

OTDK-dolgozat

2025

Budapesti Corvinus Egyetem
Közgazdaságtudományi Kar



**Európai férfi labdarúgó-válogatottak rangsorolása Bradley-Terry módszer
segítségével**

**Ranking of European men's national football teams using the Bradley -
Terry method**

Siteri Vilmos

Konzulens: Szádoczki Zsombor

Kézirat lezárásának dátuma: 2023. 04. 17.

Absztrakt

A dolgozatom fő témája az európai férfi futball-válogatottak rangsorolása a Bradley-Terry módszer segítségével, a kutatási kérdés pedig az, hogy az általam használt módszertannal képzett rangsorok mennyire korrelálnak a FIFA-világranglistával és a Nemzetek Ligája végeredményével. A kérdés relevanciáját növeli, hogy a nemrégben befejeződött 2022-es katari világbajnokság kapcsán újból vita tárgya lett, hogy vajon tényleg a legerősebb válogatott lett-e a győztes. Az eredmények azt mutatják, hogy a Spearman-rangkorrelációk minden összehasonlításban 0,94 felettiek lettek, vagyis statisztikai értelemben igen hasonló rangsorokat kaptam. A nagyfokú egyezőséget a Kendall W-együttható, amellyel több rangsort vizsgálunk egyszerre, és a rangsorok vizuális ábrázolása is megerősítette.

Kulcsszavak: Bradley-Terry, Európa, labdarúgás, rangsor

JEL klasszifikáció: L83, Z20

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	1
2. FIFA ranglista, Nemzetek Ligája	2
3. Szakirodalmi áttekintés	4
4. Módszertan.....	6
5. Eredmények.....	9
6. Összegzés	13
7. Irodalomjegyzék.....	I
8. Melléklet.....	III

Táblázatjegyzék:

1. táblázat: Az I együttható értéke különböző versenysorozatok esetén	3
2. táblázat: A szerzett gólok/pontok idősúlya.....	6
3. táblázat: A szerzett gólok/pontok fontossági súlya	6
4. táblázat: A Spearman-rangkorrelációs együtthatók.....	9
5. táblázat: A különböző rangsorok és a Bradley-Terry értékek	III

Ábrajegyzék:

1. ábra: A csapatok helyezése a Nemzetek Ligájában és az eredményalapú Bradley-Terry rangsorban	10
2. ábra: A csapatok helyezése a FIFA-világranglistán és a pontalapú Bradley-Terry rangsorban	11
3. ábra: A két Bradley-Terry modell együtthatói	12

1. Bevezetés

A futball bár különböző formában, de a középkor óta biztosan velünk van, igazi sikerkorszaka azonban csak a 19-20. század fordulóján kezdődött. Sorra alakultak meg a nemzeti szövetségek, bajnokságok, és mára az egyik legnézettebb sportággá vált a világban. Ebben kulcsszerepet játszott az európai futball, azon belül is a klubfutball elsősorban, de a válogatott futball is sok érdeklődőt vonz. A nemrég lezajlott 2022-es világbajnokság nézettség szempontjából új rekordokat döntögetett, hiszen már a csoportmérkőzések során is rengetegen kapcsolódtak a közvetítésekre (FIFA, 2022b). Ugyanakkor gazdaságilag is fontos terület, hiszen 2021-ben a vásárlóerő-paritáson mért magyar GDP (236 724,8 millió euró, KSH 2023) körülbelül 2,4%-ával megegyező bevétele volt az európai szövetségnek, az UEFA-nak (Union of European Football Associations) (5724,8 millió euró, UEFA 2021). Ennek nagyjából 45%-a, 2568,6 millió euró folyt be a nemzeti csapatok meccseiből és az egy évvel eltolt Európa-bajnokságból (UEFA, 2021). Emellett a futball nem csak direkt módon hat a gazdaságra, hanem rengeteg munkahelyet is teremt, illetve indirekt módon más területekre is hatással van (turizmus-vendéglátás, replikák gyártása stb.).

Gyakori kérdés a szurkolók részéről, hogy melyik válogatott a legerősebb, a legjobb, hiszen a különböző földrészen lévő válogatottak nem túl gyakran játszanak egymás ellen, és mivel a futballban alapvetően benne van a meglepetés, lehetséges, hogy a legerősebbnek kikiáltott válogatott idő előtt búcsúzik a világbajnokságról. A ténylegeshez minél közelebb álló rangsor meghatározása azonban nem csak a szurkolókat érdekli, hanem például a fogadóirodák ajánlataira is hatással van, ami egy újabb gazdasági hatást jelent.

A dolgozat relevanciáját növeli az éppen lezajlott 2022-es katarai világbajnokság is. Természetesen az esemény előtt itt is megjelentek különböző erősorrendek, például a Guardianon is (Nick Ames, Ed Aarons, 2022). Ezekben a cikkekben sokkal inkább az aktuális forma, a sztárjátékosok mennyisége és egyéb, nem feltétlenül adatokkal és módszertannal alátámasztott sorrendeket szoktak felállítani. A dolgozat célja a világbajnokság utáni erősorrend felállítása, de csak Európára koncentrálva. A következő fejezetben bemutatom a két benchmarknak használt ranglistát, a FIFA világranglistát és a Nemzetek Ligáját. Ezután a szakirodalmi áttekintés következik, amelyben bemutatom az általam használt Bradley-Terry modellt is. Végül az én módszertani módosításaimat írom le, ami után az eredmények bemutatása és annak interpretációja következik.

