KÖZGAZDASÁGI SZEMLE, LXXII. ÉVF., 2025. JÚNIUS (596–607. o.)

BOROS RÉKA–CZAKÓ ADRIENN–CSATÓ LÁSZLÓ

Igazságtalanul rendezik a svájci rendszerű sakkversenyeket?

Egy empirikus bizonyíték

Az elsőként a sakkban használt svájci rendszer egyre népszerűbb versenyformátum a sportban, ennek ellenére kevés empirikus kutatás született ezekről a tornákról. Cikkünk a svájci rendszerű sakkversenyek igazságosságát vizsgálja statisztikai módszerekkel. Páratlan számú forduló esetén a versenyzők nagyjából fele eggyel több mérkőzést játszik világossal, mint sötéttel. A legnagyobb presztízsű és legerősebb verseny (FIDE Grand Swiss) előző három kiírásán alapuló számításaink szerint ők szignifikáns előnyt élveznek, és várhatóan több pontot szereznek. Ezért a hasonló tornákat a jövőben célszerű lehet páros számú fordulóval rendezni úgy, hogy a dinamikus párosító algoritmus garantálja a kiegyensúlyozott színelosztást.*
Journal of Economic Literature (JEL) kód: C44, D71, Z20.

„Ítéljetek a szegénynek és árvának;
a nyomorultnak és elnyomottnak
adjatok igazságot!"
(Zsoltárok 82:3)

A sportversenyek szervezőinek egyig legfontosabb feladata a lebonyolítás igazságosságának biztosítása. Az igazságosságnak számos definíciója létezik (*Csató* [2021], [2023], *Devriesere és szerzőtársai* [2024]), az egyik legfontosabb és legérthetőbb a versenyzők egyenlő kezelése: egyikük sem szenvedhet hátrányt pusztán a verseny szabályaiból

* A tanulmány a Magyar Közgazdaságtudományi Egyesület 2024. évi konferenciáján elhangzott előadás alapján készült. Hálásak vagyunk a két anonim bíráló, valamint *Ágoston Kolos*, *Csurilla Gergely* és *Gyimesi András* értékes megjegyzéseiért. A kutatást a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal FK 145838. számú pályázata és az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíja támogatta.

Boros Réka a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem hallgatója (e-mail: borosreka1117@gmail.com).
Czakó Adrienn a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem hallgatója (e-mail: adriennczako01@gmail.com).
Csató László a HUN-REN SZTAKI Mérnöki és Üzleti Intelligencia Kutatólaboratórium, Operációkutatás és Döntési Rendszerek Kutatócsoport tudományos munkatársa; a Budapesti Corvinus Egyetem Operáció és Döntés Intézet Operációkutatás és Aktuáriustudományok Tanszék docense (e-mail: laszlo.csato@sztaki.hun-ren.hu).

A kézirat első változata 2025. február 20-án érkezett szerkesztőségünkbe.
DOI: https://doi.org/10.18414/KSZ.2025.6.596

adódóan. Például vezető közgazdasági lapokban komoly vita dúl(t) arról, vajon a labdarúgás büntetőpárbajaiban az első tizenegyest rúgó, pénzfeldobással kiválasztott csapat szignifikáns előnyt élvez-e (lásd *Apesteguia–Palacios-Huerta* [2010], *Kocher és szerzőtársai* [2012], *Palacios-Huerta* [2014], *Kassis és szerzőtársai* [2022]; illetve magyarul *Csató–Petróczy* [2019]). Cikkünk a svájci rendszerű sakkversenyeket vizsgálja ebből a perspektívából.

A svájci rendszert jellemzően akkor használják, ha a nagyszámú versenyző kizárja egy teljes körmérkőzéses bajnokság szervezését, azaz a játékosok száma lényegesen nagyobb a fordulókénál. Ugyanakkor a svájci rendszerben az egyenes kieséses bajnokságokkal szemben egyetlen versenyző sem esik ki. *Sziklai és szerzőtársai* [2022] szimulációs elemzése szerint adott mérkőzésszám mellett a hagyományos versenyformátumok közül a svájci rendszer képes a legjobban reprodukálni a játékosok ismeretlen rangsorát.

E versenyek párosítása *dinamikus*, azaz – az első kivételével – minden forduló párosítása a korábbi eredmények függvényében alakul. Ennek során három feltételt minden esetben teljesíteni kell (*FIDE* [2020]):

– két játékos nem játszhat egynél többször egymás ellen,

– a világossal és sötéttel játszott mérkőzések számának abszolút különbsége egyetlen játékos esetén sem haladhatja meg a kettőt,

– senki sem játszhat azonos színnel három egymást követő fordulóban.

