

Csató László

Paradoxonok a sportversenyek szabályaiban



TYPOTEX

A könyv megjelenését a Magyar Tudományos Akadémia támogatta.



© Csató László, Typotex, Budapest, 2023

Engedély nélkül semmilyen formában nem másolható!

Lektorálta Bozóki Sándor

ISBN 978 963 493 274 1

Kedves Olvasó!

Köszönjük, hogy kínálatunkból választott olvasnivalót!

Újabb kiadványainkról és akcióinkról a www.typotex.hu

és a facebook.com/typotexkiado oldalakon értesülhet.

Typotex Kiadó

Alapította Votisky Zsuzsa, 1989

A kiadó az 1795-ben alapított Magyar Könyvkiadók
és Könyvterjesztők Egyesületének tagja.

Felelős kiadó: Németh Kinga

Főszerkesztő: Balázs Péter

Felelős szerkesztő: Erő Zsuzsa

A borítót készítette: Szalay Éva

Tartalom

Előszó	11
1. Egy koronavírus inspirálta probléma: rangsorolás nem befejezett körmérkőzéses bajnokságokban	19
1.1. Mi történt 2020 tavaszán a be nem fejezett bajnokságokkal? . . .	20
1.2. A körmérkőzéses sportbajnokságok rangsorának tulajdonságai .	22
1.3. Egy észszerű rangsorolási módszercsalád	24
1.4. Alkalmazás: a francia labdarúgás első osztályának 2019/20-as szezonja	27
1.5. Ajánlások a sportszövetségek számára	30
1.6. Összegzés	30
2. Hogyan lehetne igazságosabban rúgni a tízenegyeseket?	33
2.1. A büntetőpárbajok szerepe a labdarúgásban	35
2.2. Szabályok és valószínűségek	37
2.2.1. Büntetőrúgási mechanizmusok	37
2.2.2. Az eljárások bonyolultsága	42
2.2.3. Valószínűségi modellek	47
2.2.4. Kapcsolódó problémák és lehetséges kiterjesztések	48
2.3. Eredmények	51
2.3.1. Nyerési valószínűségek a hirtelenhalál-szakaszban	51
2.3.2. Illusztráció: kétkörös büntetőpárbaj az M1 modellben . . .	53
2.3.3. Analitikus állítások	57
2.3.4. A mechanizmusok igazságosságának értékelése	60
2.3.5. A szabályok izgalmassága és csalásbiztossága	65
2.4. Összegzés	74
3. FIFA kontra UEFA, avagy hogyan szervezzünk (majdnem) tökéletes 24 csapatos labdarúgótornát?	77
3.1. A hagyományos egyenes kieséses ágak előnyei és hátrányai . .	79

3.2.	A méltányosság javítása: elmélet	85
3.3.	A méltányosság javítása: gyakorlat	88
3.4.	Az alternatív egyenes kieséses ágak összehasonlítása	92
3.5.	Összegzés	95
4.	Nem mindig érdemes győzni: párhuzamos kvalifikáció az európai kupasorozatokban	97
4.1.	Az UEFA Európa Liga kvalifikáció egykori problémája	98
4.1.1.	Háttér	99
4.1.2.	Egy valós példa	99
4.1.3.	Értékelés és következmények	101
4.2.	Az UEFA Bajnokok Ligája kvalifikáció átmeneti tökéletlensége	103
4.2.1.	Háttér	103
4.2.2.	Egy hipotetikus példa	104
4.2.3.	Értékelés és következmények	105
4.3.	Az UEFA Bajnokok Ligája csoportkör jelenlegi sorsolásának hibája	107
4.3.1.	A sorsolási mechanizmus	107
4.3.2.	Egy hipotetikus példa	109
4.3.3.	Értékelés	111
4.4.	Összegzés	113
5.	Miért elhibázott sok sportverseny sorsolása?	115
5.1.	Motiváló példák	116
5.2.	Matematikai háttér	120
5.3.	Értékelés	121
5.4.	Összegzés	125
6.	Az anonimitás csődje: csoportkörös bajnokságok rossz ösztönzői	127
6.1.	Segédcsoportos csoportkört tartalmazó selejtezőrendszerek	128
6.1.1.	Előzmények	129
6.1.2.	Egy valós példa	129
6.1.3.	Értékelés és következmények	133
6.1.4.	Az ösztönzéskompatibilitás ellenőrzése	134
6.1.5.	A csalásbiztosság garantálása	138
6.2.	Több csoportkörből álló tornák	144
6.2.1.	Háttér	144
6.2.2.	Egy valós példa	145
6.2.3.	Több, egymást követő csoportkörös bajnokságok	149

