

BODNÁR GERGELY–CSATÓ LÁSZLÓ

Mérhetnénk jobban a csapatok erejét a Bajnokok Ligájában?

Fontos megjegyzés az Európai Labdarúgó-szövetség számára

A 2024/2025-ös idénytől kezdve alapvetően megváltozik a labdarúgás legrangosabb európai kupasorozata, az UEFA Bajnokok Ligája lebonyolítási rendszere: a nyolc hagyományos négycsapatos csoportban játszott oda-vissza vágós körmérkőzés helyett egyetlen liga lesz, ahol a 36 induló négy-négy mérkőzést fog játszani hazai pályán és idegenben. A továbbjutáshoz a nyolc mérkőzés eredményei alapján rangsorolják a csapatokat, ezért fontos szerepe lesz az ellenfelek megválasztásának, ami a csapatok teljesítményének minél jobb előzetes becslése által érhető el. Kutatásunk ehhez a kérdéshez kíván hozzájárulni. Logisztikus regressziós modellek segítségével vizsgáljuk a kiemeléshez jelenleg használt UEFA-klubkoefficiens és a csapatok teljes múltbeli teljesítményét tükröző Élő-pontszám előrejelző képességét. Eredményeink szerint a jelenlegi FIFA-világranglista alapjául is szolgáló Élő-pontszám egyértelműen jobb választás, ezért a későbbi igazságtalanságok mérséklésére a Bajnokok Ligája reformja keretében ajánlott az együtthatók számításának felülvizsgálata.*
Journal of Economic Literature (JEL) kód: C44, C52, Z20.

„Ne kövessetek el igazságtalanságot az ítéletben;
ne nézd a szegénynek személyét, se a hatalmas személyét
ne becsüld; igazságosan ítélj a te felebarátodnak.”

(3Móz 19,15)

A labdarúgásban a klubcsapatok és a nemzeti válogatottak különböző rangsorait számos célra használják. Az egyik legfontosabb gyakorlati alkalmazás a csoportkörös bajnokságok sorsolása: mivel minden párhuzamosan játszó csoportból

* Hálásak vagyunk Ágoston Kolos Csaba, Gyimesi András és Petróczy Dóra Gréta értékes megjegyzéséiért.

Bodnár Gergely, Budapesti Corvinus Egyetem (e-mail: bodnar.gergely1998@gmail.com).

Csató László, ELKH Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet Mérnöki és Üzleti Intelligencia Kutatólaboratórium Operációkutatás és Döntési Rendszerek Kutatócsoport; Budapesti Corvinus Egyetem Operáció és Döntés Intézet Operációkutatás és Aktuáriustudományok Tanszék (e-mail: laszlo.csato@sztaki.hu).

A kézirat első változata 2023. január 29-én érkezett szerkesztőségünkbe.

DOI: <https://doi.org/10.18414/KSZ.2023.7-8.813>

meghatározott számú csapat jut tovább, kulcsfontosságú a csoportok azonos erejének biztosítása. Ehhez elengedhetetlen a csapatok várható teljesítményének minél pontosabb számszerűsítése még a verseny kezdete előtt. Ugyanakkor a transzparencia biztosítása miatt nem célszerű bonyolult, a döntéshozók és szurkolók számára alig átlátható, nehezen ellenőrizhető statisztikai módszereket használni a rangsor felállítására, hiszen ez felvetné a manipuláció gyanúját.

Az Európai Labdarúgó-szövetség (*Union of European Football Associations, UEFA*) által évente megrendezett Bajnokok Ligája a kontinens klubcsapatainak legnagyobb presztízsű tornája. A sorozat felépítése lényegében a 2003/2004-es idény óta nem változott, bár történtek kisebb módosítások a kiemelési szabályban (*Corona és szerzőtársai* [2019], *Csató* [2020], [2021], *Dagaev–Rudyak* [2019]), a selejtező felépítésében (*Csató* [2022]) vagy a csoportmérkőzések sorrendjének kialakításában (*Csató és szerzőtársai* [2023]). A 2024/2025-ös szezontól kezdve viszont az UEFA alapvető reformot tervez a Bajnokok Ligája formátumában: a hagyományos csoportkört egy gyakran „svájci” rendszernek nevezett szakasz fogja felváltani (*UEFA* [2022]).

Eszerint a korábbi nyolc négycsapatos, oda-vissza vágós körmérkőzést játszó csoport helyett a 36 induló nyolc-nyolc mérkőzést játszik (négyet hazai pályán, négyet idegenben), amelyek alapján a liga nyolc legjobbja közvetlenül a nyolcaddöntőbe – a legjobb 16 közé – jut, ahol a következő 16 klub közül az oda-vissza vágós párharcok győztesei csatlakoznak hozzájuk. Az elnevezést a több más sportágban, például a sakkban használt egyik tornaformátum inspirálta: a svájci rendszerben jellemzően nagyszámú résztvevő játszik páros mérkőzéseket egymás ellen, ezért a teljes körmérkőzés lebonyolítására nincs lehetőség, így minden játékos ugyanannyi, előre meghatározott számú mérkőzést játszik. Az „igazi” svájci rendszerben a párosítás dinamikus (*Führlich és szerzőtársai* [2021]), azaz minden fordulóban a korábbi körökben közel azonos teljesítményt nyújtó játékosok játszanak egymással. Ez azonban a Bajnokok Ligájában nehezen megvalósítható, mert jellemzően csak két héttel korábban derül ki, hogy az egyes kluboknak a kontinens melyik városában kell pályára lépniük, vagy kivel kell játszaniuk, ami logisztikai problémákkal járhat, és csökkentheti a helyszíni szurkolók számát.