A svájci rendszerű sakkversenyek többsége páratlan, jellemzően 9 vagy 11 fordulóból áll. A fenti szabályok értelmében a verseny végére a játékosok nagyjából fele eggyel több mérkőzést játszik világossal, másik fele viszont sötéttel. Ez igazságtalan lehet, mert a sakkban a világossal játszó teszi a kezdő lépést, így egyértelmű előnyt élvez ellenfeléhez képest (*Henery* [1992], *González-Díaz–Palacios-Huerta* [2016], *Milvang* [2016], *Fecker* [2024]). Egy friss műhelytanulmány szerint a 2017 és 2023 között rendezett legrangosabb egyéni svájci rendszerű sakkversenyek első 10 helyezettjeinek mintegy kétharmada eggyel több mérkőzést játszott világossal (*Brams–Ismail* [2024]).

Tanulmányunk ezt a kérdést vizsgálja egy 365 megfigyelést tartalmazó adatbázison. Statisztikai módszerekkel igazoljuk, hogy a világossal eggyel többször játszó versenyzők szignifikánsan több pontot szereznek, és nagyobb meglepetéseket okoznak.

A következő fejezet röviden áttekinti a korábbi kutatásokat. Ezután az empirikus elemzés alapjául szolgáló adatokat és módszereket ismertetjük. Az eredmények bemutatását követően értékeljük azokat, majd megfogalmazzuk tanulmányunk fő üzenetét a döntéshozók számára.

Kapcsolódó irodalom

A svájci rendszer párosítási algoritmusa nagy figyelmet kapott a nemzetközi irodalomban. *Ólafsson* [1990] megmutatja, hogyan vezethető vissza a feladat egy maximális súlyú párosítás keresésére olyan gráfban, ahol a játékosok a csúcsok, az élsúlyokat pedig a párosítás szabályai határozzák meg. *Kujansuu és szerzőtársai* [1999] a párosítás alapelve – az egymás ellen játszók pontszáma közötti különbség minimalizálása – alapján egy stabil szobatársproblémára transzformálja a feladatot. Ez a megoldás jobban kiegyensúlyozza a színelosztást, de a hivatalos mechanizmusnál rosszabbul teljesít a pontszámkülönbségek tekintetében. *Glickman–Jensen* [2005] párosítási javaslata a játékerők prior és posterior eloszlásának Kullback–Leibler-féle távolságát maximalizálja. *Biró és szerzőtársai* [2017] a svájci rendszer legelterjedtebb változatának prioritási elveit vezeti vissza egy hatékony, polinomiális futási idejű párosító algoritmusra.

Témánk szempontjából talán a legfontosabb cikk *Sauer és szerzőtársai* [2024]. A tanulmány alternatív párosítási szabályokat fogalmaz meg, amelyek teljesülését maximális súlyú párosításokkal garantálja. A szerzők széles körű szimulációkkal igazolják, hogy ez a mechanizmus igazságosabb párosításokat és pontosabb rangsort eredményez. Az élsúlyok megválasztása nagyfokú rugalmasságot biztosít, például a világossal és sötéttel játszott mérkőzések számának különbsége csökkenthető a pontszámok közötti nagyobb eltérés megengedésével. Ez az átváltás hasznos lesz a következtetéseink levonásakor.

A svájci rendszerű versenyek rangsorolása a párosításnál kevesebb figyelmet kapott az irodalomban. *Csató* [2013] a 2010-es sakkolimpia, *Csató* [2017] pedig a 2011-es és 2013-as sakk-Európa-bajnokság példáján keresztül illusztrálja a hivatalos rangsor legfőbb problémáját, miszerint nem veszi figyelembe az ellenfelek erejét. *Freixas* [2022] a leggyakrabban használt holtversenyt eldöntő kritérium, a Buchholz-módszer hibáit vizsgálja, és az ellenfelek által elért pontszámok másfajta súlyozásával ajánl egy robusztusabbnak tűnő eljárást – ezt azonban sem empirikusan, sem szimulációkkal nem támasztja alá.

A svájci rendszert a sakk mellett számos e-sportban is használják. *Dong és szerzőtársai* [2023] egy ilyen alkalmazást mutat be, ahol egész értékű lineáris programozással maximalizálják a mérkőzések vonzerejét és a nézők hasznosságfüggvényét. Ugyanakkor *Brams–Ismail* [2024] szerint a svájci rendszer hátrányai miatt inkább az UEFA Nemzetek Ligájára hasonlító, több divízióból álló versenyeket kellene rendezni.

A sakkal foglalkozó empirikus tanulmányok közül kettő kapcsolódik szorosan a témánkhoz. *Linnemer–Visser* [2016] azt találja, hogy a svájci rendszerű versenyeken az alacsonyabban rangsorolt játékosok jellemzően felülteljesítenek. A szerzők ezt szelekciós torzítással magyarázzák: a játékos aktuális formája, felkészültsége privát információ, ezért a gyengébb versenyzők csak akkor indulnak el, ha úgy érzik, az aktuális Élő-pontszámuknál többre képesek. *González-Díaz–Palacios-Huerta* [2016] 197 olyan páros sakkmérkőzést elemez, ahol az egyik játékos a páratlan, a másik a páros fordulókban játszott világossal. Noha semmilyen racionális érv szerint sem különbözhet a nyerési valószínűség az 50 százaléktól, a páratlan fordulókban világossal játszó mégis 60 százalék körüli valószínűséggel győz.