2. FIFA ranglista, Nemzetek Ligája

A FIFA (Fédération Internationale de Football Association) a futball világméretű szervezete, többek között a világbajnokság és a klubvilágbajnokság szervezéséért is felelnek. A világranglista 1992 óta létezik, amelyet az évek során többször is módosítottak, legutóbb 2018-ban egy nagyobb, majd 2021-ben egy kisebb változtatáson esett át a rendszer. A 2021-es módosítás során az országok pontszámai két tizedesjegy pontossággal kerültek meghatározásra, míg addig egészre kerekítették ezeket. A dolgozatban a világranglista 2022. december 12-es állását tekintetemadottnak, mert a legújabb már olyan mérkőzéseket is tartalmaz, amelyet jelen dolgozatban nem vettem figyelembe (FIFA, 2022a).

A következőkben a rendszert a FIFA saját hivatalos dokumentuma (FIFA, 2023) alapján mutatom be. 2018-ban megtartották az aktuális ranglistát, a pontszámokat viszont törölték és újraosztották. A világranglista vezetője 1600 pontról kezdett, és minden csapat 4 pont különbséggel követte a másikat a megtartott sorrend szerint.

A jelenlegi rendszer egy a sakkban használatos Élő-pontrendszerhez áll a legközelebb. Minden mérkőzést figyelembe vesz és a meccs után a két ország pontszáma az alábbi képlet szerint módosul:

$$P = P_{before} + I * (W - W_e),$$

ahol a P a csapat új pontszámát, a P_{before} a meccs előtti pontszámot, az I változó egyfajta „fontossági súlyt”, a W a meccs kimenetelétől függő változót és a W_e pedig a várható eredményt jelenti. A W értéke alapesetben győzelem esetén 1, döntetlennél 0,5, vereség esetén pedig 0. Néhány további szabály is vonatkozik a W -re. Amennyiben a mérkőzés tizenegyespárbajban dől el, a vesztes csapatnak a W értéke 0,5 lesz, a győztes számára pedig 0,75. Ha a tizenegyespárbaj csak a továbbjutásról dönt, de a rendes játékidő vagy a hosszabbítás nem döntetlennel ért véget, akkor az előző szabályt nem alkalmazzák, és a rendes eredmény kerül beszámításra. Továbbá a végső tornákon a kieséses szakaszba jutott csapatok pontszáma nem csökkenhet, tehát, ha a fenti képlet alapján pontokat vesztenének, akkor a pontszámuk nem változik. A W_e -t az alábbi képlet szerint számolják ki:

$$W_e = \frac{1}{\left(10^{-\frac{dr}{600}} + 1\right)},$$

ahol a dr a két csapat meccs előtti pontszámkülönbsége, amely az erősebb csapat esetén pozitív, a gyengébb esetén pedig negatív értéket vesz fel.

Az *I* változó értéke pedig az alábbi táblázat szerint alakul:

1. táblázat: Az *I* együttható értéke különböző versenysorozatok esetén

<i>I</i> értéke	Meccs típusa
5	A Nemzetközi Meccsnaptárban meghatározott időszakon kívül játszott barátságos mérkőzések
10	A Nemzetközi Meccsnaptárban meghatározott időszakban játszott barátságos mérkőzések
15	A Nemzetek Ligája sorozat csoportmeccsei
25	A Nemzetek Ligája sorozat play-off meccsei
25	A konföderációs tornák és a világbajnokság selejtezőmeccsei
35	A konföderációs tornák meccsei a negyeddöntőig
40	A konföderációs tornák meccsei a negyeddöntőtől és minden FIFA Konföderációs Kupa meccs
50	A világbajnokság mérkőzései a negyeddöntőig
60	A világbajnokság mérkőzései a negyeddöntőtől

Adatok forrása: FIFA, 2023, saját szerkesztés

Az UEFA Nemzetek Ligája sorozat 2018-ban indult, és minden kiírása két évet ölel fel, mivel a négyes döntő és az esetleges egyéb rájátszások a második évben kerülnek megrendezésre. A sorozat célja a gyakran unalomba fulladó barátságos meccsek helyettesítése volt izgalmasabb és téttel bíró találkozókkal. Az első kiírása a 2018/19-es volt, a dolgotatban pedig a 2020/2021-es kiírás végeredményét vettem figyelembe. Ennek oka az, hogy a jelenleg is futó 2022/23-as kiírásból Oroszországot kizárták, ami torzítja a rangsort, ugyanis ez a döntés a többi rangsorban nem jelenik meg. A fiatal sorozat egyébként több változtatáson is átesett már. Az utóbbi két kiírásban az A, B és C ligákban 16-16 csapat szerepelt, a D-ben pedig 7, nagyjából egyforma erősségű csapat. A felső 3 liga csapatai négyfős csoportokban szerepelnek, a D ligában egy négyfős és egy háromfős csoportot hoztak létre. Az alsó 3 liga (B, C, D) csoportelsői automatikusan feljutnak az eggyel felettük lévő ligába, az A és B liga csoportutolsói pedig automatikusan kiesnek az alacsonyabb ligába. Az A liga csoportgyőztesei egy négyes rájátszáson döntenek a trófea sorsát. A C liga csoportutolsói egy oda-visszavágós párharcban tarthatják meg a helyüket, amelyet a liga egy másik csoportutolsójával játszanak. Az igazságosabb rangsorolás érdekében én csak a csoportkör végeredményét vettem figyelembe, vagyis a rájátszások előtti erősort.