A Bajnokok Ligájában jelenleg is szükség van a csapatok előzetes rangsorolására a nyolcaddöntőből azonos erősségű csoportok kialakítása érdekében, noha ez a rangsor egy friss kutatás szerint nincs hatással a továbbjutás valószínűségére (*Engist és szerzőtársai* [2021]). Az új formátumban szintén jelentős szerepe lesz a kiemelésnek. 2024-től ugyanis a 35 potenciális ellenfél – noha feltehetően lesznek további korlátozó feltételek, például az azonos országbeli csapatok mérkőzéseinek elkerülésére – közül kell minden klub számára nyolcat kiválasztani úgy, hogy minimális különbség legyen az egyes csapatok ellenfeleinek ereje között. Ellenkező esetben a szokásos rangsorolási módszerek torz eredményt adhatnak, ahogy az jól ismert a „klasszikus” svájci rendszer esetén (*Csató* [2013], [2017]). A probléma közgazdasági szempontból is fontos, hiszen gyengébb csapatok ellen játszva könnyebb továbbjutni, ami sérti az igazságosságot, míg az erős klubok idő előtti kiesése potenciális hatékonyságvesztéssel és negatív pénzügyi következményekkel járhat.

Ez a megfontolás szolgáltatta cikkünk motivációját: vajon érdemes-e megfontolni az UEFA által jelenleg használt klubkoefficiens reformját? Ez az együttható alapvetően az európai kupasorozatok előző öt szezonzájában szerzett pontok összege, vagyis messze *nem*

tartalmazza az összes elérhető információt, hiszen a csapatok a nemzeti bajnokságokban, kupákban sokkal több mérkőzést játszanak. Konkrét kutatási kérdésünk pedig a következő: a Bajnokok Ligájában induló csapatok teljes múltbeli teljesítményét tükröző – és a FIFA-világranglista jelenlegi formulája révén a gyakorlatban használt (FIFA [2018]), tehát bizonyára a döntéshozók számára elfogadható – Élő-pontszám segítségével pontosabban megjósolható-e a mérkőzések eredménye, mint a klubkoefficiens révén?

Tanulmányunk szorosan kapcsolódik a labdarúgásban használt rangsorolási módszerek, valamint azok előrejelző képességének irodalmához. Ezeket az eljárásokat, köztük az Élő-pontszám különböző változatait *van Eetvelde–Ley* [2019] tekinti át. *Lasek és szerzőtársai* [2013] eredményei szerint a labdarúgásban a nemzeti válogatottak mérkőzései pontosabban megjósolhatók az Élő-módszer, mint a (korábbi) FIFA-világranglista alapján. *Hvattum–Arntzen* [2010], illetve *Gásquez–Royuela* [2016] szintén az Élő-módszer használata mellett érvel – így aligha véletlen, hogy 2018 óta a Nemzetközi Labdarúgó-szövetség (FIFA) által közzétett hivatalos férfi-világranglista is ezen az elven működik (FIFA [2018]). A mérkőzések eredményének előrejelezhetősége szoros összefüggésben áll a verseny kiegyensúlyozottságával (*Schokkaert–Swinnen* [2016], *Triguero–Ruiz–Avila–Cano* [2022]). Végül, modelljeink részben hozzájárulnak a hazai pályán (*Pollard* [1986]) és az oda-vissza vágós párharcok második mérkőzését hazai pályán (*Amez és szerzőtársai* [2020], *Geenens–Cuddihy* [2018], *Page–Page* [2007]) játszó csapat által élvezett előnnyel kapcsolatos jelentős irodalomhoz is.

Kutatásunk rendelkezik néhány hazai előzménnyel. Elsőként említendő *Braun és szerzőtársai* [2022], amelyben a szerzők többek között a győzelmi esélyek szorosságát elemezték a Bajnokok Ligája mérkőzésein. *Csurilla és szerzőtársai* [2021] a véletlen zaj szerepét tárták fel 14 olimpiai sportág esetén. A sportban felmerülő problémák gazdaságmatematikai megközelítésű vizsgálatának növekvő népszerűségét mutatja a futás és az úszás versenyformátumainak szimulációs összehasonlítása (*Dobránszky–Sziklai* [2020]), illetve egy teljesítményalapú pénzfelosztás a Forma-1 nemzetközi autóverseny-sorozatban páros összehasonlítások segítségével (*Petróczy* [2021]).

Tanulmányunk felépítése következő. A felhasznált adatok bemutatása után a logisztikus regressziós modelleket és a leíró statisztikákat tárgyaljuk, majd ismertetjük becslési eredményeinket. Végül kutatásunk fő tanulságait foglaljuk össze.

Felhasznált adatok

A Bajnokok Ligája versenyformátuma a 2003/2004-es szezon óta változatlan: a 32 klubot az első szakaszban nyolc négycsapatos csoportba osztják, ahol oda-vissza vágós körmérkőzést játszanak. Minden csoportból az első két helyezett kerül a nyolcadöntővel kezdődő egyenes kieséses szakaszba, ahol – a semleges pályán játszott egymérkőzéses döntő kivételével – oda-vissza vágós párharcokon dől el a továbbjutás. Tehát minden idényben az első szakaszban 96, a másodikban 29 mérkőzést játszanak. Az empirikus vizsgálat során érdemes figyelni a 2020/2021-es szezonra, amikor szinte minden mérkőzést zárt kapuk mögött bonyolítottak le, mert ez nagymértékben csökkentette a hazai pálya előnyét (*Bryson és szerzőtársai* [2021]).

A csoportkör sorsolásakor a Bajnokok Ligájában indulókat UEFA-klubkoefficienseik alapján négy kalapba sorolják, az elsőbe kerülnek a legjobb, a negyedikbe a leggyengébb csapatok. A címvédőt viszont automatikusan az első kalapba helyezik, melyet 2015/2016 óta a hét legerősebb bajnokság győztesei, illetve 2018/2019 óta a második számú európai kupasorozat, az Európa Liga címvédője és a hat legerősebb bajnokság győztesei alkotnak (Csató [2020], [2021]). Ez vizsgálatunk szempontjából azért lényeges, mert a csoportokba minden kalapból egy-egy csapat kerül, azaz egymáshoz közeli együttthatóval rendelkező csapatok jellemzően nem játszanak egymással a csoportkörben.