Tudomásunk szerint a hazai irodalomban még nem vizsgáltak sakkversenyeket. Ugyanakkor az elmúlt években több cikk született sportbajnokságok operációkutatási és statisztikai eszközökkel történő vizsgálatáról. *Dobránszky–Sziklai* [2020] Monte-Carlo-szimulációkkal hasonlítja össze a fedett pályás futás és az úszás versenyformátumát. *Braun–Gyimesi* [2021] európai labdarúgóligákban számszerűsíti az első és másodosztály különbségét az első osztályba feljutó csapatok teljesítményének mérésével. *Petróczy* [2021] a Forma–1 nemzetközi autóverseny bevételeinek elosztására javasol páros összehasonlításokon alapuló eljárásokat. *Claro–Havran* [2022] a 2018-as FIFA labdarúgó-világbajnokság hatását becsüli meg az öt vezető európai bajnokság (angol, francia, német, olasz, spanyol) labdarúgóinak értékére. *Braun és szerzőtársai* [2022] a labdarúgó Bajnokok Ligájában játszott mérkőzések szorosságát és a legsikeresebb csapatok összetételének változását vizsgálja. *Fűrész* [2024] szintén a labdarúgó Bajnokok Ligája adatain keresztül járja körül a váratlan eredmény (meglepetés) mérésének lehetőségét és kapcsolatát a csapatok vagyoni helyzetével. *Hajdú–Petróczy* [2024] a labdarúgók nemzetisége és piaci értéke közötti összefüggést elemzi regressziós technikákkal. Végül, de nem utolsósorban, a *Csató* [2023] monográfia operációkutatási szempontból tárgyalja a sportversenyek tervezési kérdéseit.

Adatok és módszerek

A FIDE Grand Swiss a közelmúltban játszott svájci rendszerű sakkversenyek közül minden bizonnyal a legmagasabb presztízsű, mert ez az egyetlen olyan, amely szerepet kap a világbajnokságra történő kvalifikációban. Adathalmazunk e sorozat legutóbbi három kiírását tartalmazza:

– 2019 FIDE Chess.com Grand Swiss (https://archive.chess-results.com/tnr478041.aspx),
– 2021 FIDE Chess.com Grand Swiss (https://archive.chess-results.com/tnr587230.aspx),
– 2023 FIDE Grand Swiss (https://archive.chess-results.com/tnr793016.aspx).

Mindegyik torna 11 fordulóból állt, azaz minden versenyző legfeljebb ennyi mérkőzést játszott. Minden győzelem egy, minden döntetlen fél pontot ért. Néhányan azonban nem minden fordulóban játszottak a résztvevők páratlan száma, betegség vagy visszalépés miatt, ahogy az *1. táblázatban* látható. Mindannyian legfeljebb öt pontot értek el. Őket teljesen kizártuk az elemzésből, így végső adatbázisunk $146 + 108 + 111 = 365$ megfigyelést tartalmaz.

1. táblázat
A három vizsgált FIDE Grand Swiss verseny összefoglaló adatai

	2019	2021	2023
A játékosok száma	154	108	114
A párosított játékosok száma	146	108	111
Átlagos Élő-pontszám	2605,0	2639,1	2636,4
Az Élő-pontszám szórása	120,04	56,16	83,71

Megjegyzés: a párosított játékosok 11 fordulót játszottak, így bekerültek a mintába.

A torna előtt minden játékos rendelkezett egy, a múltbeli teljesítményét tükröző Élő-pontszámmal. A pontrendszert egy magyar származású amerikai fizikus, *Élő Árpád* dolgozta ki sakkozók rangsorolására (*Elo* [1978]). A két játékos R_i és R_j Élő-pontszáma alapján közvetlenül becsülhető a W_{ij}^E nyerési valószínűség:

$$W_{ij}^E = \frac{1}{1+10^{-\left(R_i - R_j\right)/400}}.$$

A valószínűség természetesen szimmetrikus, tehát $W_{ji}^E = 1 - W_{ij}^E$. Továbbá $W_{ij}^E > 0{,}5$ akkor és csak akkor, ha $R_i > R_j$.

A nyerési valószínűség segítségével meghatározható az i-edik játékos P_i várható pontszáma:

$$P_i = \sum_{k \in 0_i} W_{ik}^E,$$

ahol O_i az i-edik játékos ellenfeleinek halmaza.
Az S_i pontszám és a P_i várható pontszám különbsége az U_i meglepetéspontszám:

$$U_i = S_i - P_i.$$

A nyerési valószínűség, következésképp a várható pontszám és a meglepetéspontszám sem függ a színkiosztástól. Ez a tényező azonban egyszerűen beépíthető a fenti képletekbe, hiszen hasonló szerepet játszik, mint a labdarúgásban a hazai pálya előnye: a világossal játszó versenyző Élő-pontszámát a Δ paraméter értékével növeljük, így a várható pontszám és a meglepetéspontszám egyaránt Δ függvénye lesz.