6.2.4.	A csalásbiztosság garantálása	153
6.3.	Összegzés	154
7.	Hogyan lett Észak-Macedónia futballnagyhatalom? A 2020-as labdarúgó-EB selejtezőrendszerének problémái	155
7.1.	A 2020-as labdarúgó-Európa-bajnokság selejtezőrendszerének felépítése	157
7.1.1.	A 2018/19-es UEFA Nemzetek Ligája	157
7.1.2.	A 2020-as labdarúgó-Európa-bajnokság selejtezője	158
7.1.3.	A 2020-as labdarúgó-Európa-bajnokság pótselejtezője	160
7.1.4.	Áttekintés	164
7.2.	A selejtezőrendszer ösztönzésinkompatibilitása	167
7.2.1.	Háttér	167
7.2.2.	Hogyan érhető el a csalásbiztosság?	169
7.3.	A pótselejtező hibái	171
7.3.1.	Logikai inkonzisztencia	171
7.3.2.	Méltánytalanság	173
7.3.3.	Megoldási javaslatok	177
7.4.	A selejtezőrendszer monotonitásának sérülése	179
7.4.1.	A szimulációs módszertan	180
7.4.2.	Számítási eredmények	183
7.4.3.	Egy következmény: a győzelem büntetése	184
7.4.4.	Úton a monotonitás felé	187
7.4.5.	Elméleti alátámasztás	189
7.5.	Összegzés	192
	Hivatkozások	197
	Ábrák jegyzéke	214
	Táblázatok jegyzéke	216

*Vagy valamely király, mikor háborúba megy, hogy egy másik királlyal meg-
ütközzék, nemde leülván először tanácskozik, hogy tízezerrel szembeszál-
hat-é azzal, a ki ő ellene húszezerrel jött?*

Lukács evangéliuma 14:31

Előszó

1806-ban Pfuel volt az egyik összeállítója annak a haditervnek, amely Jénát és Auerstädtet eredményezte, de ennek a háborúnak a végkimenetelében semmilyen bizonyítékot nem látott arra, hogy elmélete téves volna. Ellenkezőleg, az ő véleménye szerint minden kudarc egyedi oka az volt, hogy eltértek az elméletétől, s ezt a rá jellemző kárörömmel le is szögezte: „Én megmondtam, hogy megeszi a fene az egészet!” Pfuel azok közé a teoretikusok közé tartozott, akik úgy beleszeretnek az elméletükbe, hogy elfelejtik az elmélet célját, vagyis a gyakorlatba való átültethetőségét; annyira szerelmes volt az elméletbe, hogy gyűlölt minden gyakorlatiasságot, tudni sem akart róla. Még örült is a kudarcnak, mert ez a kudarc, amely abból eredt, hogy a gyakorlatban eltértek az elmélettől, éppenséggel bebizonyította elmélete igazát.¹

Lev Tolsztoj: *Háború és béke*

A sport olyan fizikai vagy szellemi tevékenység, melynek célja többek között a képességek fejlesztése, a közösségépítés, különböző eredmények elérése, és nem utolsósorban a versenyzés. Napjainkban egyre fontosabbá válik a sport szórakoztató funkciója, a sportesemények világszerte a legnézettebb televíziós műsorok közé tartoznak, és hatalmas aktivitást váltanak ki a közösségi médiában. A sportfogadás kikapcsolódást, vagy akár megélhetést kínálhat azok számára is, akik nem aktív sportolók.