Az UEFA-klubkoefficiens az adott csapat által az európai kupasorozatok előző öt idényében szerzett pontok összege. A Bajnokok Ligája csoportkörének sorsolásakor a kalapokba soroláshoz néhány esetben – amennyiben magasabb az UEFA-klubkoefficiensnél – az ötéves országkoefficiens értékét használták; utóbbi csak kivételesen effektív, például a 2021/2022-es idényben induló VFL Wolfsburg esetén, mivel a Bajnokok Ligájában a résztvevők többsége jellemzően az előző években is jól teljesített a nemzetközi kupákban. Az együttthatókat Bert Kassies nem hivatalos, de megbízható és gyakran idézett weboldaláról gyűjtöttük le (Dagaev–Rudyak [2019], Kassies [2023]).

Az Élő-pontrendszer az előző évszázad közepén egy magyar származású amerikai fizikus, Élő Árpád dolgozta ki sakkozók rangsorolására, a témában írt könyve azonban csak 1978-ban jelent meg (Elo [1978]). Ahogy a bevezetőben már említettük, 2018 óta a Nemzetközi Labdarúgó-szövetség által közzétett hivatalos férfi-világranglista szintén ennek egy változatán alapul (FIFA [2018]). A rendszer azt feltételezi, hogy egy csapat győzelmi valószínűsége:

$$W = 1/(10^{-\Delta/k+1}),$$

ahol Δ a két csapat Élő-pontszámának különbsége, k egy skálázó paraméter (jellemzően 400). Az Élő-pontszám értékét minden lejátszott mérkőzés után módosítják a várt és a tényleges eredmény figyelembevételével:

$$E_1 = E_0 + K(R - W),$$

ahol E_0 a régi, E_1 az új Élő-pontszám, R a mérkőzés tényleges (1: győzelem, 0,5: döntetlen, 0: vereség), W a várt eredménye, K egy paraméter.

Ennek megfelelően egy győzelem mindig növeli, egy vereség csökkenti az Élő-pontszámot, míg egy döntetlen az erősebb csapatét csökkenti, a gyengébbét növeli.

Az Élő-rendszernek számos variánsa létezik, mi a <http://clubelo.com/> weboldalon elérhető pontszámokat használtuk, amely nem azonos a Braun és szerzőtársai [2022] által használt adatbázissal. A mutató a győzelmi esély becslésénél figyelembe veszi a korábban lejátszott mérkőzések gólkülönbségét, valamint a hazai pálya előnyét. A mérőszámot nemrég a Bajnokok Ligája kvalifikációjának szimulációjában alkalmaztuk, így a tudományos irodalomban elfogadottnak tekinthető (Csató [2022]). A weboldalon folyamatosan, naponta frissülnek az Élő-pontszámok. Ugyanakkor az éppen aktuális érték használata „tiszteletlenül” előnyt biztosítana ennek a módszernek, hiszen az UEFA-klubkoefficiensek a szezon elején rögzítettek, és már nem változnak. Ezért az Élő-pontszámokat minden év június 30-áról vettük, amikor az európai

bajnokságok és a nemzetközi kupák már befejeződtek, de a következő idény még nem kezdődött el (ismét kivétel a koronavírus-járvány miatt megcsúszott 2019/2020-as szezon, vagyis a 2020/2021-es szezonra érvényes Élő-pontszám).

Módszertan és leíró statisztikák

Az UEFA-klubkoefficiens és az Élő-pontszám előrejelző képességét logisztikus regressziók segítségével vizsgáljuk. A két független változó minden esetben két, egymással összehasonlított klubcsapat mutatóinak különbsége. A függő változó tekintetében három adatsort elemzünk.

– NEM DÖNTETLENEL VÉGZŐDŐ CSOPORTMÉRKÖZÉSEK: 1 jelzi a hazai csapat győzelmét, 0 a vereségét.

A 19 szezon $19 \times 8 \times 12 = 1824$ mérkőzéséből 1402 ilyen volt, ebből 863 (61,6 százalék) hazai győzelemmel zárult, a győzelem vonatkozásában – kontrollváltozók nélkül – minden szokásos szignifikanciaszinten kimutatható a hazai pálya előnye.

– EGYENES KIESÉSES SZAKASZBAN JÁTSZOTT ODA-VISSZA VÁGÓS PÁRHARCOK: 1 jelzi az első fordulóban hazai pályán játszó csapat továbbjutását, 0 az idegenben kezdő csapatét.

Minden szezonban 14 ilyen összecsapás volt (a döntő az egyetlen semleges pályán játszott mérkőzés), azonban a 2019/2020-as idényben a negyedöntőktől kezdve csak egy mérkőzést játszottak, így a mintanagyság $18 \times 14 + 8 = 260$. Ebből 159 esetben (61,2 százalék) az idegenben kezdő csapat jutott tovább, az első meccset hazai pályán játszó csapat szignifikáns hátrányban van.

– CSOPORTRANGSOR: 1 jelzi azt, ha a nem alacsonyabb UEFA-klubkoefficienssel rendelkező csapat előrébb végez a csoportban, 0 ennek az ellenkezőjét (két azonos együtthatójú csapat sohasem játszott egy csoportban).

Minden csoportban hat ilyen összehasonlítás létezik a négy csapat között, azaz a mintanagyság $19 \times 8 \times 6 = 912$. Ebből 686 alkalommal (75,2 százalék) nem végzett előrébb az alacsonyabb UEFA-klubkoefficienssel rendelkező csapat, ami természetesen szignifikáns hátrányt jelent.

A három regressziós modell független változóinak leíró statisztikáit az *1. táblázatban* közöljük.

