

SPORTBAJNOKSÁGOK TERVEZÉSE: TANULSÁGOK A FÉRFI KÉZILABDA BAJNOKOK LIGÁJÁBÓL

CSATÓ LÁSZLÓ

Számos sportbajnokságot a csoportkört követő egyenes kieséses szakasszal, vegyes lebonyolítási rendszerben szerveznek. Ennek során általában megközelítőleg azonos erejű csoportok kialakítására törekcszenek, ezért – amennyiben a csapatok ereje jelentősen különbözik – sok csoportmérkőzés eredményének bizonytalansága alacsonnyá válhat, ami hátrányosan érinti azok nézettségét. Ezért a férfi EHF Bajnokok Ligája, az európai kézilabda klubcsapatok legrangosabb tornája a 2015/16-os szezonról kezdve különböző erősségű csoportokkal indul. Az új formátumot szimulációs technikák segítségével hasonlítjuk össze egy hagyományos, azonos erejű csoportokon alapuló bajnoksággal. Megmutatjuk, hogy a változtatás révén növelhető a lejátszott mérkőzések színvonala és izgalmassága, azaz a mérkőzéseken átlagosan erősebb és kevésbé eltérő képességű csapatok játszanak, miközben továbbra sem képesek manipulálni a bajnokságot önmaguk gyengébbnek feltüntetésével. Eredményeink fontos üzenettel bírnak a döntéshozók számára. Ennek illusztrálásra alternatív mechanizmust javasunk az UEFA Bajnokok Ligája, az európai labdarúgóklubok részvételével játszott legrangosabb kupasorozat megrendezésére.

„A ki szereti a dorgálást, szereti a tudományt;
a ki pedig gyűlöli a fenyítéket, oktalan az.”

(Példabeszédek könyve 12:1)

1. Bevezetés

A sportbajnokságok két alapvető formátuma az egyenes kiesés (*knockout*) és a körmérkőzés (*round-robin*). Előbbi esetén egy adott forduló mérkőzéseinek győztesei játszanak a következő fordulóban, míg a vesztesek kiesnek a további küzdelemből. Az utóbbinál viszont az eredményektől függetlenül minden csapat megmérkőzik minden másikkal. Miután ez nagyszámú résztvevő esetén túlságosan sok mérkőzés lejátszását igényelné, ezért a többek között a sakkban alkalmazott

svájci rendszer (*Swiss system*) rögzített fordulózám mellett törekszik a legjobb kiválasztására, a korábban közel azonosan teljesítő játékosok párosításával [2].

Számos sportágban, például a kézilabdában, a kosárlabdában, vagy a labdarúgásban vegyes sportbajnokságokat is rendeznek, ahol jellemzően a körmérkőzéses csoportkört az egyenes kieséses szakasz követi. A csoportkör során – miután a mérkőzések száma a csoportot alkotó csapatok számának négyzetével arányosan növekszik – szintén több csoportba osztják a résztvevőket, melyekből az első néhány helyezett jut tovább, tehát a következő körbe kerülés esélyét döntően befolyásolja az ellenfelek ereje. Az azonos erejű csoportok kialakítását többnyire egy tradicionális sorsolási rendszer biztosítja: a csapatokat múltbeli teljesítményük alapján rangsorolják, majd k csoport és $m \times k$ csapat esetén az első kalapba sorolják a k legerősebb csapatot, a második kalapba a következő k csapatot, és így tovább, végül az utolsó, m -edik kalapba a leggyengébb k csapatot. Ezt követően minden csoport egy-egy csapatot kap mindegyik kalapból.

Az utóbbi időben több tanulmány foglalkozott e sorsolási folyamat igazságosságával [4, 12, 15], azonban tudomásunk szerint egyetlen cikk sem kérdőjelezte meg az azonos erejű csoportok kialakításának paradigmáját. Pedig sok esetben jelentős különbség van a csoportkörben induló csapatok között, a nézettség szempontjából viszont nem feltétlenül optimális az erős és gyenge csapatok egymás elleni mérkőzéseinek jelentős száma [3]. Ezért megfontolandó lehet a különböző erejű, nem kiegyensúlyozott csoportokat tartalmazó bajnokságok szervezése. Az alábbiakban ezt a problémát vizsgáljuk a férfi kézilabda Bajnokok Ligája példáján keresztül, a szakirodalomban gyakran használt szimulációs technikák segítségével [1, 6, 17, 18].