A versenyek igazságosságának garantálása, a résztvevő sportolók és csapatok, valamint nem utolsósorban a szurkolók igényeinek kiszolgálása

¹ Tolsztoj, L.: *Háború és béke*. Harmadik könyv, Első rész, 10. fejezet. 21. Század Kiadó, 2022. 2. kötet, 52.

1. táblázat. Az 1982-es labdarúgó-világbajnokság
2. csoport

(a) Csoportmérkőzések

Időpont	Egyik csapat	Másik csapat	Eredmény
1982. június 16.	NSZK	Algéria	1-2
1982. június 17.	Chile	Ausztria	0-1
1982. június 20.	NSZK	Chile	4-1
1982. június 21.	Algéria	Ausztria	0-2
1982. június 24.	Algéria	Chile	3-2
1982. június 25.	NSZK	Ausztria	—

(b) Állás az utolsó mérkőzés előtt

Hely	Csapat	Gy	D	V	G+	G–	Gk	Pont
1	Ausztria	2	0	0	3	0	+3	4
2	Algéria	2	0	1	5	5	0	4
3	NSZK	1	0	1	5	3	+2	2
3	Chile	0	0	3	3	8	–5	0

Rövidítések: Hely = Helyezés; Gy = Győzelem; D = Döntetlen; V = Vereség; G+ = Szerzett gólok; G– = Kapott gólok; Gk = Gólkülönbség.

azonban csak szabályok – a bajnokság formátuma, a rangsorolási módszer vagy a sorsolási mechanizmus – sokasága által érhető el. Ezek ideális esetben nem a döntéshozók önkényes választásán, hanem alapos kutatások eredményein alapulnak. Jelen kötet a sportversenyek lebonyolításának tudományos szempontú elemzésére tesz kísérletet: a szabályokban megfigyelhető anomáliákat és az azok kiküszöbölésére tett kísérleteket fogjuk vizsgálni sporttörténeti példákon keresztül. Természetesen a legtöbb esetben nem létezik tökéletes, minden lehetséges elvárást teljesítő szabályrendszer; reményeink szerint az Olvasó mégis azzal az érzéssel állhat fel egy-egy fejezet elolvasása után, hogy az alapos elemzést követően javasolt változtatás „jobbá tenné a sport világát”.

Illusztrációként tekintünk a „gijóni megneemtámadási szerződés” néven elhíresült mérkőzést.² Az 1982-es labdarúgó-világbajnokság 2. csoportjának

² Magyar nyelven nem érzékelhető teljes mértékben a *Nichtangriffspakt von Gijón* kifejezés jelentése, ami egyrészt utal Molotov–Ribbentrop-paktumra, másrészt az így megteremtett történelmi

utolsó mérkőzésén az NSZK és Ausztria válogatottja játszott egymással a spanyolországi Gijón városában. A korábbi eredményeket és az aktuális állást az 1. táblázat foglalja össze. A győzelem két, a döntetlen egy pontot ért, azonos pontszám esetén a gólkülönbség döntött. A csoportból az első két csapat jutott tovább.

Nyugatnémet győzelem esetén a 2. csoport négy csapatából háromnak is 4-4 pontja lett volna. Ha az osztrákok legfeljebb 2 góllal kapnak ki, akkor az NSZK-val együtt továbbjutnak. A 10. percben a németek *Horst Hrubesch* góljával vezetést szereztek. A hátralevő 80 percben viszont semmi érdemi esemény nem történt, Ausztria nem kockáztatott az egyenlítésért a nagyobb vereség elkerülése érdekében. Algéria hiába óvta meg a mérkőzést, a két európai csapat semmit sem vétett a szabályok ellen, így a Nemzetközi Labdarúgó-szövetség (FIFA) nem indított vizsgálatot. Ugyanakkor megváltoztatták a labdarúgó-világbajnokság (és több más torna, például a labdarúgó-Európa-bajnokság) lebonyolítását: az 1986-os kiírástól a csoportok utolsó mérkőzéseit azonos időpontban kezdik. Ez részben megszüntette a fentihez hasonló feltételezett összejátszás veszélyét (Kendall és Lenten, 2017), de csak 2021-ben jelent meg az első olyan tudományos munka, amely megadta a csoportmérkőzéseknek az ilyen szituációk számát – bizonyos feltételek mellett – minimalizáló optimális sorrendjét (Chater et al., 2021).

