

A QS-RANGSOR ELŐREJELEZHETŐSÉGE A SCOPUS ÉS A SCIVAL ADATAI ALAPJÁN A HAZAI INTÉZMÉNYEK TÜKRÉBEN

THE PREDICTABILITY OF QS RANKING BASED ON SCOPUS AND SCIVAL DATA THROUGH THE LENS OF HUNGARIAN INSTITUTIONS

Dobos Imre¹, Sasvári Péter², Urbanovics Anna³

¹ DSc, egyetemi tanár, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar, Budapest, dobos.imre@gtk.bme.hu

² PhD, habilitált egyetemi docens, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Államtudományi és Nemzetközi Tanulmányok Kar, Budapest, egyetemi docens, Miskolci Egyetem Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Miskolc sasvari.peter@uni-nke.hu

³ PhD-hallgató, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Államtudományi és Nemzetközi Tanulmányok Kar, Budapest urbanovics.anna@uni-nke.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A felsőoktatási rendszerek és a felsőoktatási intézmények értékelésének nemzetközileg elismert módja a nemzetközi egyetemminősítő rangsorok használata. Ezek közül az egyik legismertebb a QS-rangsor, ami hat indikátor mentén minősíti az intézményeket. Jelen tanulmányunk két célt fogalmazott meg. Először azt vizsgáljuk meg, hogy a QS-rangsor és a Scopus/SciVal-adatbázisból nyerhető változókból TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) rangsoroló eljárással nyert egyetemi rangsorok hogyan viszonyulnak egymáshoz. Az eredmény nagy fokú egyezést mutat. A második célunk az volt, hogy ezen a QS egyetemi listán szereplő magyar egyetemeket megvizsgáljuk a régi és új rangsorok szerint. Egy egyetem kivételével a magyar egyetemek rangsora is nagy fokú stabilitást mutatott.

ABSTRACT

The international university rankings are world-reputed modes to evaluate the higher education area and higher education institutions. The QS rankings is one the most popular among these, which evaluates institutions based on six indicators. This paper has two aims. First, we investigate how the QS rankings and alternative rankings based on data from SciVal correlate with each other. Our findings show a strong correlation. Our second goal was to examine the Hungarian higher education institutions on this QS university list according to the old and new rankings.

With the exception of one university, the Hungarian institutions show high stability in these rankings.

Kulcsszavak: egyetemi rangsor, magyar egyetemek, TOPSIS, Scopus/SciVal

Keywords: university ranking, Hungarian universities, TOPSIS, Scopus/SciVal

BEVEZETÉS

A felsőoktatás egyre jelentősebb szerepet vállal az egyes nemzetek gazdasági növekedésében és társadalmi fejlődésében (OECD, 2015). A felsőoktatási intézmények a tudástermelés- és megosztás, valamint az innovációs potenciál szempontjából egyre inkább előtérbe kerülő szereplők (El Gibari et al., 2018). Tevékenységüket és teljesítményüket, mint ahogy más iparágakat és általában véve emberi tevékenységet, folyamatosan mérik és monitorozzák. Ennek a mára bevett és nemzetközileg elismert formája a nemzetközi egyetemminősítő rangsorok használata. Ezen rangsorok a nemzeti szintű tudománypolitika, a kormányok, a továbbtanulási választás előtt álló hallgatók és a média figyelmének is középpontjában állnak (Johnes, 2018). Ezzel párhuzamosan pedig azt is láthatjuk, ahogy a felsőoktatási intézmények ezen relatív – intézmények egymáshoz viszonyított – teljesítménymérő eszközök által definiált „kiválóság” mércéjének igyekeznek megfelelni, sokszor e mentén jelentősen átalakítva missziójukat és tevékenységi körüket (Daraio et al., 2015). A nemzetközi rangsorok elsődlegesen a kutatásra helyezik a hangsúlyt, ezzel pedig a három legfőbb misszió: kutatás, oktatás és ipari tudásmegosztás közül egyértelműen a kutatási aspektus erősítését ösztönzik az intézmények profiljában (Laredo, 2007). Ezen teljesítménymérést szolgáló rangsorok nemcsak a felsőoktatási intézményeket, de a teljes nemzeti felsőoktatási rendszereket is mérhetővé, összehasonlíthatóvá és transzparenssé teszik. Tatiana Sidorenko és Tatiana Gorbatova (2014) tanulmányukat azzal a kijelentéssel kezdik, miszerint ezen rangsorok nemcsak a siker mérésére szolgálnak, de óriási kihívást is állítanak a felsőoktatás szereplői és a nemzetek elé a minél jobb helyezés hajszolása által.