Munkánkkal szeretnénk hozzájárulni a téma hazai népszerűsítéséhez is. A különböző lebonyolítási rendszerek szimulációs összehasonlításával csupán egy friss magyar nyelvű műhelytanulmány foglalkozik: [10] az egyéni teljesítménysportok versenyformátumainak hatékonyságát vizsgálja. Ugyanakkor több cikk tárgyal a sportban felmerülő kérdéseket, például [11] a sportbajnokságokon belüli erőviszonyokat a statisztikában használt koncentrációs mérőszámok segítségével modellezi, míg [8] a labdarúgás büntetőpárba-jainak igazságosságát elemzi.

A cikk az alábbi felépítést követi. A 2. fejezet bemutatja a férfi kézilabda Bajnokok Ligája és egy alternatív, azonos erejű csoportokat tartalmazó bajnokság jellemzőit. A 3. fejezet az összehasonlítás technikáját, a 4. fejezet pedig a főbb eredményeket ismerteti. Ebből kiindulva az 5. fejezet az UEFA Bajnokok Ligája csoportkörének alternatív lebonyolítására tesz javaslatot. Tanulmányunkat rövid összeggel zárjuk.

2. Egy innovatív lebonyolítási rendszer

Az EHF (*European Handball Federation*, Európai Kézilabda-szövetség) által szervezett férfi kézilabda Bajnokok Ligája (BL) az európai klubcsapatok legrango-

sabb tornája. A versenysorozatot a 2015/16-os szezontól új, a klasszikustól eltérő lebonyolítási rendszer alapján rendezik meg.

A 28 résztvevőt két nyolccsapatos (A, B) és két hatcsapatos (C, D) csoportba osztják, ahol körmérkőzéseket játszanak, minden csapat az összes többivel egyszer otthon, egyszer idegenben mérkőzik meg. Az A és B csoportok első helyezettjei közvetlenül a negyeddöntőbe jutnak, az utolsó kettő kiesik, a fennmaradó öt-öt csapat pedig az első egyenes kieséses szakaszba kerül. A C és D csoportok utolsó négy csapata kiesik, az első két-két helyezett közül pedig a rájátszás két győztese szintén az első egyenes kieséses szakaszba jut, ahol így 12 csapat vesz részt, majd a hat továbbjutó a negyeddöntőbe jut. Ennek nyertesei alkotják a Final Four mezőnyét. Az egyenes kieséses szakasz minden párharca oda-visszavágós, kivéve a Final Fourt, melyet a 2009/10-es idénytől kezdve a kölni Lanxess Arénában rendeznek meg.

A sorozat sémáját [7, Figure A.1] vázolja, ezt a lebonyolítási rendszert a $D(8+6)$ szimbólummal jelöljük.

A hasonló lebonyolítási rendszerek számos szempontból értékelhetők, itt a $D(8+6)$ bajnokság egy „különlegességét” emeljük ki. A szimulációs vizsgálat során több célfüggvényt is meg fogunk vizsgálni.

2.1. Definíció. Egy bajnokság *kiegyensúlyozott (balanced)*, ha azonos képességű csapatok a sorsolást követően, *ex post* egyenlő valószínűséggel nyerhetnek.

2.1. ÁLLÍTÁS. A $D(8+6)$ bajnokság *nem kiegyensúlyozott*.

Bizonyítás. Tekintsünk egy A vagy B csoportba sorsolt csapatot. Ez $1/8$ valószínűséggel csoportgyőztes lesz, $1/4$ valószínűséggel kiesik, $5/8$ valószínűséggel pedig az első egyenes kieséses szakaszba kerül, ahonnan $1/2$ valószínűséggel jut tovább. Tehát a negyeddöntő elérésének valószínűsége $1/8 + 5/8 \times 1/2 = 7/16$, az elődöntőé $7/32$, a végső győzelemé pedig $7/128$.