3. Szakirodalmi áttekintés

Christophe Ley és szerzőtársai (2019) tízféle rangsorlási módszert vizsgáltak meg, amelyekben közös volt, hogy a nem teljes páros összehasonlításokat maximum likelihood becsléssel igyekeztek kitölteni, majd egy rangsort meghatározni. Ebben a kutatásban is szerepelt az a Bradley-Terry modell, amelyet én is felhasználtam. A szerzők emellett ennek módosításait és a Thurstone-Mosteller modellt is vizsgálták. Ley és Van Eetvelde (2019) pedig egy másik cikkben röviden összefoglaltak több módszert is, de ezeket nem vetették össze egymással.

Baker és McHale (2015) 1888 és 2012 között hasonlítottak össze angol és walesi klubcsapatokat a meccseredményeket Poisson-eloszlással becsülve. Az adatbázisba egészen a negyedosztályig minden csapat belekerült, de a 250 meccsnél kevesebbet játszó csapatokat kivették. Végül a 2006-os Chelsea csapata bizonyult a legjobbnak egy adott évet nézve, viszont a Manchester United tudott leginkább dominálni 1992 és 2002 között. Ugyanakkor a modell nem tudja kezelni azt, ha minden csapat kétszer olyan erős lesz, ugyanis egymáshoz viszonyítva ez a hatás eltűnik (Baker, McHale 2015). A szerzők egy 2017-es cikkükben már nemzeti csapatokat hasonlítottak össze a fentihez hasonló módszertannal (Baker, McHale 2017), 4, illetve 10 éves „dominanciát” vizsgáltak. Szerintük mindkét kategóriát Magyarország nyerte 1952-es, illetve 1951-es „középévvvel”. Ez azt jelenti, hogy 1950-1954, illetve 1946-1956 között Magyarország csapata volt a legerősebb.

A Thurstone-Mosteller modellt, mely a Bradley-Terry modell egy változatának is tekinthető, szintén nagyon sokan használták. Mihálykó és szerzőtársai (2021) a Thurstone módszer általánosításairól írtak. A tanulmányban az OTP Bank Liga mezőnyét rangsorolták különböző módosításokkal (hazai pálya előnye és annak különbségei), és kiderült, hogy nem minden csapatnak előny a hazai pályáján játszani.

McHale (2014) a Bradley-Terry modellt alkalmazta az 1968 óta megrendezésre került tenisz Grand Slam tornák eredményére. Megvizsgálta, hogy melyik játékos dominált leginkább egy adott évben, illetve egész pályafutása alatt. Mindkét kategóriát Roger Federer nyerte.

A FIFA-világranglistát vizsgálta Szczecinski és Roatis (Szczecinski, Roatis 2022). Szerintük a jelenlegi ranglista sok mindent nem vesz figyelembe és emiatt torzít (például a hazai pálya előnyét). Javasolják továbbá a régebbi rangsor alapjául szolgáló Davidson-modell alkalmazását, de szerintük a jelenlegi rendszer is optimalizálható további változók behozatalával.

Természetesen meg kell még említeni a Bradley-Terry módszert először leíró 1952-es tanulmányt is, amelyet Ralph Bradley és Milton Terry írtak 1952-ben (Bradley és Terry, 1952). A modellt a következő, módszertani fejezetben részletesen kifejtem majd.

4. Módszertan

Az adatokat a Soccerway (Soccerway, 2023) oldaláról gyűjtöttem össze, amelyen két tetszőleges csapatot kiválasztva megkapjuk az egymás elleni mérkőzéseik eredményét, időpontját és hogy milyen versenysorozat része volt az adott mérkőzés. Az összehasonlításához létrehoztam egy páros összehasonlítás mátrixot, ahol a főátlóban 1-es értékek szerepeltek. Leszűkítettem a figyelembe vett meccseket 2003. január 1. és 2022. december 31. közé, az ennél régebbi és frissebb találkozókat nem vettem figyelembe. Ennek oka az, hogy nehezen összehasonlíthatóak a 20 évnél nagyobb különbséggel lejátszott mérkőzések eredményei, mivel teljesen más emberekből álltak a csapatok. Ezeket aztán súlyoztam idő és „fontosság” szerint. Az időbeli súlyozást az indokolta, hogy a régebbi meccseken kevesebb olyan játékos játszott (ha játszott egyáltalán), aki ma is tagja a válogatott keretének, így azok az eredmények kevésbé fontosak. A másik súlyozást pedig az adta, hogy egy világbajnoki döntő sokkal nagyobb fontossággal bír, mint egy barátságos mérkőzés. Két páros összehasonlítás mátrixot is készítettem, az egyikben a tényleges eredményeket súlyoztam, míg a másiknál a kimenetelt és az abból fakadó pontelosztást vettem figyelembe. Az időszúly a mérkőzés időpontjától függően az alábbiak szerint alakult:

2. táblázat: A szerzett gólok/pontok időszúlya

Év	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Súly	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
Év	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Súly	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1

Adatok forrása: saját szerkesztés

A szerzett gólokat és pontokat egy másik módszerrel is súlyoztam, ez pedig a mérkőzés típusára vonatkozik, és az alábbi táblázat szerint alakult:

3. táblázat: A szerzett gólok/pontok fontossági súlya

Mérkőzés típusa	Barátságos	Selejtező	Nemzetek Ligája	Európa-bajnokság	Világbajnokság
Fontossági súly	1	1,1	1,2	1,3	1,4

Adatok forrása: saját szerkesztés

Néhány válogatott esetén előfordult, hogy olyan típusú mérkőzéseket is játszottak (Kirin Cup, Baltic Cup, Konföderációs Kupa stb.), amelyek a fenti rendszerbe nem illeszthetők bele. Ezeket a mérkőzéseket a barátságos mérkőzések kategóriájába soroltam, mivel ebben az esetben csak kisebb, meghívásos vagy már nem létező tornákról van szó. Amennyiben az adott mérkőzés hosszabbításban dőlt el, úgy azt a végeredményt vettem figyelembe, tizenegyespárbaj esetén viszont a szerzett gólokba kizárólag a hosszabbítás végéig szerzett gólok számoltam, a tizenegyespárbajt nem. Az egyes párosítások során a meccseken szerzett, súlyozott gólok összeadtam. A kapott mátrix által meghatározott gráf összefüggő lett, de persze maradtak üres cellák, vagyis nem teljesen kitöltött páros összehasonlítás mátrixszal van dolgunk. A mátrix mindösszesen 13,69%-a (414 cella, vagyis 207 párosítás) maradt üresen.

Hasonló módon jártam el a pontszámítás verziójánál is. A legfrissebb szabályoknak megfelelően a győzelemért 3 pont járt, döntetlen esetén 1, vereség esetén pedig 0. Különleges esetekben (hosszabbítás, tizenegyespárbaj) a hivatalos végeredményt, vagyis a 120 perc után kialakult eredményt vettem figyelembe. Ezeket aztán a gólokhoz hasonló módszerrel összegeztem, majd egy mátrixba gyűjtöttem össze.

Most pedig bemutatom a nem teljes páros összehasonlításokra alkalmazott Bradley-Terry modellt (Bradley és Terry, 1952). A modell n darab összehasonlítandó objektummal rendelkezik. Annak a valószínűsége, hogy az i csapat legyőzi a j csapatot, a következő alakban írható fel ebben a modellben:

$$P(i > j) = \frac{e^{\beta_i}}{e^{\beta_j} + e^{\beta_i}}$$

A modell ezután egy algoritmussal keresi meg az együtthatókat a maximum likelihood becslést használva. Legyen $w_{i,j}$ annak az eseménynek a gyakorisága, ahol i legyőzi a j -t. A p paramétervektor log-likelihood függvényét használva a következőt kapjuk:

$$L(P) = \sum_i^n \sum_j^n \ln p_{i,j}^{w_{i,j}} = \sum_i^n \sum_j^n \ln \left(\frac{p_i}{p_i + p_j} \right)^{w_{i,j}} = \sum_i^n \sum_j^n [w_{i,j} \ln p_i - w_{i,j} \ln(p_i + p_j)]$$

Legyen W_i az i csapat által megnyert összehasonlítások száma. Az algoritmus ekkor minden i -re lefuttatja a következő „frissítést”:

$$p'_i = W_i \left(\sum_{j \neq i} \frac{w_{i,j} + w_{j,i}}{p_i + p_j} \right)^{-1}$$

Miután kiszámoltunk minden p'_i -t, normáljuk őket, és az algoritmus újratezdődhet, de már a kiinduló p vektor helyett a fent kiszámolt p'_i értékekkel. Ez konvergens lesz egy paramétervektorhoz, amely a módszer végső eredménye.

5. Eredmények

Az eredményül kapott rangsorok táblázat formájában a mellékletek között találhatóak, ami a dolgozat szempontjából fontosabb, az a különböző rangsorok közötti Spearman-rangkorreláció és azok p értékei. A korrelációs együtthatókat az alábbi táblázat tartalmazza:

4. táblázat: A Spearman-rangkorrelációs együtthatók

Korrelációs együttható	Eredményalapú Bradley-Terry	Pontalapú Bradley-Terry	FIFA-világranglista	Nemzetek Ligája
Eredményalapú Bradley-Terry	1,000	0,994	0,980	0,939
Pontalapú Bradley-Terry	0,994	1,000	0,984	0,944
FIFA-világranglista	0,980	0,984	1,000	0,946
Nemzetek Ligája	0,939	0,944	0,946	1,000