A QS-rangsor az egyik legismertebb egyetemminősítési rendszer (QS World University Rankings). Ez a rendszer hat pillérre támaszkodik. Ezek közül a két legjelentősebb a vizsgált egyetem kutatói reputációja és idézettsége, a többi pedig

- a munkáltatói megbecsültség,
- az egyetemi kar / hallgatók arány,
- a külföldi hallgatók aránya,
- a külföldi dolgozók száma.

Johnes (2018) tanulmányában a *The Complete University Guide* rangsor kapcsán arról ír, hogy a tizenkét kisebb indikátor közül tíz erősen korrelál egymással és a végleges rangsorral is – többek között – a bemeneti követelmények, a kutatási teljesítmény, a végzett hallgatók foglalkoztatási aránya, a díjak és elismerések száma, ugyanakkor a hallgatói elégedettség és az egyetem szolgáltatásokra fordított költségei nem. Tanulmányunkban célunk, hogy a QS-rangsorral kapcsolatban vizsgáljuk azt, hogy pusztán a kutatási és idézettségi adatokra támaszkodva mi-

lyen pontossággal becsülhető meg a végleges rangsor, sorrend. Elemzésünkben a hat pillérhez köthető publikációs tevékenységgel és idézettséggel foglalkozunk. A QS minősítési rendszer az adott egyetem publikációs tevékenységének méréséhez a *Scopus* adatbázisra támaszkodik. A pontos kiszámítási algoritmus azonban nem érhető el.

Dolgozatunkban azzal a hipotézissel élünk, hogy a SciVal szoftver adatai lehetővé teszik, hogy az egyetemek sorrendjét megállapítsuk. Ezzel együtt azt is állítjuk, hogy a publikációs tevékenység és annak hatása is megfelelően közelíti az egyetemi rangsorokat, a többi pillér mellőzése mellett. Ennek bizonyításához a már említett *SciVal* adatbázisból vett, az egyetemekre jellemző adatokat használunk. Csak azokat az egyetemeket vizsgáljuk, amelyek bekerültek a QS 2021-es listájába.

A publikációs adatokból számított sorrendet a TOPSIS módszerével számítottuk ki, két kiválasztott hatváltozós adatbázis alapján. Az összehasonlíthatóság érdekében a QS sorrendjét fel kellett bontanunk az azonos helyezést elérő egyetemek között, ehhez ezeket az intézményeket a helyezéseik átlagával számoltuk.

Jelen bevezető fejezet után, a második fejezetben az adatbázis összeállítását mutatjuk be. Ezt követően a két hatváltozós adatbázis alapján, azaz a nyers adatokkal és a viszony számmal nyert TOPSIS-sorrendeket vetjük össze, és a három sorrendet a Kendall-féle τ -b rangkorrelációval hasonlítjuk össze. A negyedik részben a magyar egyetemek helyzetét tekintjük át a listákon, végül összefoglaljuk az eredményeinket.

AZ ADATBÁZISOK ÖSSZEÁLLÍTÁSA

A munkát az adatbázisok összeállításával kezdtük. Az elemzésben alapváltozót használtunk, ezek közül ötöt a SciVal adatbázisból, míg a hatodikat a vizsgált intézmények hivatalos honlapjairól gyűjtöttünk össze. A változóink, ezzel együtt pedig a nyers adataink a 2019-es állapotot mutatják. A SciVal-ból kinyert alapváltozók a következők:

- publikációk száma (*PUBL*),
- hivatkozások száma (*CIT*),
- a szerzők száma (*AUT*),
- az ötéves Hirsch-index 2015–2019 között (*H5-I*) és
- a Field-Weighted Citation Impact (*FWCI*).