A csoportmérkőzéseknél a két teljesítménymutató különbsége átlagosan nullának tekinthető. Az egyenes kieséses szakaszban azonban negatív, mert a nyolcaddöntőben a csoportmásodikok garantáltan hazai pályán játszanak az első mérkőzésen, a csoportelső pedig többnyire erősebb csapatok. Az Élő-pontszámok különbsége általában háromszor-négyszer nagyobb a klubegyütthatók különbségénél, ahogy azt az első – 1402, valamelyik csapat győzelmét jelentő csoportmérkőzés alkotta – mintán vett eloszlásuk mutatja (*1. és 2. ábra*). A két hisztogram nagyjából szimmetrikus, a normális eloszlásnál kevésbé csúcsosabb, mert a csoportok sorsolási szabálya miatt a közel azonos erősségű csapatok ritkán játszanak egymás ellen a csoportkörben. Ez

1. táblázat

A logisztikus regressziós modellek független változóinak leíró statisztikái

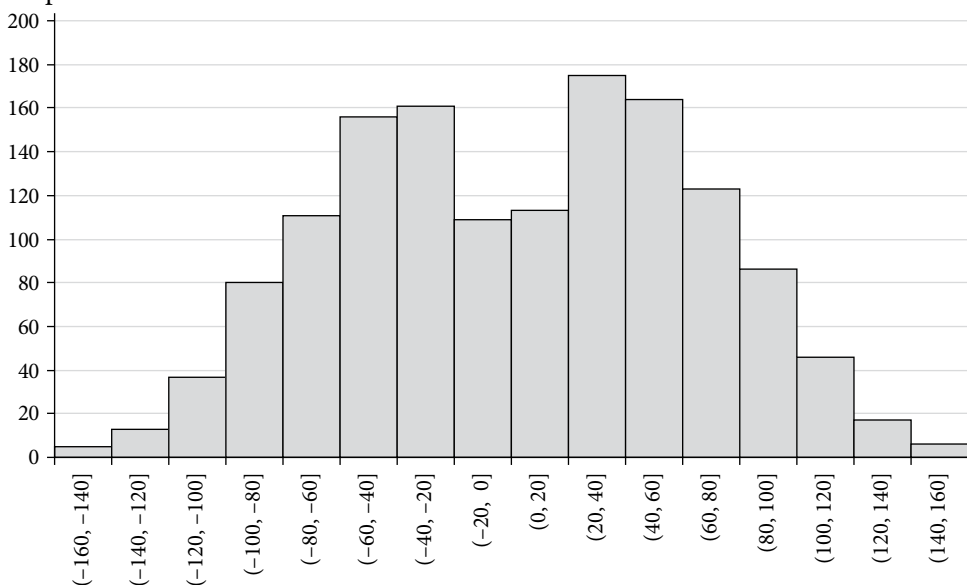
Modellváltozat/változó	Átlag	Medián	Szórás	Minimum	Maximum
Csoportmérkőzés					
UEFA	2,89	8,26	61,79	-159,45	159,45
Élő	9,75	11,32	216,57	-641,00	641,00
Továbbjutás					
UEFA	-12,70	-18,42	48,16	-140,12	128,89
Élő	-53,22	-56,11	141,64	-451,45	434,14
Csoportrangsor					
UEFA	50,84	47,00	32,91	-34,82	159,45
Élő	158,76	148,69	140,49	-289,73	641,00

Megjegyzés: az UEFA változó a két csapat UEFA-klubkoefficienseinek, az Élő az Élő-pontszámainak különbsége.

a hatás erősebb a sorsolás alapjául szolgáló UEFA-együtthatónál. Érdekes, hogy az Élő-pontszámok maximális eltérése a 2021/2022-es szezon D csoportjában fordult elő, a Real Madrid és a moldáv Sheriff Tiraspol esetében – ennek ellenére Madridban a moldáv bajnok győzött, a Bajnokok Ligája történeték egyik legnagyobb meglepetését okozva (O'Connor [2021]).

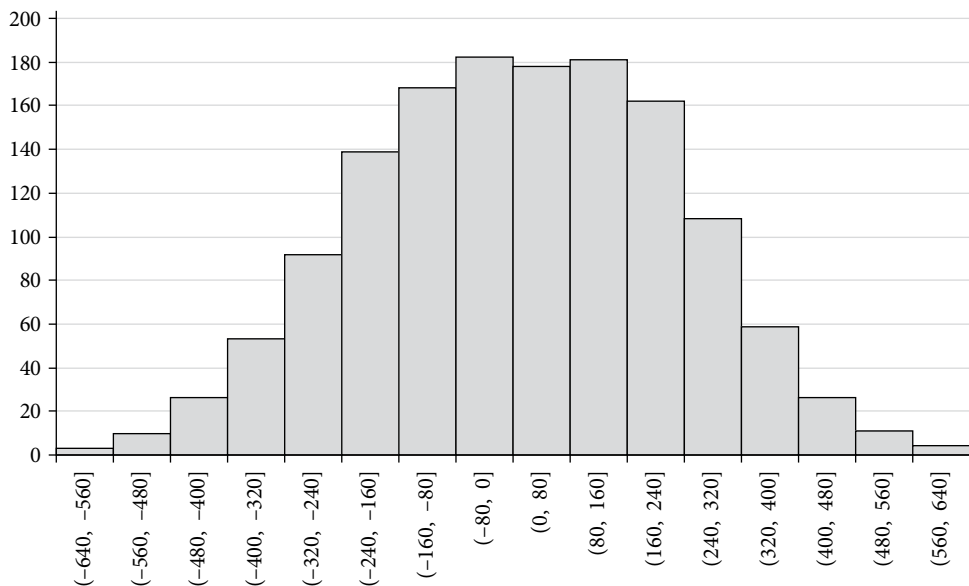
1. ábra

Az UEFA-klubkoefficiensek különbségének eloszlása a nem döntetlennel végződő csoportmérkőzésekre



2. ábra

Az Élő-pontszámok különbségének eloszlása a nem döntetlennel végződő csoportmérkőzésekre



Eredmények

A valamelyik csapat győzelmével záruló csoportmérkőzésekre vonatkozó eredményeket a 2. táblázat tartalmazza. A hazai pálya előnye a csapatok erejére kontrollálva is megmarad, a konstans egyértelműen szignifikáns a (3) modellváltozatban: egy adott ellenfél ellen a hazai pályán játszó csapat győzelmi esélye nagyjából 80 százalékkal magasabb, mint ha idegenben játszana vele. Az Élő-pontszám jobban méri a Bajnokok Ligájában játszó klubok erejét, mint az UEFA-együttható, hiszen a (2) modell magyarázó ereje nagyobb, mint az (1) modellé. A (3) regresszió szerint a klubkoefficiens nem ad többletinformációt az Élő-pontszámhoz képest.