Összefoglalva, mind a 365 megfigyelés esetén a következő változókat használjuk:
- Pontszám (S_i),
- Élő-pontszám (R_i),
- Várható pontszám [$P_i(\Delta)$],
- Meglepetéspontszám [$U_i(\Delta)$],
- Világos (kétértékű változó).

A Világos kétértékű változó értéke 1 (0), ha a játékos hat (öt) mérkőzést játszott világossal. A párosítási szabályok miatt nincs olyan versenyző, aki a 11-ből hatnál több vagy ötnél kevesebb játszmában kezd.

A változók leíró statisztikáit a *2. táblázat* tartalmazza. A pontszám szórása mindhárom versenynél éppen nagyobb 1-nél, minden játékos legalább 1,5, de legfeljebb 8,5 pontot ért el. A 2021-es verseny volt a leginkább kiegyensúlyozott a sakkozók erejét tekintve. A várható pontszám statisztikai jellemzői hasonlóak a pontszáméhoz. A meglepetéspontszámok átlaga lényegében nulla, szórása kicsit meghaladja az 1-et, de csak kivételes esetben tér el három ponttal a várható eredménytől. A játékosok valamivel több mint fele (a 365-ből 188) játszott eggyel több mérkőzést világossal.

Célunk annak kiderítése, hogy a Világos kétértékű változó (azaz az eggyel több világossal játszott mérkőzés az eggyel több sötéttel játszotthoz képest) miként hat a játékosok megfigyelt teljesítményére. Ehhez három vizsgálatot végzünk el a fent

2. táblázat
A használt változók leíró statisztikái

Változó	Év	Átlag	Szórás	Minimum	Maximum
Pontszám	2019	5,62	1,01	2,5	8
	2021	5,5	1,13	2	8
	2023	5,55	1,09	1,5	8,5
Élő-pontszám	2019	2618,27	99,84	2300	2876
	2021	2639,06	56,16	2467	2800
	2023	2637,57	84,37	2225	2786
Várható pontszám ($\Delta = 0$)	2019	5,56	1,27	2,56	8,12
	2021	5,5	0,81	3,60	7,57
	2023	5,51	1,19	1,61	7,65
Meglepetéspontszám ($\Delta = 0$)	2019	0,06	1,13	–3,03	2,44
	2021	0,00	1,04	–2,75	2,29
	2023	0,04	1,15	–2,96	2,82
Világos (kétértékű változó)	2019	0,53	0,50	0	1
	2021	0,5	0,5	0	1
	2023	0,50	0,50	0	1

Megjegyzés: a statisztikai mutatószámokat csak a párosított játékosok halmazán értelmezzük, ezért tér el az Élő-pontszám átlaga és szórása az *1. táblázatban* szereplőtől.

említett változókkal. Lineáris regressziókat becsülünk a pontszámra és a meglepetéspontszámra, majd *t*-próba segítségével összehasonlítjuk a világossal és sötéttel többet játszó versenyzők átlagos meglepetéspontszámait, az Élő-pontszámok alapján harmadokra bontva a mintát.

Eredményváltozóként kézenfekvő választás mind a pontszám, mind a meglepetéspontszám. A versenyzők rangsorolása a szerzett pontok alapján történik, ezért ezek növelése a sakkozók elsődleges célja. A pontszám azonban nem feltétlenül tükrözi megfelelően a teljesítményt, hiszen független az ellenfelek erejétől. A várható pontszám már figyelembe veszi ezt a kevés forduló miatt nem elhanyagolható hatást (lásd *Csató* [2017]), de ez endogén változó, hiszen a párosító algoritmus a versenyt rosszul kezdő játékosoknak hasonlóan gyengén teljesítő, azaz jellemzően alacsony Élő-pontszámú ellenfelet ad. Ezért a meglepetéspontszám jobb választás a teljesítmény mérésére.

A magyarázó változók közül a legfontosabb természetesen a játékosok ereje, amire nehéz lenne az Élő-pontszámnál alkalmasabb mutatót találni. Ugyanakkor gyengébb ellenfelek ellen könnyebb pontot szerezni, ezért a várható pontszám is hatással lehet a megfigyelt teljesítményre. Végül, de nem utolsósorban, a világos szín hatásának esetleges heterogenitása – *Fecker* [2024] vizsgálata szerint a kezdés joga 2600 Élő-pont felett jelenti a legnagyobb előnyt – az Élő $\times$ Világos kétértékű változó keresztszorzat segítségével ellenőrizhető.

Eredmények

A *3. táblázat* a változók páronkénti Pearson-féle korrelációs együtthatóit mutatja. A pontszám a játékosok erejét tükröző Élő-pontszámmal áll a legszorosabb kapcsolatban. Ennél is erősebb pozitív összefüggés figyelhető meg a várható pontszám és az Élő-pontszám között. Ugyanakkor *Linnemer–Visser* [2016] eredményeivel összhangban az erősebb játékosok kevesebb meglepetéspontot szereznek. A Világos kétértékű változó korrelációja a pontszámmal a legmagasabb, de az Élő-pontszámmal is gyengén összefügg. Utóbbi további vizsgálatot igényelne, ugyanis nem látszik, miért következne a párosító algoritmus tulajdonságaiból.