Ezzel szemben egy C vagy D csoportba sorsolt csapat $1/3$ valószínűséggel vehet részt a rájátszásban, $1/6$ eséllyel jut az első egyenes kieséses szakaszba, $1/12$ valószínűséggel pedig a negyeddöntőbe. Az elődöntőbe kerülés esélye $1/24$, míg a trófea megszerzéséé $1/96$. Tehát azonos képességű csapatok közül a szerencsésebb $84/16 = 5,25$ -ször akkora valószínűséggel nyerhet. \square

Az összehasonlíthatóság érdekében konstruáltunk egy hasonló, de azonos erejű csoportokat tartalmazó, szintén 28 résztvevős formátumot, melyet a $D(4 \times 7)$ szimbólummal jelölünk. Ez négy hétcsapatos csoportból áll, melyekből az első kettő közvetlenül a nyolcaddöntőbe, a legjobb 16 közé jut, a következő négy, tehát összesen 16 csapat pedig egymással játszik a nyolcaddöntő fennmaradó nyolc helyéért, az utolsó kiesik. A rendszer sémáját [7, Figure A.2] mutatja.

2.2. ÁLLÍTÁS. A $D(4 \times 7)$ bajnokság *kiegyensúlyozott*.

A két formátum mérkőzéseit az 1. táblázat összegzi.

1. táblázat. Mérkőzések száma

Lebonyolítási rendszer	$D(8 + 6)$	$D(4 \times 7)$
A és B csoport	112	84
C és D csoport	60	84
Rájátszás	4	—
Első egyenes kieséses szakasz	12	16
Nyolcaddöntő	—	16
Negyeddöntő	8	8
Final Four	4	4
Összesen	200	212

3. Az összehasonlítás módszertana

Különböző bajnokságok összehasonlításának megszokott eszköze a Monte-Carlo szimulációk használata: az egyes mérkőzések eredményét valószínűségi változónak tekintve egy futtatás a bajnokság egy lehetséges kimenetelét jelenti, melyekből elég sokat elvégezve megbecsülhető a keresett mérőszámok eloszlása.

[6] nyomán feltesszük, hogy az i csapat az alábbi rögzített valószínűséggel győzi le a j csapatot:

$$p_{ij} = \frac{1}{1 + [(i + \beta)/(j + \beta)]^\alpha}, \quad (1)$$

ahol $\alpha, \beta \geq 0$ paraméterek, $1 \leq i, j \leq 28$ pedig a csapatok „azonosítói” vagy indexei, amit azok erejének mércéjeként értelmezhetünk, hasonlóan a sakkból ismert Élő-pontrendszerhez. A döntetlen lehetőségét kizárjuk.

A témában született, elsősorban a labdarúgással foglalkozó cikkek többsége ugyan specifikus előrejelző modelleket használ [18], azonban a különböző lebonyolítási rendszereket elméleti alapon vizsgáló szerzők általában a fentihez hasonló megoldással élnek [1, 17]. A kézilabda-mérkőzések modellezése eleve nehéz feladat, az eredményeket számos, egyszerre aligha figyelembe vehető tényező befolyásolhatja. Emellett célunk nem pusztán a férfi kézilabda BL által használt formátum értékelése, hanem minél általánosabb következtetések levonása. Végül, összehasonlító célokra lényegében bármilyen „értelmes” valószínűségi modell használható, bár ennek áráként a mérőszámok önmagukban nem, csak egymáshoz viszonyítva értékelhetők [1].

Az (1) formula által adott valószínűségek jelennek meg a [14] és [16] cikkekben $\beta = 0$ mellett. A paramétert a férfi kézilabda-világbajnokságok lebonyolítási rendszereit összehasonlító tanulmányunk [6] vezette be azért, hogy csökkenjen a legerősebb csapatok közötti egyenlőtlenség. Itt végig a $\beta = 24$ értéket használjuk.