A változók közül az utolsó, a tudományterületi súlyozott hatás szorulhat némi magyarázatra. A mutató az adott egyetemen kutató szakemberek publikációinak a hivatkozást vonzó képességét mutatja, összesítve. Az FWCI alkalmas mind hasonló, mind eltérő tudományterületek publikációinak hivatkozásvonzó képes-

ségét mérni, mert normalizált értéket mutat. Az FWCI kizárólag a Scopus és a SciVal adatbázisokban érhető el, 1 feletti értéke azt mutatja, hogy adott közlemény hivatkozásvonzó képessége magasabb az összehasonlítás alapját adó más közleményeknél. A mutató leírása megtalálható az Elsevier (2019) kötetében és az Amrita Purkayastha és munkatársai (2019) által közölt tanulmányban.

A hatodik változót, amely az intézmények személyi állományára vonatkozik, az egyetemek honlapjairól nyertük ki. Mivel a publikációk szerzői nem feltétlenül oktatnak, vagy megfordítva, sok oktató egyben kutató is, ezért az egyetemen szakmai foglalkoztatottak számát is meghatároztuk:

- az összes oktatási és kutatási személyzet számát (*AFS*) is.

Ebből a hat változóból, mutatóból indultunk ki.

További vizsgálatokhoz az alapváltozók mentén hat viszonyszámot alkottunk, amelyek a következők:

- a szerzők aránya az összes oktatási-kutatási személyzethez (*AUT/AFS*),
- egy szerzőre eső publikációk száma (*PUBL/AUT*),
- egy szerzőre eső hivatkozások száma (*CIT/AUT*),
- az egy publikációra eső hivatkozások száma (*CIT/PUBL*),
- egy oktatási-kutatási személyre eső publikációk száma (*PUBL/AFS*) és
- egy oktatási-kutatási személyre eső hivatkozások száma (*CIT/AFS*).

A mutatók mindegyike valamilyen hatékonysági mutatót fed.

A két adatbázis (alapváltozó és viszonyszám alapú) segítségével két sorrendet fogunk képezni, és azt vizsgáljuk, hogy a kapott sorrend milyen kapcsolatban van a QS 2021-es mutatóval. Elemzésünkhöz szükséges volt a hiányzó mutatókat is meghatározni (missing value). A hiányzó értékeket az SPSS26 program segítségével számoltuk. A hiányzó érték számítására az SPSS programja többféle módszert kínál, melyek közül vizsgálatunkban azt az eljárást választottuk, amely során a legközelebbi hiányzó érték felülről és alulról vett értékének móduszát veszi a rendszer. Ezt a módszert azért használhattuk, mert a vizsgált intézmények a QS-rangsor indikátorai szerint már sorrendben voltak.

A QS 2021 SORRENDJE, AZ ALAPADATOKKAL ÉS VISZONYSZÁMOKKAL NYERT SORRENDEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Az alapadatokkal és a viszonyszámokkal nyert sorrend meghatározásához a TOPSIS-módszert használtuk. A TOPSIS-módszernek azt a változatát alkalmaztuk, amely a súlyokat endogén módon, az adatokból határozza meg. Ez az entrópián alapuló súlymeghatározás módszere. A következőkben a számolási módszertan rövid bemutatására törekszünk.

Első lépésben elvégezzük az alapadatok normalizálását. Tegyük fel, hogy az i változó adatait az egyes egyetemekre az x_i vektor tartalmazza. Ezután az adatátalakítás a következő:

$$y_{ji} = \frac{x_{ji} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}}, \quad (j=1,2,\dots,n; i=1,2,\dots,m),$$

ahol az i változó minimális és maximális értéke x_j^{\min} és x_j^{\max} , az n az egyetemek száma, az m pedig a kritériumok/változók száma. Ezzel az átalakítással az egyes változók értékeit egyetemenként $[0,1]$ intervallumra alakítottuk át. Legyen az új vektorok értéke y_i .

Második lépésben, ismerve az egyes változók értékeit, az entrópiaalapú módszerrel határozzuk meg a változók súlyát (Zou et al., 2006). Az átalakítás képlete a következő:

$$H_i = -\frac{1}{\ln(n)} \cdot \sum_{j=1}^n \frac{y_{ji}}{\sum_{j=1}^n y_{ji}} \cdot \ln\left(\frac{y_{ji}}{\sum_{j=1}^n y_{ji}}\right), \quad (i=1,2,\dots,m).$$

A súlyok így a következők lesznek:

$$w_i = \frac{H_i}{n - \sum_{i=1}^m H_i}, \quad (i=1,2,\dots,m).$$

A súlyozott normalizált értékeket z_{ji} jelöli, amely egyenlő: $z_{ji} = w_i \cdot y_{ji}$. Ezután az ideális és a legalacsonyabb pontokat a z_{ji} értékek segítségével határozzuk meg.

