/2005_inquiry/full_report_part2.pdf
- Part 3:* http://ec.europa.eu/competition/sectors/energy/2005_inquiry/full_report_part3.pdf
- ENTSOG [2018]: Balancing Network Code Implementation and Effect Monitoring Report 2017. Elérhető: https://www.entsog.eu/sites/default/files/entsog-migration/publications/Implementation%20Monitoring/2018/bal/entsog_BAL_NC_I%2BEMR_2017_web.pdf
- ENTSOG [2017]: Balancing Monitoring Report 2016. Elérhető: https://www.entsog.eu/sites/default/files/entsog-migration/publications/Implementation%20Monitoring/2017/ENTSOG_IMR_BAL_NC_2016.pdf
- ENTSOG [2016]: BAL NC Implementation Monitoring Report 2015. Elérhető: https://www.entsog.eu/sites/default/files/entsog-migration/publications/Implementation%20Monitoring/2016/BAL0605-16_160126_BAL%20NC%20Implementation%20Monitoring%20Report%202015_Final.pdf
- FGSZ [2019]: TSO Public data. Elérhető: http://tsodata.fgsz.hu/en/pub_data
Letöltés dátuma: 2019. február 2.
- Gaz System [2018]: Transmission Capacity. Elérhető: <http://en.gaz-system.pl/customer-zone/transmission/transmission-capacity/> Letöltés dátuma: 2019. február 10.
- Meeus, L. – D’Haeseleer, W. – Keyaerts, N.* [2008]: Natural gas balancing: appropriate framework and terminology. *TMEWP series: EN 2008-003*. K. U. Leuven Energy Institute https://www.mech.kuleuven.be/en/tme/research/energy_environment/Pdf/WPEN2008-03
- Miriello, C. – Polo, M.* [2015]: The development of gas hubs in Europe. *Energy Policy*, Vol. 84, 177–190. o. Elérhető: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2015.05.003>
- Zsuga János* [2002]: A földgázszállító rendszer irányításának módszertana és hidraulikai alapjai. Doktori PhD értekezés, Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar, Kőolaj- és Földgáz Intézet. Elérhető: <http://midra.uni-miskolc.hu/document/5645/1040.pdf>