Az α változó a csapatok erőkülönbségét mutatja, növelésével egyre fokozódik ennek mértéke. Érzékenységvizsgálat céljából három különböző ($\alpha = 3, 4, 5$) értéket választottunk. Ekkor a $k - 1$ indexű csapat 55%-nál kisebb valószínűséggel győzi le a k indexűt még $\alpha = 5$ esetén is, ugyanakkor lényeges különbség van a résztvevők ereje között, a legjobb csapat már $\alpha = 3$ mellett 80%-nál nagyobb eséllyel nyer a 13 legrosszabb ellen.

A sorsolásnak értelemszerűen jelentős szerepe lehet az egyenes kieséses bajnokságok várható eredményében [13, 19]. Esetünkben az egyenes kieséses szakasz már determinisztikus – kivéve a Final Fourt, ahol véletlenszerűen választanak az elődöntők három lehetséges párosítása közül –, a csapatok csoportokba osztása azonban nem. Bár a férfi kézilabda BL sorsolása kevésbé szabályozott, úgy tűnik, az EHF Végrehajtó Bizottsága arra törekszik, hogy a 16 legerősebb csapat kerüljön az A és B, a maradék 12 pedig a C és D csoportokba. Tehát a tradicionális eljárásnak megfelelően az 1. kalapba osztjuk a két legerősebb, a 2. kalapba a következő kettő, végül a 14. kalapba a két leggyengébb csapatot, majd az A és B csoportok véletlenszerűen egy-egy csapatot kapnak az 1-8., a C és D csoportok pedig egy-egy csapatot kapnak a 9-14. kalapokból. Ezt a változatot a $D(8 + 6)/S$ szimbólummal jelöljük. A tradicionális, kiegyensúlyozott csoportokat tartalmazó $D(4 \times 7)$ formátum esetén ugyanezt az elvet követjük, azaz az ℓ -edik kalapba kerül a négy $4\ell - 3$ és 4ℓ közötti indexű csapat, majd mindegyik csoport mindegyik kalapból véletlenszerűen kap egy-egy csapatot. Ez a $D(4 \times 7)/S$ változat.

Mivel a valóságban előzetesen nem ismert, csak becsülhető az egyes csapatok játékereje, mindkét formátum esetén két változatot vizsgálunk. Az optimálisan sorsolt bajnokságok szervezőjének tökéletes információja van a csapatok képességeiről, tehát a két legerősebb csapat biztosan nem kerül azonos csoportba. A másik, szélsőségesen véletlenszerűnek tekinthető verzióban a csapatok sorsolás során használt indexét sztochasztikussá tesszük, ezzel bizonytalanságot viszünk a sorsolásba, miközben a csapatok valódi ereje változatlan marad: a kalapokba osztást a csapatok $44 \times Rnd + (28 - i)$ képlettel kapott ideiglenes címkéje alapján végezzük, ahol i a csapat ereje, Rnd pedig egy, a $[0, 1)$ intervallumból egyenletes elosztással húzott szám. Az így sorsolt formátumokat a $D(8 + 6)/R$ és $D(4 \times 7)/R$ szimbólumokkal jelöljük. Ekkor a legerősebb csapat mintegy 85%-os valószínűséggel kerül a $D(8 + 6)$ bajnokság erősebb A vagy B csoportjaiba (szemben a teljes bizonytalanságot feltételező 57,14%-kal), és még a leggyengébb csapatnak is 25% körüli esélye van erre [7, Figure 2]. Azt gondoljuk, a múltbeli teljesítmény alapján ennél biztosabban is előrejelezhető a csapatok ereje, annak ellenére, hogy a férfi kézilabda BL 2017/18-as kiírását a Montpellier Handball (az előző évi francia bajnokságban 4. helyezett) csapata a C csoportból nyerte meg.