Az egyes kieséses szakaszra vonatkozó modelleket a 3. táblázatban adjuk meg. A csapatok múltbéli teljesítményét is figyelembe véve már nem látszik a párharcot idegenben kezdő csapat előnye, vagyis utóbbi valószínű oka az, hogy a nyolcaddöntőben a csoportelső a második mérkőzést játsszák hazai pályán a csoportmásodikok ellen, és a csoportelső jellemzően erősebb csapatok. Az egyes kieséses szakasz összecsapásainak kimenetelét – a modellilleszkedési mutatók alapján – nehezebb megjósolni, mint a csoportmérkőzéseket, hiszen az előbbiben kisebb a klubok közötti különbség. Az Élő-pontszám ismét jobban tükrözi a csapatok képességeit, mint az UEFA-koefficiens, és az utóbbinak legfeljebb marginális a hozzájárulása.

Végül a 4. táblázat mutatja a csoportrangsorral kapcsolatos regressziók eredményét. Újra kijelenthető, hogy az Élő-pontszám jobb előrejelző az UEFA-együtthatónál, azonban az utóbbi szerepe sem elhanyagolható. A csoportok sorrendje

– a modellilleszkedési mutatók alapján – pontosabban jósolható meg, mint az egyes kieséses szakasz továbbjutói.

2. táblázat

Logisztikus regressziós modellek a nem döntetlennel végződő csoportmérkőzésekre

	(1)	(2)	(3)
	modell		
Konstans	0,559*** (0,064)	0,591*** (0,067)	0,591*** (0,067)
UEFA	0,019*** (0,001)	–	0,003 (0,002)
Élő	–	0,007*** (0,000)	0,006*** (0,001)
Cox–Snell-féle R^2	0,222	0,270	0,272
Nagelkerke-féle R^2	0,301	0,367	0,369
Klasszifikáció (százalék)	73,0	75,4	75,2
Mintaelemszám	1402	1402	1402

Megjegyzés: az UEFA változó a két csapat UEFA-klubkoefficienseinek, az Élő az Élő-pontszámainak különbsége. A standard hiba zárójelben látható. A klasszifikáció a besorolás pontossága, ha a vágás 0,5-nél történik.

*** $p < 0,1$ százalék, ** $p < 1$ százalék, * $p < 5$ százalék.

3. táblázat

Logisztikus regressziós modellek az egyenes kieséses szakasz oda-vissza vágós párharcaira

	(1)	(2)	(3)
	modell		
Konstans	-0,362** (0,132)	-0,223 (0,140)	-0,218 (0,141)
UEFA	0,009** (0,003)	–	-0,007 (0,004)
Élő	–	0,005*** (0,001)	0,007*** (0,002)
Cox–Snell-féle R^2	0,038	0,109	0,117
Nagelkerke-féle R^2	0,051	0,148	0,159
Klasszifikáció (százalék)	59,6	65,4	68,1
Mintaelemszám	260	260	260

Megjegyzés: az UEFA változó a két csapat UEFA-klubkoefficienseinek, az Élő az Élő-pontszámainak különbsége. A standard hiba zárójelben látható. A klasszifikáció a besorolás pontossága, ha a vágás 0,5-nél történik.

*** $p < 0,1$ százalék, ** $p < 1$ százalék, * $p < 5$ százalék.

4. táblázat

Logisztikus regressziós modellek a csoportok sorrendjére

	(1)	(2)	(3)
	modell		
Konstans	-0,095 (0,141)	0,015 (0,116)	-0,338* (0,154)
UEFA	0,027*** (0,003)	-	0,012*** (0,004)
Élő	-	0,009*** (0,001)	0,008*** (0,001)
Cox–Snell-féle R^2	0,107	0,172	0,184
Nagelkerke-féle R^2	0,159	0,256	0,272
Klasszifikáció (százalék)	78,2	78,1	78,1
Mintaelemszám	912	912	912

Megjegyzés: az UEFA változó a két csapat UEFA-klubkoefficienseinek, az Élő az Élő-pontszámainak különbsége. A standard hiba zárójelben látható. A klasszifikáció a besorolás pontossága, ha a vágás 0,5-nél történik.

*** $p < 0,1$ százalék, ** $p < 1$ százalék, * $p < 5$ százalék.

A csoportrangorra vonatkozó regresszióban a bináris eredményváltozó kódolása önkényesnek tűnhet, ezért újra elvégeztük úgy, hogy 1 kódolja azt, ha a nagyobb Élő-pontszámmal rendelkező klub végez előrébb. Ez 716 esetben (78,5 százalék) fordult elő. Az 5. táblázatban látható eredmények megerősítik a korábbi következtetéseket, hiszen a csak Élő-pontszámot tartalmazó (2) modell illeszkedési mutatói jobbak az (1) modellénél, mindkét magyarázó változót betéve pedig a klubegyüttható inszignifikánssá válik a (3) változatban.

A számítások robusztusságának ellenőrzésére érzékenységvizsgálatot végeztünk a minta kettébontásával, azaz az első esetben a 2003/2004 és 2011/2012 között játszott kilenc, a másodikban pedig a 2012/2013 és 2021/2022 között játszott, a 2020/2021-es nélkül szintén kilenc szezon adatain futtattuk a fenti logisztikus regressziókat. Ahogy a felhasznált adatok bemutatásánál láttuk, utóbbi év kihagyását indokolhatja a hazai pálya feltételezhető gyengébb szerepe, valamint az előző Bajnokok Ligája-idény és több nemzeti bajnokság késői befejezése miatt az UEFA-klubegyüttható és az Élő-pontszám megbízhatatlansága. Mivel Braun és szerzőtársai [2022] elemzése szerint a nem vonzó, kevésbé bizonytalan kimenetelű BL-mérkőzések aránya emelkedett az elmúlt két évtizedben, az időben kettébontott minta vizsgálata e megfigyelés következményeit is feltárhatja.