3. táblázat
Korreláció a változók között

Változó	R_i	$P_i(\Delta = 0)$	$U_i(\Delta = 0)$	Világos (kétértékű)
Pontszám (S_i)	0,690	0,437	0,496	0,284
Élő-pontszám (R_i)		0,845	–0,183	0,241
Várható pontszám $P_i(\Delta = 0)$			–0,565	0,162
Meglepetéspontszám $U_i(\Delta = 0)$				0,104

A *4. táblázat* a pontszámra vonatkozó lineáris regressziók eredményeit ismerteti. Az (1) modell szerint az erősebb játékosok várhatóan több pontot szereznek. Az együttható értéke szinte változatlan marad a (2) változatban, amely az eggyel több világos játszma hatását is tükrözi: a „szerencsésen” párosított versenyzők mintegy negyed ponttal többet szereznek, ami nem elhanyagolható előny, egy döntetlen értékének mintegy felét teszi ki. A modellilleszkedés kismértékben javítható a várható pontszám beépítésével, de ennek hatása negatív. Ezt egyértelműen a párosítás endogenitása okozza, a gyengén szereplő erős játékosok ugyanis jellemzően alacsony Élő-pontszámú ellenfeleket kapnak, akik ellen elvileg több pontot kellene gyűjteniük. Végül az (5) és (6) modellek a hatás heterogenitásának feltárását célozzák. Az (5) becslés alapján a magas Élő-pontszámú versenyzők többet profitálnak az eggyel több világos mérkőzésből, de a Világos kétértékű változót a magyarázó változók közé vonva a (6) modell szerint már elvész az együtthatók szignifikanciája. Az (5) modell eredménye megegyezik *Fecker* [2024] eredményével, miszerint a világos szín az Élő-pontszám függvényében egyre növekvő előnyt jelent.

Az *5. táblázat* regresszióinak függő változója a meglepetéspontszám három különböző paraméterérték mellett. Az Élő-pontszám hatása a várható pontszám hiányában negatív, a várható pontszámot is a magyarázó változók közé vonva azonban már pozitív. Utóbbi nélkül a modellek magyarázó ereje minimális, azzal együtt viszont jelentős. A Világos kétértékű változó pozitív és szignifikáns hatása Δ növekedésével fokozatosan csökken. Más megfogalmazásban, a több világos mérkőzés által jelentett előny alacsonyabb lesz, ha a várható pontszámot a színelosztásnak megfelelően korrigáljuk.

4. táblázat
Lineáris regressziók a pontszámra

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	modell					
Konstans	−17,383*** (1,266)	−16,615*** (1,271)	−29,091*** (1,912)	−28,106*** (1,924)	−16,521*** (1,278)	−17,563*** (1,624)
Élő-pontszám	8,724*** (0,481)	8,379*** (0,486)	14,197*** (0,835)	13,748*** (0,841)	8,344*** (0,489)	8,742*** (0,622)
Várható pontszám	–	–	−0,486*** (0,063)	−0,472*** (0,062)	–	–
Világos (kétértékű)	–	0,268*** (0,083)	–	0,219** (0,077)	–	2,735 (2,631)
Élő × Világos	–	–	–	–	0,101*** (0,031)	−0,937 (0,998)
R^2	0,475	0,490	0,550	0,560	0,490	0,492
Korrigált R^2	0,474	0,488	0,548	0,557	0,487	0,487

Megjegyzés: a standard hiba zárójelben látható. Az Élő-pontszám és az Élő × Világos kétértékű keresztszorzat esetén a regresszióban a tényleges érték ezredrésze szerepel.
***$p < 0,1$ százalékon, **$p < 1$ százalékon, *$p < 5$ százalékon szignifikáns.

5. táblázat
Lineáris regressziók a meglepetéspontszámra

	Δ értéke					
	0		10		20	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	modell					
Konstans	7,752*** (1,885)	−28,106*** (1,924)	7,728*** (1,884)	−28,114*** (1,924)	7,664*** (1,882)	−28,126*** (1,924)
Élő-pontszám	−3,006*** (0,721)	13,748*** (0,841)	−2,991*** (721)	13,755*** (0,841)	−2,962*** (0,72)	13,76*** (0,841)
Várható pontszám	–	−1,472*** (0,062)	–	−1,471*** (0,062)	–	−1,469*** (0,062)
Világos (kétértékű)	0,371** (0,122)	0,219** (0,077)	0,345** (0,122)	0,193** (0,077)	0,318** (0,122)	0,167* (0,077)
R^2	0,058	0,630	0,055	0,629	0,052	0,627
Korrigált R^2	0,052	0,627	0,050	0,626	0,047	0,624

Megjegyzés: a standard hiba zárójelben látható. Az Élő-pontszám esetén a regresszióban a tényleges érték ezredrésze szerepel.
***$p < 0,1$ százalékon, **$p < 1$ százalékon, *$p < 5$ százalékon szignifikáns.