A csoportmeccsek eredménye közvetlenül meghatározható az (1) formula alapján. Ugyanez igaz a Final Fourra. Az egyenes kieséses szakaszban már bonyolultabb a helyzet, hiszen a párharcok két mérkőzésből állnak. Ezért azt a megoldást választottuk, hogy a két csapat „formálisan” három mérkőzésen dönti el a párharc

cot, más megfogalmazással, az egy-egy győzelem után kialakuló patthelyzetet egy újabb mérkőzés lejátszásával oldják fel. Ennek oka, hogy a rögzített valószínűségeket tartalmazó modellünkben a két mérkőzés után még döntetlenre álló párharc győztesének 50-50%-os valószínűséggel történő, véletlenszerű sorsolása pontosan ekvivalens azzal, mint amikor csupán egyetlen mérkőzést játszanak le – holott egy helyett két mérkőzés rendezése nyilvánvalóan az erősebbnek kedvez. Bár ez a megoldás némileg fokozza a csapatok képességének különbözőségét, a torzítás hatása azonban hasonló az α paraméter növeléséhez, amire vonatkozóan érzékenységvizsgálatot végzünk.

A 2. fejezet alapján a hazai pálya előnyétől eltekinthetünk, mert a csoportok és az egyenes kieséses szakasz összes mérkőzése oda-visszavágós a semleges pályán rendezett Final Four kivételével.

4. Eredmények

A 28 csapatos bajnokság két formátumának összehasonlítására három mérőszámot vizsgálunk: (1) a legerősebb csapatok kiválasztásának képességét (a lebonyolítás hatékonyságát) tükrözi az első, a második, a harmadik és a negyedik helyezett átlagos indexszáma; (2) az összes lejátszott mérkőzés színvonalát mutatja az azokat játszó csapatok indexei összegének átlaga; (3) a várható erőkoncentrációt (*competitive balance*) a mérkőzéseket játszó csapatok indexszámainak átlagos különbségével számszerűsítjük.

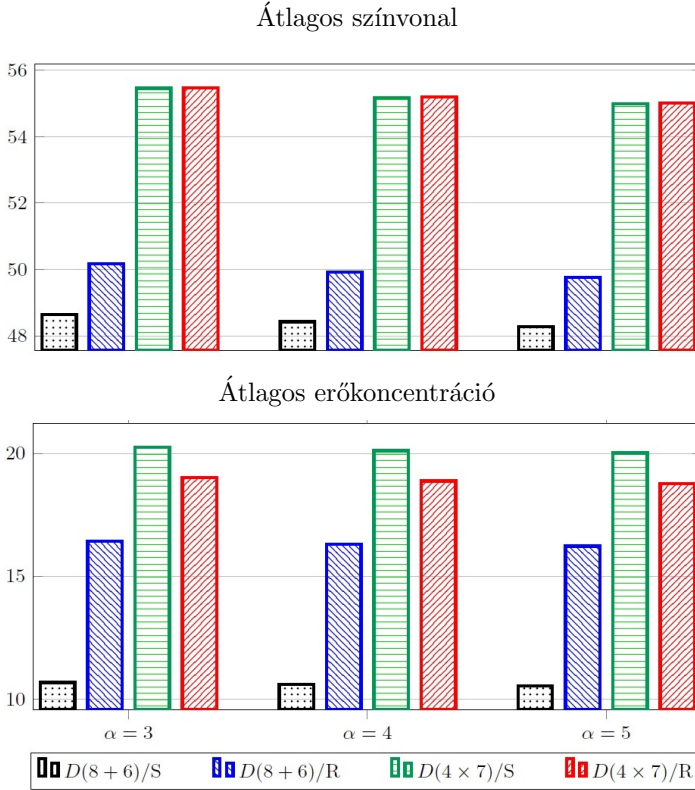
Az eredményeket részletesen, ábrákkal illusztrálva tárgyalja [7], itt csak röviden ismertetjük azokat. Az 1. ábra alapján a $D(8 + 6)$ formátumot alkalmazva mindegyik mutató tekintetében kedvezőbb (alacsonyabb) várható értéket kapunk. Előnye különösen jelentős a két elsődleges cél, a mérkőzések átlagos színvonala és erőkoncentrációja tekintetében, bár a nem tökéletes sorsolás érthető módon sokat ront teljesítményén. Ezzel szemben a hagyományos $D(4 \times 7)$ rendszer jellemzőit alig befolyásolja ez a választás, sőt a mérkőzések várható erőkoncentrációja tekintetében kismértékű javulás következik be a nem tökéletes sorsolásnál, mert megengedi a kizárólag erős vagy gyenge csapatok alkotta csoportok létrejöttét.