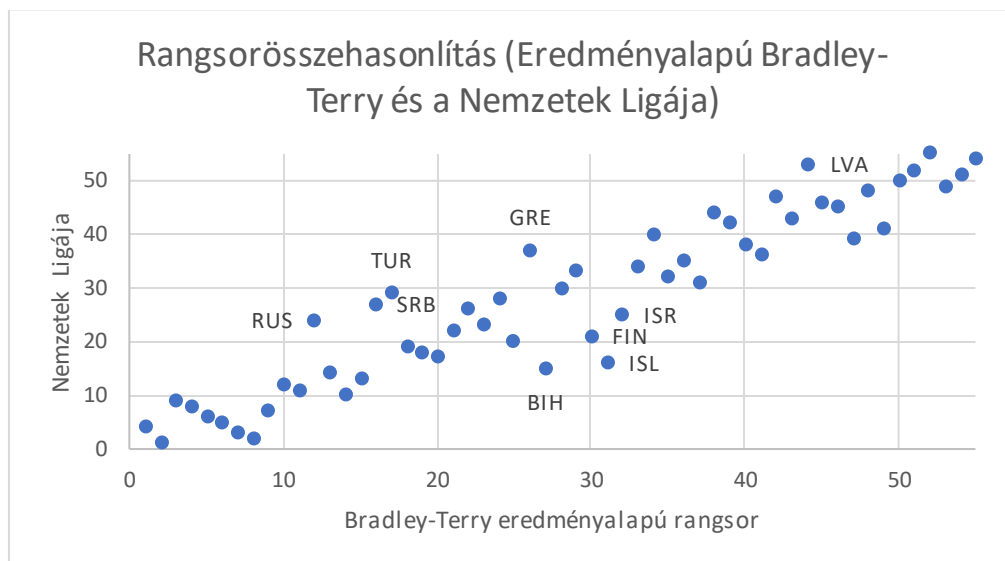
Adatok forrása: saját számítás

Amint az a táblázatból is látszik, mindegyik együttható értéke 0,93 feletti értéket adott, ami nagyon erős korrelációra utal, tehát rendkívül hasonló sorrendeket kaptunk. A p értékekre 0-át kaptam, ami azt jelenti, hogy szignifikánsak ezek a rangkorrelációs együtthatók. Érdeemes megfigyelni, hogy a Nemzetek Ligájánál vannak a legkisebb együtthatók, amelynek több oka is lehet. Egyrészt a többiekkel ellentétben jóval kevesebb mérkőzést vesz figyelembe, másrészt sokszor a lebonyolítási forma miatt néhány ország helyezése nem feltétlenül reprezentálja a valós erejét, mint azt a későbbiekben is látni fogjuk.

Ezután megvizsgáltam a Kendall W-együtthatót, amely több rangsorra is alkalmazható egyszerre, szemben a gyakran használt Kendall-Tau-együtthatóval, amelyet kizárólag párokra használunk. Az együttható értéke 0 és 1 között lehet, ahol 0 jelenti az abszolút eltérő, 1 pedig a teljesen megegyező rangsort. Az általam használt 4 rangsorra 0,973-as értéket adott, a p-érték pedig praktikusán 0 lett, ami azt jelenti, hogy a rangsorok rendkívül hasonlóak.

Miután megvizsgáltuk a rangkorrelációkat, néhány ábrán bemutatom a sorrendeket.

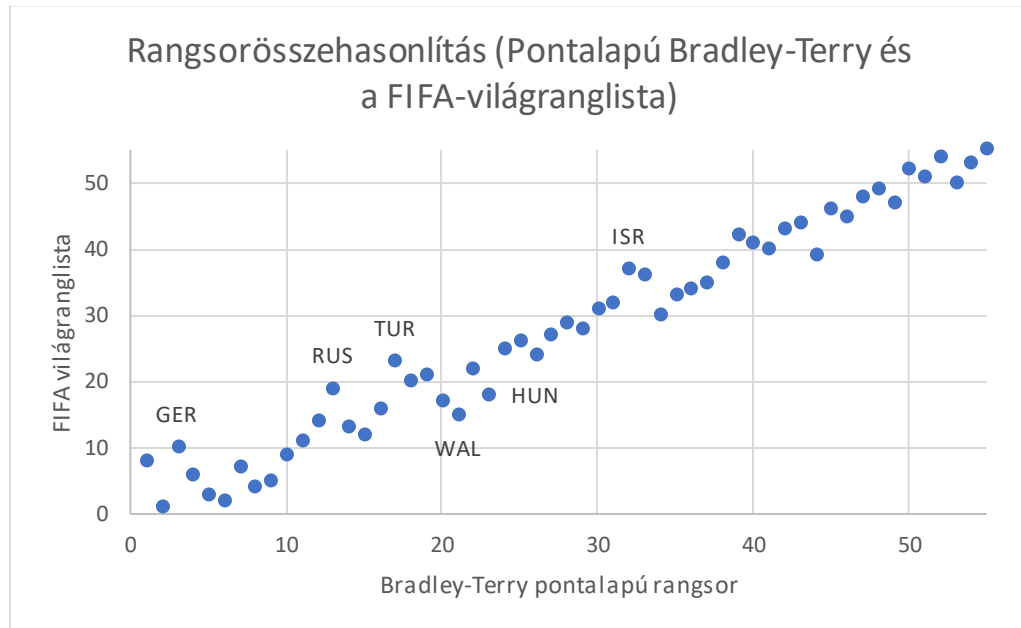
1. ábra: A csapatok helyezése a Nemzetek Ligájában és az eredményalapú Bradley-Terry rangsorban