A *6. táblázat* a Világos kétértékű változó által meghatározott két csoport átlagos meglepetéspontszámának egyezőségét vizsgáló kétmintás *t*-próbák eredményeit foglalja össze a Δ paraméter különböző értékei mellett, a 365 megfigyelést az Élő-pontszámok alapján három részre bontva. A paraméter növekedésével a hat mérkőzést világossal (sötéttel) játszók átlaga csökken (növekszik), a *t*-próba értéke egyre kisebb lesz. A több világos mérkőzés a játékosok leggyengébb harmada számára jelenti a legnagyobb előnyt, talán azért, mert nekik van szükségük leginkább a kezdő lépés nyújtotta előnyre ahhoz, hogy felvegyék a versenyt riválisaikkal. A felső, legerősebb harmadban szintén szignifikáns különbséget látunk, itt az eggyel több sötét játszma a „papírformához", a várható pontszámhoz képest csaknem egy döntetlen értékének megfelelő csökkenést okoz a teljesítményben. Végül a középső harmadban nem látunk szignifikáns különbséget a két csoport között, feltehetően azért, mert relatíve kevés a kiugróan negatív vagy pozitív meglepetés. Összefoglalva, az erős játékosoknál az alulteljesítés, a gyenge játékosoknál a felülteljesítés lényegi meghatározója a színelosztás.

6. táblázat
Kétmintás *t*-próbák a két csoport meglepetéspontszámaira

	Δ paraméter értéke					
	0	10	20	30	40	50
Felső harmad: Élő-pontszám $\geq$ 2664						
A Világos átlaga (71)	–0,115	–0,127	–0,137	–0,146	–0,154	–0,160
A Sötét átlaga (50)	–0,560	–0,546	–0,529	–0,513	–0,493	–0,472
t-próba	2,167	2,037	1,907	1,777	1,647	1,517
p-érték	0,032*	0,044*	0,059	0,078	0,102	0,132
Középső harmad: 2622 $\leq$ Élő-pontszám $\leq$ 2663						
A Világos átlaga (73)	0,112	0,099	0,086	0,073	0,061	0,048
A Sötét átlaga (49)	–0,031	–0,019	–0,008	0,005	0,017	0,029
t-próba	0,607	0,492	0,377	0,262	0,147	0,032
p-érték	0,545	0,624	0,707	0,794	0,883	0,975
Alsó harmad: Élő-pontszám $\leq$ 2621						
A Világos átlaga (44)	0,699	0,684	0,669	0,652	0,634	0,614
A Sötét átlaga (78)	0,160	0,172	0,183	0,193	0,200	0,207
t-próba	2,575	2,449	2,325	2,203	2,083	1,965
p-érték	0,011*	0,016*	0,022*	0,030*	0,039*	0,052

Megjegyzés: a Világos (Sötét) átlag a világossal (sötéttel) eggyel több mérkőzést játszó versenyzők átlagos meglepetéspontszáma az adott Δ mellett. A zárójelben szereplő értékek a megfigyelések számát mutatják; például a legalább 2664-es Élő-pontszámmal rendelkező játékosok közül 71-en világossal, míg 50-en sötéttel játszottak eggyel több játszmát a vizsgált három versenyen. $^{***}p < 0{,}1$ százalékon, $^{**}p < 1$ százalékon, $^{*}p < 5$ százalékon szignifikáns.

Következtetések

Tanulmányunkban megmutattuk, hogy a páratlan számú fordulót tartalmazó svájci rendszerű sakkversenyek lebonyolítása igazságtalan lehet, mert a játékosok nagyjából fele – akik eggyel több mérkőzést játszhatnak világossal – szignifikáns előnyt élvez. A hatás nagyjából egy döntetlen felével vagy egy győzelem negyedével azonos mértékű. *Schulz* [2020] érvelése szerint azért nem érdemes páros számú fordulót rendezni, mert ekkor néhány játékos kettővel többször játszhat sötéttel, mint világossal, ami már valóban elfogadhatatlan mértékű hátrányt jelentene. Például a tízfordulós 2020-as Gibraltári Sakkfesztivál mestercsoportjában (https://archive.chess-results.com/tnr471965.aspx) öt versenyző hat, 169 versenyző öt, míg további öt versenyző négy játszmában kezdhetett.

Ez az okfejtés azonban nyilvánvalóan hamis. *Sauer és szerzőtársai* [2024] egy olyan párosító algoritmust javasol, amelynek megfelelő beállításával páros számú forduló esetén mindenki ugyanannyi mérkőzést játszhat világossal és sötéttel. A jelenleg használt módszernél ugyan nagyobb lesz az egymás ellen játszók átlagos pontszámkülönbsége, de ez számunkra elfogadható árnak tűnik a kiegyensúlyozott színelosztás érdekében.

Kutatásunk legalább két irányban folytatható. Egyrészt, bővíthető az adatbázis. Érdemes lenne több 11 fordulós versenyt figyelembe venni, és elemezni a 9 fordulós tornákat is. Ugyanakkor a minta növelésével gyengébb játékosok, illetve régebben játszott versenyek fognak bekerülni. Ez problémát okozhat, mert a világos szín által jelentett előny heterogén (erősebb játékosok esetén nagyobb), és időben változó (*Fecker* [2024]).