* * *

Az alábbiakban röviden összefoglaljuk könyvünk szerkezetét.

Első témánkat a koronavírus-járvány inspirálta, melynek nyomán 2020 tavaszán szinte minden sportbajnokságot felfüggesztettek. Ezért felmerül a kérdés: Hogyan értékelhetjük a csapatok teljesítményét egy olyan körmérkőzéses versenyen, ahol a tervezett mérkőzések egy részét nem játszottak le? A befejezetlen játékok igazságos lezárásának problémája már a XVII. században, *Blaise Pascal* és *Pierre de Fermat* levelezése során felmerült. Az ismert statisztikai előrejelzési technikák az aktuális sorrendből kiindulva elvileg alkalmasak a végső rangsor becslésére, mi azonban axiomatikus megközelítésben tárgyaljuk a problémát, azaz a rangsortól „elvárható” tulajdonságok azonosításával keresünk egy olyan matematikai módszert, amely minél több követelményt teljesít.

A második fejezetben a szekvenciális versenyek résztvevőinek egyenlő kezelésével foglalkozunk. Az irodalomban komoly vita dúl arról, vajon

kontextus és résztvevő csapatok okán felidézi az Anschluss emlékét.

a labdarúgás büntetőpárbajaiban az első tizenegyest rúgó csapat szignifikáns előnyt élvez-e vagy sem, esetleg a választás joga számít. Az viszont egyértelműen ki fog derülni, hogy a jelenleginél bonyolultabb rúgási sorrendekkel jelentős mértékben csökkenthető az esetleges torzítás, ezért érdemes egyszerű valószínűségi feltevések mellett összehasonlítani a különböző mechanizmusokat.

A harmadik fejezet a 24 csapatos labdarúgótornák formátumának igazságossági kérdéseit járja körül sporttörténeti esettanulmányok alapján. A vizsgált sportesemények közé tartozik három világbajnokság (1986, 1990, 1994), két női világbajnokság (2015, 2019), valamint az Európa-bajnokság 2016 óta. A 2016 előtt játszott versenyek ugyanis több hiányosságtól szenvedtek: (a) a továbbjutó csapatok önkényes párosítási szabálya (mint például melyik csoportmásodik játsszon csoportmásodikkal a nyolcaddöntőben) indokolatlan előnyben részesítette bizonyos csoportok harmadik helyezettjeit; (b) az egyik csoport – ahova többnyire a rendező ország került – minden lehetséges kedvezményben részesült, miközben egy másik csoport egyetlen illyet sem kapott; (c) a csoportok eltérő kezelését gyakran determinisztikus sorsolás súlyosbította, azaz bizonyos csapatokat véletlen választás helyett előre rögzített csoportba helyeztek. A szervezők, a Nemzetközi Labdarúgó-szövetség, illetve az Európai Labdarúgó-szövetség (UEFA) a 2019-es női labdarúgó-világbajnokságon és a (2021-ben lejátszott) 2020-as labdarúgó-Európa-bajnokságon egyaránt megpróbálkoztak az eredeti lebonyolítás gyenge pontjainak kijavításával. Megmutatjuk, hogy a 2020-as Európa-bajnokságon használt rendszer egyértelműen jobb, ezért a jövőben érdemes lenne minden 24 és 48 csapatos labdarúgótornán, köztük a 2026-os labdarúgó-világbajnokságon, ezt az elvet alkalmazni.

Miután minden sportversenyen kulcskérdés a megfelelő ösztönzők biztosítása, az utolsó négy fejezet az *ösztönzéskompatibilitás* (vagy *csalásbiztosság*; a két kifejezést a továbbiakban szinonimaként használjuk) szemszögéből vizsgálja a szabályokat. Ennek során arra koncentrálnunk, vajon a csapatok mindig a maximális teljesítmény révén érhetik-e el a számukra legkedvezőbb kimenetelt, vagy ez bizonyos esetekben nem garantált.