A valamelyik csapat győzelmével záruló csoportmérkőzésekre, az egyes kieséses szakaszra, illetve a csoportrangorra vonatkozó eredményeket sorrendben a 6. táblázat, a 7. táblázat, illetve a 8. táblázat mutatja be. Ezek megerősítik a teljes mintán végzett számításokból levonható következtetéseket. Az Élő-pontszám minden esetben jobb előrejelző az UEFA-klubegyütthatónál, hiszen egyedüli magyarázó

5. táblázat

Logisztikus regressziós modellek a csoportok sorrendjére, alternatív eredményváltozó

	(1)	(2)	(3)
	modell		
Konstans	0,437** (0,141)	0,415*** (0,114)	0,286 (0,151)
UEFA	0,019*** (0,003)	–	0,005 (0,004)
Élő	–	0,007*** (0,001)	0,007*** (0,001)
Cox–Snell-féle R^2	0,054	0,115	0,116
Nagelkerke-féle R^2	0,083	0,177	0,180
Klasszifikáció (százalék)	78,7	78,1	78,5
Mintaelemszám	912	912	912

Megjegyzés: az UEFA változó a két csapat UEFA-klubkoefficienseinek, az Élő az Élő-pontszámainak különbsége. A standard hiba zárójelben látható. A klasszifikáció a besorolás pontossága, ha a vágás 0,5-nél történik.

*** $p < 0,1$ százalék, ** $p < 1$ százalék, * $p < 5$ százalék.

6. táblázat

Érzékenységvizsgálat – logisztikus regressziós modellek a nem döntetlennel végződő csoportmérkőzésekre

	2003/2004–2011/2012			2012/13–2021/22 (2020/21 nélkül)		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
	modell					
Konstans	0,631*** (0,093)	0,662*** (0,096)	0,663*** (0,096)	0,532*** (0,093)	0,558*** (0,097)	0,561*** (0,097)
UEFA	0,019*** (0,002)	–	0,002 (0,003)	0,019*** (0,002)	–	0,005 (0,003)
Élő	–	0,006*** (0,001)	0,006*** (0,001)	–	0,007*** (0,001)	0,005*** (0,001)
Cox–Snell-féle R^2	0,187	0,234	0,234	0,243	0,287	0,290
Nagelkerke-féle R^2	0,255	0,320	0,320	0,329	0,389	0,393
Klasszifikáció (százalék)	72,5	75,0	75,0	73,3	74,5	74,8
Mintaelemszám	652	652	652	674	674	674

Megjegyzés: az UEFA változó a két csapat UEFA-klubkoefficienseinek, az Élő az Élő-pontszámainak különbsége. A standard hiba zárójelben látható. A klasszifikáció a besorolás pontossága, ha a vágás 0,5-nél történik.

*** $p < 0,1$ százalék, ** $p < 1$ százalék, * $p < 5$ százalék.

7. táblázat

Érzékenységvizsgálat – logisztikus regressziós modellek az egyenes kieséses szakasz oda-vissza vágós párharcaira

	2003/2004–2011/2012			2002/13–2021/22 (2020/21 nélkül)		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
modell						
Konstans	-0,364 (0,193)	-0,275 (0,199)	-0,275 (0,199)	-0,280 (0,193)	-0,075 (0,214)	-0,049 (0,219)
UEFA	0,013** (0,005)	–	0,002 (0,007)	0,007* (0,003)	–	-0,015* (0,006)
Élő	–	0,005** (0,002)	0,005* (0,002)	–	0,006*** (0,002)	0,011*** (0,003)
Cox–Snell-féle R^2	0,056	0,089	0,089	0,038	0,163	0,204
Nagelkerke-féle R^2	0,076	0,121	0,122	0,052	0,220	0,275
Klasszifikáció (százalék)	63,5	67,5	67,5	58,3	67,5	66,7
Minta elemszám	126	126	126	120	120	120

Megjegyzés: az UEFA változó a két csapat UEFA-klubkoefficienseinek, az Élő az Élő-pontszámainak különbsége. A standard hiba zárójelben látható. A klasszifikáció a besorolás pontosságára, ha a vágás 0,5-nél történik. *** $p < 0,1$ százalék, ** $p < 1$ százalék, * $p < 5$ százalék.

8. táblázat

Érzékenységvizsgálat – logisztikus regressziós modellek a csoportok sorrendjére

Modell	2003/2004–2011/2012			2002/13–2021/22 (2020/21 nélkül)		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
modell						
Konstans	-0,009 (0,207)	0,181 (0,164)	-0,154 (0,217)	-0,195 (0,201)	-0,165 (0,173)	-0,539* (0,229)
UEFA	0,026*** (0,005)	–	0,013* (0,005)	0,027*** (0,004)	–	0,012** (0,005)
Élő	–	0,007*** (0,001)	0,006*** (0,001)	–	0,010*** (0,001)	0,009*** (0,001)
Cox–Snell-féle R^2	0,088	0,125	0,136	0,125	0,213	0,225
Nagelkerke-féle R^2	0,130	0,184	0,204	0,184	0,314	0,332
Klasszifikáció (százalék)	77,3	76,9	77,3	78,5	78,5	78,7
Minta elemszám	432	432	432	432	432	432

Megjegyzés: az UEFA változó a két csapat UEFA-klubkoefficienseinek, az Élő az Élő-pontszámainak különbsége. A standard hiba zárójelben látható. A klasszifikáció a besorolás pontosságára, ha a vágás 0,5-nél történik. *** $p < 0,1$ százalék, ** $p < 1$ százalék, * $p < 5$ százalék.

változóként használva kedvezőbb modellilleszkedést kapunk. Amennyiben mindkét változó szerepel a regresszióban, az Élő-pontszámok különbsége (szinte) minden esetben erősen szignifikáns, a klubkoefficienseké azonban nem egyértelműen az. Egy modellváltozat [egyenes kieséses szakasz párharcai, csak klubgyűtthető, lásd a 7. táblázat (1) regresszióit] kivételével a második periódusban javulnak a modellilleszkedési mutatók, ami alátámasztja Braun és szerzőtársai [2022] üzenetét, a mérkőzések kiszámíthatóbbá válását.