Az adatok forrása: saját számítás és UEFA, 2022, saját szerkesztés

Mint láthatjuk, az országok nagyrésze közel ugyanolyan helyen végzett a Nemzetek Ligájában, mint a Bradley-Terry rangsorban. Néhány ország azonban kijebb esik ettől, őket az ország kód jelölésével tüntettem fel az ábrán. Törökország, Oroszország, Szerbia és Görögország valószínűleg nagyon gyengén szerepeltek a Nemzetek Ligája csoportjaikban, emiatt abban a rangsorban rosszabb helyen végeztek, mint ahol a modellem alapján kellett volna nekik (Törökország például a 17. hely helyett csak 29. lett). A Nemzetek Ligája lebonyolítása miatt azonban nem biztos, hogy a gyenge eredményeik miatt voltak itt, hanem azért is lehet ez, mert ezek a csapatok ebben a kiírásban a B ligában (Görögország a C ligában) szerepeltek, így a 17. helynél (Görögország a 33. helynél) előrébb semmiképpen sem végezhetek volna. Velük ellenkező utat járt be a trend alatt elhelyezkedő 4 kiemelt ország (Bosznia-Hercegovina, Izland, Finnország és Izrael). Bosznia-Hercegovina és Izland az A ligában szerepelt, de mindkét csapat csoportutolsó lett. Ennek ellenére a ligatagságuk miatt a 15-16. helyet megszerezték, ami jóval magasabb, mint ami egyébként a reális helyezésük lenne (a modellem szerint rendre 27. és 31.). Finnország és Izrael erőn felül teljesítve megőrizték tagságukat a B ligában, Lettország pedig azért emelkedik ki „felfelé”, mert a modellemhez képest 9 hellyel végzett hátrébb a Nemzetek Ligájában (csak 53. lett).

2. ábra: A csapatok helyezése a FIFA-világranglistán és a pontalapú Bradley-Terry rangsorban



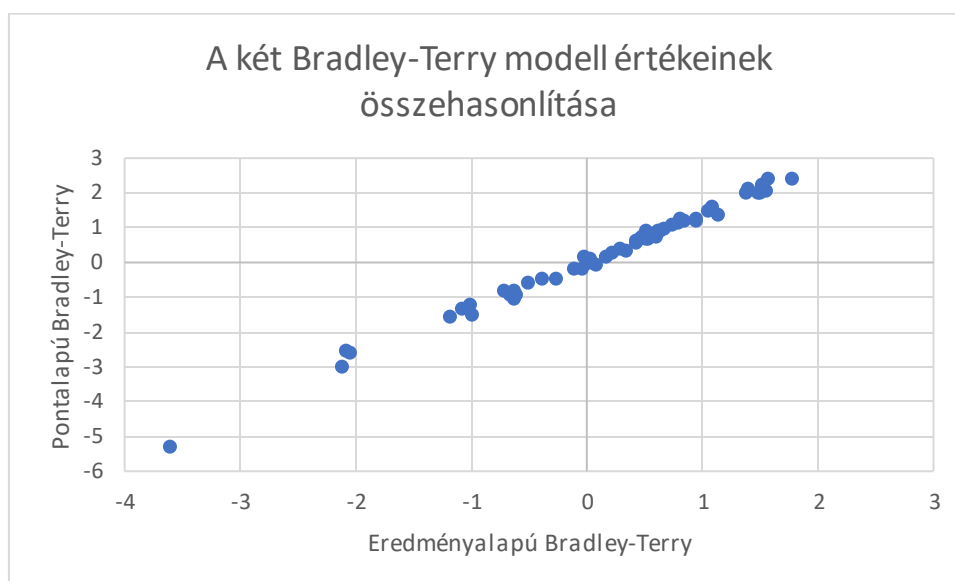
Adatok forrása: saját számítás és FIFA, 2022a, saját szerkesztés

A másik modellemet pedig a FIFA-világranglistával hasonlítottam össze. Érdekes, hogy a másik ábrához képest jóval kevésbé szóródnak a helyezések a különböző rangsorok szerint, ám itt is láthatunk néhány olyan országot, ahol nagy az eltérés a két rangsorbeli helyezés között. Ennek oka az lehet, hogy a FIFA-világranglista jobban bünteti a formahanyatlást, mint az én modellem, illetve még az is lehet az okok között, hogy a 2018-as átalakítás során a világranglista lényegében minimalizálta az országok közötti különbségeket. Emiatt a 2018 utáni formaingadozás többet számít, mint a korábbiak. Ennek ékes példája Magyarország és Németország összehasonlítása. Magyarország a modellemhez képest 5 hellyel van előrébb a világranglistán (18. a 23. helyett), ennek oka lehet az utóbbi időben produkált remek eredmények és a botlások minimálissá válása. Németország 7 hellyel van a modellem által prediktált helyezéshez képest hátrébb, de említhetném a fel nem tüntetett Spanyolországot (az én modellemben első lettek, a világranglistán pedig a nyolcadik helyet foglalják csak el) is. Ennek oka az lehet, hogy a legutóbbi nagy tornákon hamar búcsúztak, ami miatt egyrészt kevesebb meccsen volt lehetőségük pontokat szerezni, másrészt pedig ezek a kiesések sokszor meglepetéseredmények voltak, amit a világranglista számolási módszere erősen büntet (az esélyesebb csapat szemszögéből nézve).