Végül a *harmadik lépésben* a súlyozott adatok alapján meghatározzuk a hatékonysági indexet az ideális (I_i) és a legalacsonyabb (N_i) pontok felhasználásával, amelyeket a következő módon számolunk:

$$I_i = \max_{j=1,2,\dots,n} z_{ji}, \quad N_i = \min_{j=1,2,\dots,n} z_{ji}, \quad (i=1,2,\dots,m).$$

A j -edik egyetem távolságát az ideáltól és a mélyponttól a következőképpen határozzuk meg:

$$d_j^I = \sqrt{\sum_{i=1}^m (z_{ji} - I_i)^2}, \quad d_j^N = \sqrt{\sum_{i=1}^m (z_{ji} - N_i)^2}, \quad (j=1,2,\dots,n).$$

Az utolsó számítás a TOPSIS E_j hatékonyságának meghatározása, amely megmutatja a két meghatározott ponttól való távolság arányát:

$$E_j = -\frac{d_j^N}{d_j^I + d_j^N}, \quad (j=1,2,\dots,n).$$

A TOPSIS-módszer rövid leírása után ismertetjük az adatállományon végzett számítások eredményeit. A részletes számítások túlmutatnak jelen tanulmány terjedelmi korlátain, ezért ezek taglalását elhagyjuk. Az objektív súlyokat az 1. és 2. táblázat szemlélteti.

1. táblázat. Az alapadatokkal számított modell TOPSIS súlyai

	<i>PUBL</i>	<i>CIT</i>	<i>AUT</i>	<i>HS-I</i>	<i>FWCI</i>	<i>AFS</i>
Súlyok	0,165	0,166	0,171	0,166	0,166	0,166

(Saját szerkesztés a *SciVal* adatai alapján)

2. táblázat. Az viszonyszámokkal meghatározott modell TOPSIS súlyai

	<i>AUT/AFS</i>	<i>PUBL/AUT</i>	<i>CIT/AUT</i>	<i>CIT/PUBL</i>	<i>PUBL/AFS</i>	<i>CIT/AFS</i>
Súlyok	0,168	0,159	0,167	0,170	0,167	0,169

(Saját szerkesztés a *SciVal* adatai alapján)

A QS-rangsorban szereplő 1003 egyetemre vonatkozó három sorrendet jelen tanulmány függelékében mutatjuk be.¹

Számításainkat a három sorrend összevetésével folytatjuk, a Kendall-féle τ - b korreláció segítségével. Ez a korreláció az ordinális skálán mért változók közötti összefüggést méri. A korreláció érdekessége, hogy a Kemeny-féle távolságra alapozódik a számítás menete (Kemeny, 1959). A három sorrend közötti Kendall-féle τ - b korrelációt a 3. táblázat mutatja az 1003 egyetemre. A QS Rankings 2021 Ties sorrend az eredeti QS-sorrend azon felbontását mutatja, ahol a holtversenyek esetén a holtversenyben lévő egyetemek sorba rendezéskor kapott sorszámai összegének átlagával helyettesítettük az eldönthetetlen sorrendet. Ez utóbbi eljárás a sorrendképzés egyik bevált módszere.

A 3. táblázatban láthatjuk, hogy a korrelációk nagyobbak, mint 0,35, ami azt jelenti, hogy a három sorrend között erős korreláció, esetünkben asszociáció van. Érdeemes megfigyelni, hogy a két adatbázisból nyert TOPSIS-sorrend között nagyon erős kapcsolat van. Ez az eredmény abban a tekintetben viszont nem meglepő, hogy a viszonyszámokat az alapváltozók adataival határoztuk meg. Ezek után érdemes áttekintenünk, hogy a hazai intézmények milyen helyezéseket érnek el az egyes rangsorokban.

¹ A függelék a <https://mersz.hu/magyar-tudomany>, valamint a <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21693.59362> webcímen érhető el.