Az első – a csoportkörben játszott mérkőzésekre építő – modellből a bináris eredményváltozó választása miatt elhagytuk a döntetleneket, ami csak akkor indokolt, ha a döntetlen mérkőzések semmilyen módon nem különböznek azoktól, amelyek valamelyik csapat győzelmével zárulnak. Ezért a hagyományos logisztikus regresszió mellett multinomiális modellt is becsültünk a három lehetséges kimenetre; ennek eredményei a 9. táblázatban láthatók. Következtetéseink változatlanok, hiszen az Élő-pontszámok különbségének ismét egyértelműen jobb a predikációs ereje, mint az UEFA-koefficiensek különbségének, utóbbi haszna legfeljebb marginális.

9. táblázat

Multinomiális logisztikus regressziós modellek az összes csoportmérkőzésre

	(1)	(2)	(3)
	modell		
HAZAI GYŐZELEM			
Konstans	0,558*** (0,064)	0,590*** (0,066)	0,590*** (0,066)
UEFA	0,020*** (0,001)	–	0,004 (0,002)
Élő	–	0,007*** (0,000)	0,006*** (0,001)
DÖNTETLEN			
Konstans	–0,061 (0,072)	–0,001 (0,073)	0,000 (0,073)
UEFA	0,008*** (0,001)	–	0,000 (0,002)
Élő	–	0,003*** (0,000)	0,003*** (0,001)
Cox–Snell-féle R^2	0,186	0,225	0,227
Nagelkerke-féle R^2	0,212	0,257	0,259
Klasszifikáció (százalék)	0,098	0,121	0,123
Mintaelemszám	1824	1824	1824

Megjegyzés: az UEFA változó a két csapat UEFA-klubkoefficienseinek, az Élő az Élő-pontszámainak különbsége. A standard hiba zárójelben látható. A klasszifikáció a besorolás pontossága, ha a vágás 0,5-nél történik.

*** $p < 0,1$ százalék, ** $p < 1$ százalék, * $p < 5$ százalék.

Ezek alapján kijelenthető, hogy a nemzeti bajnokságokban és kupákban játszott mérkőzések figyelembevételével pontosabban becsülhetők meg a Bajnokok Ligája eredményei. Ugyanakkor érdemes megfontolni az általunk használt Élő-pontszám finomítását, például a nemzetközi kupamérkőzések súlyozásával, a tényleges gyakorlati alkalmazáshoz pedig természetesen elengedhetetlen a „hivatalos” számítási mód kidolgozása.

Összefoglalás

Tanulmányunk a legrangosabb európai labdarúgókupa-sorozat, az UEFA Bajnokok Ligája mérkőzéseinek előrejelzésére adott egy, a jelenleg használt UEFA-klubkoefficiensnél jobb, ugyanakkor ahhoz hasonlóan egyszerű, a szezon elején rögzített mérőszámot. Eredményeink szerint egy Élő-pontszám-alapú mutató alkalmasabb az ellenfelek erejének becslésére, ami döntő fontosságú lesz az UEFA Bajnokok Ligája 2024/2025-ös idénytől bevezetendő új lebonyolítási rendszerében. A torna formátumának módosítása egyúttal kiváló alkalom a klubegyüttható számításának felülvizsgálatára is.

Javaslatunk gyakorlati megvalósításának esélyét növeli két, a közelmúltban megvalósult reform:

- az UEFA a 2020-as labdarúgó-Európa-bajnokságon a 2016-os tornával szemben a *Guyon* [2018] által ajánlott igazságosabb mechanizmust alkalmazta a csoportelőknyök elosztására;

- a FIFA 2018 óta a férfiválogatottak esetén is egy Élő-rendszeren alapuló világranglistát használ (*FIFA* [2018]).

A cikk azonban korántsem válaszol meg minden nyitott kérdést. Érdemes lenne összehasonlítani a különböző módon számolt Élő-pontszámok előrejelző képességét. Szimulációk segítségével jobban megérthetjük, hogyan hat a Bajnokok Ligájára a várható teljesítményt pontatlanul mérő klubegyüttható alapján történő kiemelés, valamint azt is, hogy melyik lebonyolítási rendszerben fontosabb a csapatok helyes rangsorának előzetes megtalálása.

Hivatkozások

- AMEZ, S.–BAERT, S.–NEYT, B.–VANDEMAELE, M. [2020]: No evidence for second leg home advantage in recent seasons of European soccer cups. *Applied Economics Letters*, Vol. 27. No. 2. 156–160. o. <https://doi.org/10.1080/13504851.2019.1630704>.
- BRAUN ÉRIK–GYIMESI ANDRÁS–MURAI GÁBOR [2022]: A Bajnokok Ligája mérkőzéseinek vonzereje – győzelmi esélyek és központi csapatok. *Statistikai Szemle*, 100. évf. 2. sz. 234–265. o. <https://doi.org/10.20311/stat2022.3.hu0234>.
- BRYSON, A.–DOLTON, P.–READE, J. J.–SCHREYER, D.–SINGLETON, C. [2021]: Causal effects of an absent crowd on performances and refereeing decisions during Covid-19. *Economics Letters*, Vol. 198. 109664. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2020.109664>.