Amit még érdekes lehet megvizsgálni, az a két, általam megalkotott modell Bradley-Terry értéke, amelyet a következő diagram tartalmaz. Még vizsgálat előtt feltettem, hogy a

pontalapú módszer alapvetően a gyengébb csapatoknak kedvezhet, hiszen a nagyarányú vereségeket eltünteti, és az esetleges győzelmeket felnagyítja.

3. ábra: A két Bradley-Terry modell együtthatói



Adatok forrása: saját számítás, saját szerkesztés

Láthatjuk, hogy amikor a szerzett pontokat vesszük alapul, akkor az együtthatók sokkal jobban szóródnak (-6 és 3 között), mint amikor a tényleges eredményt használtam a mátrixkészítéshez (-4 és 2 között), nagyjából 1,5-szer akkora a terjedelme az adatoknak. Ennek oka az lehet, hogy a mérkőzések nagyrésze kis különbséggel zárul (1-2 gól különbséggel), míg a pontozásnál ez (a döntetlent kivéve) 3 pont különbséget jelentett, ami a mátrixban szereplő számokat is befolyásolta, nagyobb különbség alakult ki köztük.

6. Összegzés

Láttuk, hogy a Bradley-Terry módszer alkalmazható az adathalmazunkra, amely értelmes és megmagyarázható eredményre vezetett minket. Összességében arra jutottam, hogy a módszer által kapott rangsorok hasonlítanak a hivatalos rangsorokhoz, de közelebb állnak a világranglistához, mint a Nemzetek Ligája eredményéhez, ennek a speciális lebonyolítási forma is lehet az oka. Továbbfejlesztési lehetőségként felmerülhet, hogy ne csak az európai válogatottakat, hanem a világ összes válogatottját hasonlítsuk össze, azonban ez sokkal több üres helyet jelentene a mátrixban, amelyet becsülnünk kell. Emellett hivatalos rangsornak is csak a világranglistát tudnánk használni. Azonban mivel Ley és szerzőtársai (2019) szerint nem a Bradley-Terry modell a legjobb ilyen becslések elvégzésére, érdemes lehet átgondolni más módszerek használatát is. Érdemes lenne egy későbbi kutatásban megvizsgálni az általam megalkotott módszer változtatásait, például milyen eredményt adna csak az elmúlt 10 év vizsgálata vagy akár a mérkőzések fontossági súlyának átvariálásával milyen eredményt kapnánk. Ugyanezt vagy hasonló vizsgálatot le lehetne futtatni női válogatottakra is, ami szintén egy másfajta továbbfejlesztés lenne.

7. Irodalomjegyzék

Az adatok forrásai:

Soccerway (2023): elérhető: <https://us.soccerway.com/teams/comparison/>, utolsó elérés: 2023.04.13

FIFA-világranglista: FIFA (2022a): Men's ranking, elérhető: <https://www.fifa.com/fifa-world-ranking/men?dateId=id13869>, utolsó elérés: 2023. 04. 14.

Nemzetek Ligája: UEFA (2020), elérhető: https://editorial.uefa.com/resources/0264-10fc7133decc-0734cf828401-1000/unl_rankings_after_md6_with_criteria_1_december_2020.pdf, utolsó elérés: 2023.04.13.

Szakirodalmi források:

Ames, Nick and Aarons, Ed (2022): World Cup 2022 power rankings: breaking down the final 32, elérhető: <https://www.theguardian.com/football/2022/jun/15/world-cup-2022-power-rankings-final-32-qatar>, utolsó elérés: 2023.04.13.

Baker, Rose D., McHale, Ian G. (2015): Time varying ratings in association football: the all-time greatest team is..., *Journal of the Royal Statistical Society, Series A* (2015), 178, Part 2, pp. 481–492

Baker, Rose D., McHale, Ian G. (2017): Time-varying ratings for international football teams, *European Journal of Operational Research*, Volume 267, Issue 2, 2018, Pages 659-666, ISSN 0377-2217, elérhető: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.11.042>, utolsó elérés: 2023. 04. 13.

Bradley, Ralph and Terry, Milton (1952): Rank Analysis of Incomplete Block Designs: I. The Method of Paired Comparisons, *Biometrika*, Dec. 1952, Vol. 39, pp 324-345

KSH (2023): 21.1.1.4. A bruttó hazai termék (GDP) értéke forintban, euróban, dollárban, vásárlóerő-paritáson, elérhető: https://www.ksh.hu/stadat_files/gdp/hu/gdp0004.html, utolsó elérés: 2023.04.14.