Másrészt, nem foglalkoztunk a mérkőzések számának és a párosító algoritmus megváltoztatásának költségeivel. Több forduló rendezése logisztikai problémákat vethet fel, és növeli a sakkozók terhelését, míg kevesebb forduló fokozhatja a véletlen szerepét. A párosító algoritmus módosítása a kiegyensúlyozottabb színelosztás érdekében növelheti a játékosok ellenfeleinek ereje közötti különbséget, ami szintén igazságtalan.

Ettől függetlenül eredményeink arra utalnak, hogy a jelenleginél igazságosabb lehet a svájci rendszerű sakkversenyek alábbi lebonyolítása:

– a fordulók száma páros;

– a világossal és sötéttel játszott mérkőzések számának abszolút különbsége egyetlen játékos esetén sem különbözhet páros számú játszmát követően.

Az utóbbi igény nagymértékben növeli a *Sauer és szerzőtársai* [2024] által javasolt párosító algoritmus gyakorlati jelentőségét, hiszen matematikai érdekessége mellett egyúttal az igazságosság garanciáját is jelentheti ezeken a versenyeken.

Egy másik elképzelhető reform a világos szín jelentette előny eltüntetése *Brams–Ismail* [2021] ajánlásának megfelelően a harmadik és negyedik lépés felcserélésével. Ez azonban nagyobb ellenállásba ütközhet a játékosok és a nézők részéről, hiszen a játszmák menetébe avatkozna be.

Összegezve, a kapott eredmények felhívják a figyelmet a svájci rendszerű versenyek többségének potenciális igazságtalanságára. Amennyiben a későbbi vizsgálatok megerősítik legfontosabb következtetéseinket, alapvetően megváltozhat e tornák fordulóinak száma és párosítási mechanizmusa.

Hivatkozások

Apesteguia, J.–Palacios-Huerta, I. [2010]: Psychological pressure in competitive environments: Evidence from a randomized natural experiment. American Economic Review, 100. évf. 5. sz. 2548–2564. o. http://doi.org/10.1257/aer.100.5.2548.

Biró Péter–Fleiner Tamás–Palincza Richárd [2017]: Designing chess pairing mechanisms. Megjelent: *Frank András–Recski András–Wiener Gábor* (szerk.): Proceedings of the 10th Japanese-Hungarian Symposium on Discrete Mathematics and Its Applications. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest, 77–86. o.

Brams, S. J.–Ismail, M. S. [2021]: Fairer chess: A reversal of two opening moves in chess creates balance between White and Black. Proceedings of the 2021 IEEE Conference on Games (CoG). http://doi.org/10.1109/CoG52621.2021.9619066.

Brams, S. J.–Ismail, M. S. [2024]: Multi-tier tournaments: Matching and scoring players. Műhelytanulmány. http://doi.org/10.48550/arXiv.2407.13845.

Braun Erik–Gyimesi András [2021]: Van-e esélyük a feljutó csapatoknak a bennmaradásra? Az európai labdarúgó-bajnokságok összehasonlítása az első osztály előnye alapján. Közgazdasági Szemle, 68. évf. 7–8. sz. 863–889. o. http://doi.org/10.18414/KSZ.2021.7-8.863.

Braun Erik–Gyimesi András–Murai Gábor [2022]: A Bajnokok Ligája mérkőzéseinek vonzereje – győzelmi esélyek és központi csapatok. Statisztikai Szemle, 100. évf. 2. sz. 234–265. o. https://doi.org/10.20311/stat2022.3.hu0234.

Claro Dániel–Havran Zsolt [2022]: A 2018-as labdarúgó-világbajnokság hatása a részt vevő labdarúgók értékére. Közgazdasági Szemle, 69. évf. 12. sz. 1555–1576. o. https://doi.org/10.18414/KSZ.2022.12.1555.

Csató László [2013]: Ranking by pairwise comparisons for Swiss-system tournaments. Central European Journal of Operations Research, 21. évf. 4. sz. 783–803. o. https://link.springer.com/article/10.1007/s10100-012-0261-8.

Csató László [2017]: On the ranking of a Swiss system chess team tournament. Annals of Operations Research, 254. évf. 1–2. sz. 17–36. o. https://doi.org/10.1007/s10479-017-2440-4.

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 [2023]: Paradoxonok a sportversenyek szabályaiban. Typotex Kiadó, Budapest.

Csató László–Petróczy Dóra Gréta [2019]: Hogyan tehető igazságosabbá a labdarúgó-mérkőzéseket követő büntetőpárbaj? Statisztikai Szemle, 97. évf. 8. sz. 779–798. o. https://doi.org/10.20311/stat2019.8.hu0779.

Devriesere, K.–Csató László–Goossens, D. [2024]: Tournament design. A review from an operational research perspective. European Journal of Operational Research, 324. évf. 1. sz. 1–21. o. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2024.10.044.