Mivel a szervezők számára ez valószínűleg a hatékonyság csekély romlásával együtt is elfogadható lenne, annak – a kevesebb lejátszott mérkőzés ellenére – előnyösebb értéke tovább erősíti a $D(8 + 6)$ formátum fölényét.

Ugyanakkor felmerülhet, nem lehetséges-e visszaélni az eltérő csoportterösszeggel, azaz szándékosan gyenge teljesítményt nyújtva a C vagy D csoportba kerülni, hátha onnan indulva, gyengébb ellenfelekkel játszva könnyebben kiharcolható a győzelem. A kérdés nem csak elméleti jelentőségű, hiszen, mint már említettük, a férfi kézilabda BL 2017/18-as szezonját egy C csoportba sorsolt csapat nyerte.

Ennek vizsgálatára az 1-8. és 18-28. csapatok esetén megtartottuk eredeti indexszámukat, a 9. legjobb a 17-es, a 10-17. csapatok pedig az eredetinel egyvel

1. ábra. Az összes lejátszott mérkőzés jellemzői



kisebb azonosítót kaptak. $\alpha = 3$ és tökéletes sorsolás esetén a 9. legerősebb csapat kimondottan rosszul jár ezzel a változtatással, de a többi esetben sem kerül kedvezőbb helyzetbe a 8. legjobb csapatnál. Azaz a $D(8+6)$ lebonyolítási rendszer nem érzékeny az ehhez hasonló stratégiai manipulációra.

Az összes fenti eredmény robusztus az α paraméter vizsgált értékeire nézve.

5. Kitekintés

A labdarúgásban szintén megfigyelhető bizonyos csapatok eltérő kezelése. Az UEFA (*Union of European Football Associations*, Európai Labdarúgó-szövetség) által szervezett Bajnokok Ligája selejtezőjében a 2009/10-es idénytől kezdve a bajnokcsapatok és a nem bajnokok külön ágon versengenek. A 2018 szeptemberétől megrendezett Nemzetek Ligája az 55 nemzeti válogatottat múltbéli teljesítményük alapján négy ligába osztja.

Ezek alapján felmerülhet a nem kiegyensúlyozott csoportok bevezetése az UEFA Bajnokok Ligája, az európai klubcsapatok legrangosabb éves tornájának reformja során, melynek egyik legfontosabb célja a mérkőzések közvetítéséből származó bevételek növelése. Jelenleg a 32 résztvevőt nyolc négycsapatos csoportba osztják, lényegében a tradicionális megoldást követve [5, 9]. Ennek egy alternatívája lehetne, ha a 16 legjobb, jelenleg az első két kalapból húzott csapat kerülne a négy erősebb, a következő 16, a 3. és 4. kalapból húzott csapat pedig a négy gyengébb csoportba, majd az erősebb csoportokból három-három, a gyengébbekből egy-egy csapat jutna a nyolcaddöntőbe. Ezzel a megoldással úgy lenne növelhető a vezető klubok közötti mérkőzések száma, hogy a kis, szegényebb csapatokat sem fosztanák meg a trófea megszerzésének lehetőségétől.

6. Összefoglalás

A cikk a vegyes formátumban, a csoportkört követő egyenes kieséses szakasszal szervezett bajnokságok optimális lebonyolításának kérdését vizsgálta. A férfi kézilabda Bajnokok Ligája példáján keresztül megmutattuk, megfontolásra érdemes a nem kiegyensúlyozott, különböző erejű csoportokat tartalmazó formátumok használata, mert ezáltal növelhető a mérkőzések átlagos színvonala és izgalmassága.

Köszönetnyilvánítás

Köszönöm édesapám segítségét a szimulációk elkészítésében.

Hálás vagyok *Petróczy Dóra Gréta* hasznos megjegyzéseiért.

A kutatást az MTA Prémium posztdoktori kutatói program PPD2019-9/2019 számú pályázata támogatta.