FIFA (2022b): FIFA World Cup delivering record-breaking TV audience numbers, elérhető: <https://www.fifa.com/tournaments/mens/worldcup/qatar2022/news/fifa-world-cup-delivering-record-breaking-tv-audience-numbers>, utolsó elérés: 2023.04.13.

FIFA (2023): Revision of the FIFA / Coca-Cola World Ranking, elérhető: <https://digitalhub.fifa.com/m/f99da4f73212220/original/edbm045h0udbwkqew35a-pdf.pdf>, utolsó elérés: 2023.04.13.

- Ley, Christophe, Van de Wiele, Tom and Van Eetvelde, Hans (2019): Ranking soccer teams on the basis of their current strength: A comparison of maximum likelihood approaches, *Statistical Modelling* 2019; 19(1): 55–73.
- McHale, Ian G. (2014): Rankinsg Models in Sport, *OR56 Keynote Papers*, pp.68-77 (2014)
- Mihálykó, Csaba, Mihálykóné, Orbán Éva és Gyarmati, László (2021): A Thurstone-módszer általánosításai, *Alkalmazott Matematikai Lapok* 38 (2021), 127-140. oldal
- UEFA (2021): UEFA Financial report 2020/21, elérhető: https://editorial.uefa.com/resources/0275-151e1a55c231-ef1c32b881dc-1000/en_in_uefa_financial_report_2020-2021.pdf , utolsó elérés: 2023.04.14.
- van Eetvelde, Hans and Ley, Christophe (2019). Ranking Methods in Soccer. In *Wiley StatsRef: Statistics Reference Online* (eds N. Balakrishnan, T. Colton, B. Everitt, W. Piegorsch, F. Ruggeri and J.L. Teugels), elérhető: <https://doi.org/10.1002/9781118445112.stat08161>, utolsó elérés: 2023.04.14.

8. Melléklet

5. táblázat: A különböző rangsorok és a Bradley-Terry értékek

Ország	B.-T. eredmény alapján		B.-T. szerzett pontok alapján		FIFA-ranglista	Nemzetek Ligája
	Érték	Helyezés	Helyezés	Érték		
ESP	1,766	1	1	2,456	8	4
FRA	1,560	2	2	2,408	1	1
ENG	1,539	3	5	2,068	3	9
GER	1,511	4	3	2,234	10	8
NED	1,486	5	8	2,004	4	6
POR	1,468	6	7	2,043	7	5
ITA	1,394	7	4	2,139	6	3
BEL	1,375	8	6	2,052	2	2
DEN	1,132	9	11	1,419	11	7
CRO	1,079	10	9	1,629	5	12
SUI	1,038	11	10	1,514	9	11
RUS	0,940	12	13	1,263	19	24
SWE	0,934	13	14	1,201	13	14
POL	0,828	14	15	1,196	12	10
UKR	0,798	15	12	1,306	14	13
SRB	0,773	16	16	1,143	16	27
TUR	0,730	17	17	1,103	23	29
CZE	0,664	18	18	0,967	20	19
AUT	0,630	19	20	0,917	17	18
WAL	0,611	20	21	0,913	15	17
NOR	0,585	21	22	0,757	22	22
ROM	0,529	22	25	0,683	26	26
SCO	0,501	23	19	0,929	21	23
IRL	0,498	24	26	0,677	24	28
HUN	0,462	25	23	0,750	18	20
GRE	0,443	26	24	0,725	25	37
BIH	0,419	27	28	0,616	29	15
SVK	0,413	28	27	0,622	27	30

SVN	0,332	29	30	0,333	31	33
FIN	0,280	30	29	0,430	28	21
ISL	0,211	31	31	0,286	32	16
ISR	0,159	32	32	0,182	37	25
MNE	0,075	33	37	-0,017	35	34
MKD	0,040	34	35	0,040	33	40
NIR	0,016	35	34	0,118	30	32
ALB	0,000	36	36	0,000	34	35
BUL	-0,036	37	33	0,163	36	31
KVX	-0,042	38	39	-0,185	42	44
GEO	-0,128	39	38	-0,138	38	42
BLR	-0,278	40	40	-0,444	41	38
ARM	-0,401	41	41	-0,453	40	36
EST	-0,513	42	42	-0,555	43	47
AZE	-0,621	43	45	-0,896	46	43
LVA	-0,631	44	47	-1,014	48	53
CYP	-0,639	45	43	-0,775	44	46
KAZ	-0,672	46	46	-0,908	45	45
LUX	-0,717	47	44	-0,808	39	39
MDA	-1,009	48	50	-1,496	52	48
LTU	-1,028	49	48	-1,166	49	41
FRO	-1,091	50	49	-1,334	47	50
MLT	-1,199	51	51	-1,554	51	52
AND	-2,065	52	53	-2,588	50	55
GIB	-2,097	53	52	-2,500	54	49
LIE	-2,124	54	54	-2,987	53	51
SMR	-3,611	55	55	-5,258	55	54

Adatok forrása: FIFA, 2022a, UEFA, 2022 és saját számítások, saját szerkesztés