3. táblázat. A három sorrend közötti Kendall-féle rangkorreláció

<i>Kendall-féle τ-b korreláció</i>		TOPSIS- alapadatok	TOPSIS- viszonyszámok
QS-rangsor2021 Ties	Korrelációs együttható	0,477**	0,427**
	2 oldalú szignifikancia	0,000	0,000
TOPSIS Alapadatok	Korrelációs együttható		0,677**
	2 oldalú szignifikancia)		0,000

** Kétoldalú szignifikancia 1%
(Saját szerkesztés a *SciVal* adatai alapján)

A MAGYAR EGYETEMEK A QS-LISTÁKON

A QS nemzetközi rangsorra nyolc magyar intézmény került fel. A környező országok közül Ausztria szintén nyolc, míg a Visegrádi országok közül Csehország tíz, Lengyelország tizenöt és Szlovákia négy egyetemmel szerepelt a listán. Hazánk méretének és lakosságának arányában jól szerepelt a régióban.

A 4. táblázat azt mutatja, hogy mely magyar intézmény hol szerepel a listán. A QS Rankings 2021 mutatja a QS által adott hivatalos sorrendet. Ezt kellett szintén minden magyar egyetemre feloldanunk, mert a hazai intézmények más egyetemekkel holtversenyben szerepeltek a listán. Ezt a feloldást a QS Rankings 2021 Ties oszlop tartalmazza. A TOPSIS RD oszlopban az alapadatokkal nyert sorrend található, míg a TOPSIS RE oszlopban a viszonzyszámokkal kapott sorrendet láthatjuk. Mivel a TOPSIS alkalmazása esetén kicsi az esélye a holtversenynek, ezért az ezzel a módszerrel számolt sorrendben egyértelműek az intézmények helyezései. A 4. táblázatban feltüntettük a három sorrend átlagát, szórását és a relatív szórását is. Jelentéstartalma leginkább a relatív szórásnak van, ami azt mutatja, hogy az átlagtól hány százalékkal tér el lefelé és felfelé a sorrend egyes egyetemek esetében.

Láthatjuk, hogy a Szent István Egyetem vonatkozásában a három sorrend nem tért el egymástól jelentősen. Az Eötvös Loránd Tudományegyetem kivételével minden magyar egyetem relatív szórása tíz százalék alatt van, ami a két új rangsor pontosságát mutatja. Az Eötvös Loránd Tudományegyetem esetén a relatív szórás mintegy 32 százalékos, ami viszonylag magasnak tekinthető. Ez arra utal, hogy ez az egyetem a tudományos területen jobban teljesít, mint a QS-rangsor többi lábát tekintve. Úgy is fogalmazhatunk, hogy az Eötvös Loránd Tudományegyetemnek a munkáltatói megbecsültség, az egyetemi kar / hallgatók aránya, a külföldi hallgatók aránya és dolgozók száma területén kell erősödnie annak érdekében, hogy a QS-listán feljebb kerüljön.

4. táblázat. A magyar egyetemek sorrendben elfoglalt helyei

Sorszám	QS-rangsor 2021	Intézmény	QS-rangsor 2021 Ties	TOPSIS RD	TOPSIS RE	Átlag	Szórás	Relatív szórás (%)
621	601–650	Eötvös Loránd Tudományegyetem	628	420	340	463	149	32,132
509	501–510	Szegedi Tudományegyetem	507	537	475	506	31	6,124
525	521–530	Debreceni Egyetem	526	595	635	585	55	9,420
688	651–700	Pécsi Tudományegyetem	679	713	771	721	47	6,452
848	801–1000	Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem	903	828	764	832	70	8,365
970	801–1000	Budapesti Corvinus Egyetem	903	898	865	889	21	2,323
950	801–1000	Szent István Egyetem	903	917	897	906	10	1,133
972	801–1000	Miskolci Egyetem	903	978	924	935	39	4,138

(Saját szerkesztés a *SciVal* adatai alapján)

ÖSSZEFOGLALÁS

A nemzetközi egyetemi rangsorok indikátorrendszerével és azok egymáshoz, valamint az intézmények végső sorrendjéhez való viszonyával már a nemzetközi szakirodalom számos műve foglalkozott. Ezekben a munkákban, mint ahogy azt a bevezetésben is leírtuk, alapvetően több pillérrre bontották az indikátorokat. Az egyik csoporthoz az egyetem kutatói reputációja és idézettsége, míg a másik csoportba a munkáltatói megbecsülés, a hazai és külföldi hallgatók aránya és a külföldi dolgozók száma indikátorok kerültek.