Hivatkozások

- [1] D. R. APPLETON: *May the best man win?*, Journal of the Royal Statistical Society: Series D (The Statistician), Vol. **44** No. **4**, pp. 529-538 (1995). DOI: [10.2307/2348901](https://doi.org/10.2307/2348901)
- [2] P. BIRÓ, T. FLEINER, AND R. P. PALINCZA: *Designing chess pairing mechanisms*, In: A. FRANK, A. RECSKI, AND G. WIENER, *Proceedings of the 10th Japanese-Hungarian Symposium on Discrete Mathematics and Its Applications*, Department of Computer Science and Information Theory, Budapest University of Technology and Economics, pp. 77-86 (2017). URL: <http://real.mtak.hu/80732/1/jXaio4T11ygd57.pdf>
- [3] J. BORLAND AND R. MACDONALD: *Demand for sport*, Oxford Review of Economic Policy, Vol. **19** No. **4**, pp. 478-502 (2003). DOI: [10.1093/oxrep/19.4.478](https://doi.org/10.1093/oxrep/19.4.478)

- [4] S. CEA, G. DURÁN, M. GUAJARDO, D. SAURÉ, J. SIEBERT, AND G. ZAMORANO: *An analytics approach to the FIFA ranking procedure and the World Cup final draw*, Annals of Operations Research, Vol. **286** No. **1-2**, pp. 119-146 (2020). DOI: [10.1007/s10479-019-03261-8](https://doi.org/10.1007/s10479-019-03261-8).
- [5] F. CORONA, D. FORREST, J. D. TENA, AND M. WIPER: *Bayesian forecasting of UEFA Champions League under alternative seeding regimes*, International Journal of Forecasting, Vol. **35** No. **2**, pp. 722-732 (2019). DOI: [10.1016/j.ijforecast.2018.07.009](https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2018.07.009).
- [6] L. CSATÓ: *A simulation comparison of tournament designs for the World Men's Handball Championships*, International Transactions in Operational Research, megjelenés alatt. DOI: [10.1111/itor.12691](https://doi.org/10.1111/itor.12691).
- [7] L. CSATÓ: *Optimal tournament design: lessons from the men's handball Champions League*. arXiv: [1811.11850v5](https://arxiv.org/abs/1811.11850v5)
- [8] L. CSATÓ AND D. G. PETRÓCZY: *Hogyan tehető igazságosabbá a labdarúgó mérkőzéseket követő büntetőpárbaj?*, Statisztikai Szemle, Vol. **97** No. **8**, pp. 779-798 (2019). DOI: [10.20311/stat2019.8.hu0779](https://doi.org/10.20311/stat2019.8.hu0779)
- [9] D. DAGAEV AND V. RUDYAK: *Seeding the UEFA Champions League participants: Evaluation of the reform*, Journal of Quantitative Analysis in Sports, Vol. **15** No. **2**, pp. 129-140 (2019). DOI: [10.1515/jqas-2017-0130](https://doi.org/10.1515/jqas-2017-0130)
- [10] B. DOBRÁNSZKY AND B. R. SZIKLAI: *Az időn múlik? Egyéni teljesítménysportok hatékonyságvizsgálata Monte Carlo szimuláció segítségével*, IEHAS discussion paper series MT-DP – 2019/19. URL: <http://real.mtak.hu/103013/1/MTDP1919.pdf>
- [11] D. I. FÜRÉSZ AND G. RAPPAI: *Koncentrációs mérőszámok „sportos” szerepkörben*, Statisztikai Szemle, Vol. **96** No. **10**, pp. 949-972 (2018). DOI: [10.20311/stat2018.10.hu0949](https://doi.org/10.20311/stat2018.10.hu0949)
- [12] J. GUYON: *Rethinking the FIFA World CupTM final draw*, Journal of Quantitative Analysis in Sports, Vol. **11** No. **3**, pp. 169-182 (2015). DOI: [10.1515/jqas-2014-0030](https://doi.org/10.1515/jqas-2014-0030)
- [13] F. K. HWANG: *New concepts in seeding knockout tournaments*, The American Mathematical Monthly, Vol. **89** No. **4**, pp. 235-239 (1982). DOI: [10.1080/00029890.1982.11995420](https://doi.org/10.1080/00029890.1982.11995420)
- [14] D. A. JACKSON: *Independent trials are a model for disaster*, Applied Statistics, Vol. **42** No. **1**, pp. 211-220 (1993). DOI: [10.2307/2347421](https://doi.org/10.2307/2347421)
- [15] P. LALIENA AND F. J. LÓPEZ: *Fair draws for group rounds in sport tournaments*, International Transactions in Operational Research, Vol. **26** No. **2**, pp. 439-457 (2019). DOI: [10.1111/itor.12565](https://doi.org/10.1111/itor.12565)
- [16] É. MARCHAND: *On the comparison between standard and random knockout tournaments*, Journal of the Royal Statistical Society: Series D (The Statistician), Vol. **51** No. **2**, pp. 169-178 (2002). DOI: [10.1111/1467-9884.00309](https://doi.org/10.1111/1467-9884.00309)
- [17] T. MCGARRY AND R. W. SCHUTZ: *Efficacy of traditional sport tournament structures*, Journal of the Operational Research Society, Vol. **48** No. **1**, pp. 65-74 (1997). DOI: [10.1057/palgrave.jors.2600330](https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2600330)
- [18] P. SCARF, M. M. YUSOF, AND M. BILBAO: *A numerical study of designs for sporting contests*, European Journal of Operational Research, Vol. **198** No. **1**, pp. 190-198 (2009). DOI: [10.1016/j.ejor.2008.07.029](https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.07.029)
- [19] A. J. SCHWENK: *What is the correct way to seed a knockout tournament?*, The American Mathematical Monthly, Vol. **107** No. **2**, pp. 140-150 (2000). DOI: [10.1080/00029890.2000.12005171](https://doi.org/10.1080/00029890.2000.12005171)