A negyedik fejezet három, az európai labdarúgásból vett esettanulmányon keresztül szemlélteti egy, a párhuzamos kvalifikáció helyes kezelésére vonatkozó elméleti állítás (Dagaev és Sonin, 2018) gyakorlati jelentőségét. Párhuzamos kvalifikációnak nevezzük azt, amikor egy csapat több különböző úton szerez indulási jogot egy sportversenyen. Például egyaránt az európai klubcsapatok legrangosabb éves labdarúgósorozata, az UEFA Bajnokok Ligája csoportkörébe kerül a címvédő és az angol bajnokság győz-

tese, ami akár ugyanaz a csapat is lehet, tehát valamelyik ágon helyettesíteni kell.

Az ötödik fejezet a sportversenyek kiemelési politikájának egy általános paradoxonára világít rá. A csapatok párosítására vagy csoportokba soroláshoz használt kiemelés szinte minden esetben a csapatok saját múltbeli teljesítményétől függő rangsorán alapul, ezért mindegyikük abban érdekelt, hogy a velük együtt továbbjutók minél gyengébbek legyenek. Amennyiben a selejtező egy körmérkőzéses verseny, ez ténylegesen elő is segíthető néhány, stratégiai okból elszenvedett vereséggel. Természetesen nem állunk meg a probléma illusztrálásánál és hátterének feltárásánál, annak megoldására észszerű javaslattal élünk.

A hatodik fejezet ismét a csalásbiztosság sérülését elemzi két versenyformátum (a kézilabdában gyakori több, egymást követő csoportkörből álló bajnokságok és a labdarúgásban használt, a különböző csoportokban szereplő, egymás ellen nem játszó csapatokat egy úgynevezett segédcsoportban összehasonlító selejtezők) esetén. Az utóbbi rendszerben mutatunk egy olyan mérkőzést, ahol mindkét csapat számára a döntetlen eredmény elérése volt a legkedvezőbb. Itt is tárgyaljuk a ösztönzéskompatibilitás feltételeit és az azokat garantáló mechanizmusokat.

Végül a hetedik fejezet a 2020-as labdarúgó-Európa-bajnokság példátlanul összetett selejtezőrendszerének problémáit ismerteti. Ez volt az első alkalom, amikor az Európai Labdarúgó-szövetség a 2018 szeptemberében induló Nemzetek Ligáján keresztül biztosított egy másodlagos továbbjutási lehetőséget a nemzeti válogatottak számára. A párhuzamos kvalifikáció számtalan különböző formájának potenciális előfordulását azonban nem sikerült megfelelően kezelni. A példa örök tanulságként szolgálhat arra, milyen hibák követhetők el egy sportbajnokság tervezése során. Az esettanulmány egyúttal bevezetést nyújt a versenyformátumok szimulációs összehasonlításának technikájába.

* * *

A könyv témája, a sportszabályok elemzése szokatlannak tűnhet az akadémiai világban. A múltban gyakran némi derűtséget váltott ki egy olyan tudós, aki a valóban „komoly” dolgok kutatása helyett/mellett ezt a „hobbiját” űzte – a sport növekvő népszerűsége miatt azonban nagy társadalmi hatással bírhat egy ilyen irányú kutatás (Wright, 2014, 1.). Talán nem véletlen, hogy világszerte és hazánkban is egyre népszerűbb az operációkutatási eszköztár használata a bajnokságok lebonyolításának vizsgálatára, illetve a

sportadatok felhasználása a közgazdasági elméletből következő hipotézisek tesztelésére (Bar-Eli et al., 2020).