Dobránszky Blanka–Sziklai Balázs Róbert [2020]: Az időn múlik? Egyéni teljesítménysportok hatékonyságvizsgálata Monte Carlo szimuláció segítségével. Szigma, 51. évf. 4. sz. 383–400. o.

Dong, Z.-L.–Ribeiro, C. C.–Xu, F.–Zamora, A.–Ma, Y.–Jing, K. [2023]: Dynamic scheduling of e-sports tournaments. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 169. évf. 102988. https://doi.org/10.1016/j.tre.2022.102988.

Elo, A. [1978]: The Rating of Chess Players, Past and Present. Arco, New York.

Fecker, N. [2024]: Skewed expectations in the Elo Rating System: Home advantage in football and white advantage in chess. Bachelor szakdolgozat. ETH, Zürich. https://doi.org/10.3929/ethz-b-000691693.

FIDE [2020]: Handbook. https://handbook.fide.com/.

Freixas, J. [2022]: The decline of the Buchholz tiebreaker system: A preferable alternative. Megjelent: *Nguyen, N. T.–Kowalczyk, R.–Mercik, J.–Motylska-Kuźma, A.* (szerk.): Transactions on Computational Collective Intelligence. XXXVII. 1–20. o. Springer, Berlin–Heidelberg, https://doi.org/10.1007/978-3-662-66597-8_1.

Fűrész Diána Ivett [2024]: A meglepetés és okainak mérése a sportban. Statisztikai Szemle, 102. évf. 6. sz. 649–671. o. https://doi.org/10.20311/stat2024.06.hu0649.

Glickman, M. E.–Jensen, S. T. [2005]: Adaptive paired comparison design. Journal of Statistical Planning and Inference, 127. évf. 1–2. sz. 279–293. o. https://doi.org/10.1016/j.jspi.2003.09.022.

González-Díaz, J.–Palacios-Huerta, I. [2016]: Cognitive performance in competitive environments. Evidence from a natural experiment. Journal of Public Economics, Vol. 139. 40–52. o. http://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2016.05.001.

Hajdú Márk–Petróczy Dóra Gréta [2024]: A nemzetiség szerepe a játékosértékelésben. Számít-e egy labdarúgó nemzetisége a piaci értéke szempontjából? Statisztikai Szemle, 102. évf. 7. sz. 747–773. o. https://doi.org/10.20311/stat2024.07.hu0747.

Henery, R. J. [1992]: An extension to the Thurstone–Mosteller model for chess. Journal of the Royal Statistical Society Series D: The Statistician, 41. évf. 5. sz. 559–567. o. https://doi.org/10.2307/2348921.

Kassis, M.–Schmidt, S. L.–Schreyer, D.–Sutter, M. [2021]: Psychological pressure and the right to determine the moves in dynamic tournaments – evidence from a natural field experiment. Games and Economic Behavior, 126. évf. 278–287. o. https://doi.org/10.1016/j.geb.2021.01.006.

Kocher, M. G.–Lenz, M. V.–Sutter, M. [2012]: Psychological pressure in competitive environments: New evidence from randomized natural experiments. Management Science, 58. évf. 8. sz. 1585–1591. o. http://doi.org/10.1287/mnsc.1120.1516.

Kujansuu, E.–Lindberg, T.–Mäkinen, E. [1999]: The stable roommates problem and chess tournament pairings. Divulgaciones Matemáticas, 7. évf. 1. sz. 19–28. o.

Linnemer, L.–Visser, M. [2016]: Self-selection in tournaments: The case of chess players. Journal of Economic Behavior & Organization, 126. évf. 213–234. o. https://doi.org/10.1016/j.jebo.2016.03.007.

Milvang, O. [2016]: Probability for the outcome of a chess game based on rating. Műhelytanulmány. http://www.nordstrandsjakk.no/documents/spp/Probability.pdf.

Ólafsson, S. [1990]: Weighted matching in chess tournaments. Journal of the Operational Research Society, 41. évf. 1. sz. 17–24. o. https://doi.org/10.1057/jors.1990.3.

Palacios-Huerta, I. [2014]: Beautiful Game Theory: How Soccer Can Help Economics. Princeton University Press, Princeton, NJ.

Petróczy Dóra Gréta [2021]: Teljesítményalapú pénzfelosztás a Forma–1-ben páros összehasonlításokkal. Szigma, 52. évf. 1. sz. 63–76. o.

Sauer, P.–Cseh Ágnes–Lenzner, P. [2024]: Improving ranking quality and fairness in Swiss-system chess tournaments. Journal of Quantitative Analysis in Sports, 20. évf. 2. sz. 127–146. o. https://doi.org/10.1515/jqas-2022-0090.

Schulz, A. [2020]: 125 years Swiss System. Június 17. https://en.chessbase.com/post/125-years-swiss-system.

Sziklai Balázs Róbert–Biró Péter–Csató László [2022]: The efficacy of tournament designs. Computers & Operations Research, 144. évf. 105821. https://doi.org/10.1016/j.cor.2022.105821.