Csató László 1987-ben született. A Budapesti Corvinus Egyetem gazdaságelemzés BSc (2009) és gazdaság-matematikai elemző MSc (2011) szakán végzett. PhD fokozatát 2015-ben a Budapesti Corvinus Egyetemen szerezte Fülöp János és Temesi József témavezetésével. Elismerései: BCE Kutatási Kiválósági Díj (2016), MTA Prémium posztdoktori kutatói program (2016–2019, 2019–2022), Farkas Gyula emlékdíj (2018). 2014 óta oktat a BCE Operációkutatás és Aktuáriustudományok Tanszékén, 2017-től egyetemi adjunktusként, emellett 2016 óta az (MTA) SZTAKI Operációkutatás és Döntési Rendszerek Kutatócsoportjának tudományos munkatársa. Fő kutatási területei a döntéselmélet, a játékelmélet és az operációkutatás a sportban. 17 angol nyelvű cikke közül 15 impact faktoros, 15 egyszerűs.

CSATÓ LÁSZLÓ

Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet
1111 Budapest, Kende utca 13-17.
csato.laszlo@sztaki.hu

Budapesti Corvinus Egyetem
Operációkutatás és Aktuáriustudományok Tanszék
1093 Budapest, Fővám tér 13-15.
laszlo.csato@uni-corvinus.hu

HOW TO DESIGN HYBRID TOURNAMENTS: LESSONS FROM THE MEN'S HANDBALL CHAMPIONS LEAGUE

LÁSZLÓ CSATÓ

Many sports tournaments are organised in a hybrid design consisting of a round-robin group stage followed by a knock-out phase. The traditional seeding regime aims to create balanced groups roughly at the same competition level but may result in several uneven matches when the quality of the teams varies greatly. Our paper is the first challenging this classical solution through the example of the men's EHF (European Handball Federation) Champions League, the most prestigious handball club competition in Europe, which has used unbalanced groups from the 2015/16 season. Its particular design is compared to an alternative format with equally strong groups. We find that it is possible to increase the quality of all matches played together with raising the uncertainty of outcome, essentially without sacrificing fairness. Our results have useful implications for the governing bodies of major sports. As an illustration, a new format is proposed for the UEFA (Union of European Football Associations) Champions League, which guarantees more matches between the elite clubs.

Keywords: OR in sports; tournament design; simulation; handball; competitive balance

Mathematics Subject Classification (2000): 62F07, 68U20

Alkalmazott Matematikai Lapok (2020)