Jómagam 2017 őszén tettem az első lépéseket ebben az irányban, amikor „felfedeztem” azt, hogy a 2018-as labdarúgó-világbajnokság európai selejtezője bizonyos körülmények között szándékos vereségre ösztönözhet egy válogatottat.³ Bár rövidesen kiderült, hogy a problémát már évekkel korábban felvetette két orosz kutató, *Dmitrij Dagaev* és *Konstantin Sonin*, de ez sem törte le lelkesedésemet. A szabálykönyvek mélyére ásva igyekeztem minél több hasonló problémát azonosítani, míg egy tanulságos cikktől (Brams és Ismail, 2018) inspirálva belekezdtem a tizenegyesrúgások szabályainak összehasonlításába. Az elméleti kutatás mellett, többek között édesapám programozási tapasztalataira támaszkodva, belevágtam a sportversenyek számítógépes szimulációs vizsgálatába is. Mi több, alkalmam nyílt együtt dolgozni egy, a labdarúgás iránt kezdetben nem túl lelkes hallgatóval, *Petróczy Dóra Grétával* – akinek később a doktori témavezetője lehettem.

A következő oldalak e fél évtizedes projekt eredményeiből adnak ízelítőt. A könyv megszületéséhez természetesen elengedhetetlen volt számos szerzőtársam, kollégám, előadásaim hallgatóinak és tanulmányaim többnyire névtelen bírálóinak hozzájárulása. Amint azt a hivatkozások mutatják, a sportszabályok keresése során nélkülözhetetlen segítséget kaptam a [Wikipedia](#) online enciklopédiától és a [Wayback Machine](#) digitális archívumtól. A büntetőrúgások elemzését *Steven J. Brams* és *Mehmet S. Ismail* cikke (Brams és Ismail, 2018), a 2020-as labdarúgó-Európa-bajnokság selejtezőrendszerének vizsgálatát pedig *Eduard Ranghiuc* blogbejegyzése (Ranghiuc, 2017) indította el. Egy alfejezetet *Stift Máté* megjegyzése, egy másikat a *Julien Guyon*nal folytatott levelezés inspirált.

Kutatómunkámra aligha szánhattam volna ennyi időt a Magyar Tudományos Akadémia Prémium Posztdoktori Kutatói Programjának 2016 szeptembere és 2022 augusztusa között élvezett nagyvonalú támogatása nélkül. A könyv megjelenése nem lett volna lehetséges a Magyar Tudományos Akadémia által 2022-ben meghirdetett akadémiai könyvkiadási támogatási pályázat nélkül. Ebben elévülhetetlen érdemei vannak ajánlóimnak, *Csendes Tibornak* és *Rónyai Lajosnak*, valamint a Typotex Kiadónak.

Köszönet illeti *Ágoston Kolos Csabát*, aki 2021 tavaszán a Budapesti Corvinus Egyetemen félig „átadta” nekem egy tárgyát, hogy ott szabadon beszélhessek kedvenc kutatásaimról. Szakmai karrierem elindításában el-

³ Egyes fejezetekben ugyan ennél korábbi eredményeinkre is hivatkozunk, de azok eredetileg nem a sportban történő alkalmazás szándékával keletkeztek.

évülhetetlen érdemeket szerzett *Bozóki Sándor* kollégám a Budapesti Corvinus Egyetemen és a Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézetben (SZTAKI), aki egyúttal e könyv lektora is volt. *Gerencsér László* több hasznos tanáccsal szolgált a szöveg „olvasóbarátabbá” tételére. Mint utóbb kiderült, *Számvéber Norbert* hadtörténész könyvei már akkor elültették bennem a tudományos precizításra való törekvés magvait, amikor még fel sem merült az erre a pályára lépés gondolata. *Wladimir Andreff*, a *Palgrave Pivots in Sports Economics* könyvsorozat szerkesztőjének segítségével nem jelenhetett volna meg angol nyelvű monográfiám (Csató, 2021d). A 2022-ben végzett doktoranduszom, *Petróczy Dóra Gréta* nemcsak a sportban felmerülő matematikai problémák kutatására bizonyult nyitottnak, hanem témavezetője barátságára is. Családtagjaim, mindenekelőtt szüleim és testvérem példás türelemmel viselték, amikor a velük való beszélgetés helyett a képernyő előtt dolgoztam. Különösen hálás vagyok édesapámnak, aki oroszlánrészt vállalt a cikkeimhez szükséges programozási feladatok megoldásában.

Budapest–Győr, 2023. június