- CORONA, F.–FORREST, D.–TENA, J. D.–WIPER, M. [2019]: Bayesian forecasting of UEFA Champions League under alternative seeding regimes. *International Journal of Forecasting*, Vol. 35. No. 2. 722–732. o. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2018.07.009>.
- CSATÓ LÁSZLÓ [2013]: Ranking by pairwise comparisons for Swiss-system tournaments. *Central European Journal of Operations Research*, Vol. 21. No. 4. 783–803. o. <https://doi.org/10.1007/s10100-012-0261-8>.
- CSATÓ LÁSZLÓ [2017]: On the ranking of a Swiss system chess team tournament. *Annals of Operations Research*, Vol. 254. No. 1–2. 17–36. o. <https://doi.org/10.1007/s10479-017-2440-4>.
- CSATÓ LÁSZLÓ [2020]: The UEFA Champions League seeding is not strategy-proof since the 2015/16 season. *Annals of Operations Research*, Vol. 292. No. 1. 161–169. o. <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03637-1>.
- CSATÓ LÁSZLÓ [2021]: Tournament Design: How Operations Research Can Improve Sports Rules. *Palgrave Pivots in Sports Economics*. Palgrave Macmillan, Cham, <https://doi.org/10.1007/978-3-030-59844-0>.
- CSATÓ LÁSZLÓ [2022]: UEFA against the champions? An evaluation of the recent reform of the Champions League qualification. *Journal of Sports Economics*, Vol. 23. No. 8. 991–1016. o. <https://doi.org/10.1177/15270025221074700>.
- CSATÓ LÁSZLÓ–MOLONTAY ROLAND–PINTÉR JÓZSEF [2023]: Tournament schedules and incentives in a double round-robin tournament with four teams. *Műhelytanulmány*, <https://doi.org/10.48550/arxiv.2204.08276>.
- CSURILLA GERGELY–GYIMESI ANDRÁS–KENDELÉNYI-GULYÁS ERIKA–STERBENZ TAMÁS [2021]: Where is victory most certain? The level of luck-based noise factor in Summer Olympic Games. *Acta Oeconomica*, Vol. 71. No. 3. 369–386. o. <https://doi.org/10.1556/032.2021.00018>.
- DAGAEV, D.–RUDYAK, V. [2019]: Seeding the UEFA Champions League participants: Evaluation of the reform. *Journal of Quantitative Analysis in Sports*, Vol. 15. No. 2. 129–140. o. <https://doi.org/10.1515/jqas-2017-0130>.
- DOBRÁNSZKY BLANKA–SZIKLAI BALÁZS RÓBERT [2020]: Az időn múlik? Egyéni teljesítménysportok hatékonyságvizsgálata Monte Carlo szimuláció segítségével. *Sigma*, 51. évf. 4. sz. 383–400. o.
- ELO, A. [1978]: *The Rating of Chess Players, Past and Present*. Arco, New York.
- ENGIST, O.–MERKUS, E.–SCHAFMEISTER, F. [2021]: The effect of seeding on tournament outcomes: Evidence from a regression-discontinuity design. *Journal of Sports Economics*, Vol. 22. No. 1. 115–136. o. <https://doi.org/10.1177/1527002520955212>.
- FIFA [2018]: Revision of the FIFA/Coca-Cola World Ranking. Kézirat, <https://digitalhub.fifa.com/m/f99da4f73212220/original/edbm045h0udbwbkqew35a-pdf.pdf>.
- FÜHRlich, P.–CSEH ÁGNES–LENZNER, P. [2021]: Improving ranking quality and fairness in Swiss-system chess tournaments. *Műhelytanulmány*, <https://doi.org/10.48550/arxiv.2112.10522>.
- GÁSQUEZ, R.–ROYUELA, V. [2016]: The determinants of international football success: A panel data analysis of the Elo rating. *Social Science Quarterly*, Vol. 97. No. 2. 125–141. o. <https://doi.org/10.1111/ssqu.12262>.
- GEENENS, G.–CUDDIHY, T. [2018]: Non-parametric evidence of second-leg home advantage in European football. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)*, Vol. 181. No. 4. 1009–1031. o. <https://doi.org/10.1111/rssa.12338>.

- GUYON, J. [2018]: What a fairer 24 team UEFA Euro could look like. *Journal of Sports Analytics*, Vol. 4. No. 4. 297–317. o. <https://doi.org/10.3233/JSA-180219>.
- HVATTUM, L. M.–ARNTZEN, H. [2010]: Using ELO ratings for match result prediction in association football. *International Journal of Forecasting*, Vol. 26. No. 3. 460–470. o. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2009.10.002>.
- KASSIES, B. [2023]: UEFA Coefficients calculation method. <https://kassiesa.net/uefa/calc.html>.
- LASEK, J.–SZLÁVIK ZOLTÁN–BHULAI, S. [2013]: The predictive power of ranking systems in association football. *International Journal of Applied Pattern Recognition*, Vol. 1. No. 1. 27–46. o. <https://doi.org/10.1504/ijapr.2013.052339>.
- O'CONNOR, R. [2021]: Sheriff Tiraspol: Champions League team from an unrecognised state. *BBC Sport*, szeptember 28. <https://www.bbc.com/sport/football/58729231>.
- PAGE, L.–PAGE, K. [2007]: The second leg home advantage: Evidence from European football cup competitions. *Journal of Sports Sciences*, Vol. 25. No. 14. 1547–1556. o. <https://doi.org/10.1080/02640410701275219>.
- PETRÓCZY DÓRA GRÉTA [2021]: Teljesítményalapú pénzfelosztás a Forma–1-ben páros összehasonlításokkal. *Sigma*, 52. évf. 1. sz. 63–76. o.
- POLLARD, R. [1986]: Home advantage in soccer: A retrospective analysis. *Journal of Sports Sciences*, Vol. 4. No. 3. 237–248. o. <https://doi.org/10.1080/02640418608732122>.
- SCHOKKAERT, J.–SWINNEN, J. [2016]: Uncertainty of outcome is higher in the Champions League than in the European Cup. *Journal of Sports Economics*, Vol. 17. No. 2. 115–147. o. <https://doi.org/10.1177/1527002514521628>.
- TRIGUERO-RUIZ–AVILA-CANO, A. [2022]: On competitive balance in the group stage of the UEFA Champions League. *Scottish Journal of Political Economy*, megjelenés alatt. <https://doi.org/10.1111/sjpe.12338>.
- UEFA [2022]: UEFA approves final format and access list for its club competitions as of the 2024/25 season. UEFA, május 10. <https://www.uefa.com/returntoplay/news/0275-151c779310c3-b92bbf0d24f9-1000--uefa-approves-final-format-and-access-list-for-its-club-competi/>.
- VAN EETVELDE, H.–LEY, C. [2019]: Ranking methods in soccer. Megjelent: *Kenett, R. S.–Longford, T. N.–Piegorsch, W.–Ruggeri, F.* (szerk.): Wiley StatsRef: Statistics Reference Online, 1–9. o. Springer, Hoboken, New Jersey. <https://doi.org/10.1002/9781118445112.stat08161>.