Az előbbi csoport mutatói között szignifikáns kapcsolatokat mutattak ki a szerzők, melyek a végső sorrendet is alakítják az egyes egyetemek esetében. Jelen tanulmányunk ezt meghaladva azt tesztelte, hogy kizárólag a kutatási potenciálra és teljesítményre vonatkozó indikátorok mentén milyen pontosan tudjuk előre jelezni adott intézmény helyét a QS-rangsorban.

Elemzéseink során erre a kérdésre a *SciVal* adatbázisból és egy változó esetében az egyetem hivatalos honlapjáról gyűjtött alapváltozók és az ezekből képzett viszonymutatók alapján, TOPSIS rangsorolási technikával határoztuk meg az alternatív sorrendeket. Ezeket később a QS hivatalos rangsorával vetettük össze. Arra az eredményre jutottunk, hogy mindkét rangsor jól közelíti a QS-rangsor holtversenyes feloldásával nyert sorrendet. A sorrendek „jóságát” a Kemény-féle távolságon alapuló Kendall-féle τ - b korrelációval állapítottuk meg. Az eredményeink azt is mutatják, hogy azok az egyetemek szerepelnek jól a QS egyetemi rangsorban, amelyek a kutatási kiválóságra összpontosítanak, ugyanis az ilyen adatok felhasználásával is nagyon jó sorrendet lehet összeállítani.

A magyar egyetemek helyzete is megerősíti a fenti megállapításainkat. A számításaink során kapott viszonylag alacsony relatív szórás ugyanis arra utal, hogy mindhárom rangsor közel esik egymáshoz.

Egy további kutatás arra irányulhat, hogy a QS-rangsoron kívül a másik két nagy egyetemminősítő, azaz a THE és az ARWU rangsoraira is hasonló megállapítás igaz-e. Lényegében tehát az a kérdés, hogy a *Scopus* és a *SciVal* adatbázisból nyert kutatási, publikációs adatok elegendőek-e a rangsorok előrejelzésére.

IRODALOM

- Daraio, C. – Bonaccorsi, A. – Simar, L. (2015): Rankings and University Performance: A Conditional Multidimensional Approach. *European Journal of Operational Research*, 244, 3, 918–930. DOI: 10.1016/j.ejor.2015.02.005, <https://bit.ly/3hgzNc5>
- El Gibari, S. – Trinidad, G. – Ruiz, F. (2018): Evaluating University Performance Using Reference Point Based Composite Indicators. *Journal of Informetrics*, 12, 4, 1235–1250. DOI: 10.1016/j.joi.2018.10.003, <https://bit.ly/3r82MVW>
- Elsevier (2019): *Research Metrics Guidebook*. <https://www.elsevier.com/research-intelligence/resource-library/research-metrics-guidebook>
- Johnes, J. (2018): University Rankings: What Do They Really Show? *Scientometrics*, 115, 1, 585–606. DOI: 10.1007/s11192-018-2666-1, http://eprints.hud.ac.uk/id/eprint/34378/1/Johnes_Scientometrics_revised_2018.pdf
- Kemeny, J. G. (1959): Mathematics without Numbers. *Daedalus*, 88, 4, 577–591. <http://www.jstor.org/stable/20026529>
- Laredo, P. (2007): Revisiting the Third Mission of Universities: Toward a Renewed Categorization of University Activities? *Higher Education Policy*, 20, 4, 441–456. DOI: 10.1057/palgrave.hep.8300169, <https://bit.ly/36wT3PJ>
- OECD (2015): *Education at a Glance 2015: OECD Indicators*. OECD iLibrary. DOI: 10.1787/eag-2015-en, https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2015_eag-2015-en
- Purkayastha, A. – Palmaro, E. – Falk-Krzesinski, H. et al. (2019): Comparison of Two Article-level, Field-independent Citation Metrics: Field-Weighted Citation Impact (FWCI) and Relative Citation Ratio (RCR). *Journal of Informetrics*, 13, 2, 635–642. DOI: 10.1016/j.joi.2019.03.012, <https://bit.ly/3yS1Ac5>

- QS World University Rankings (2020): <https://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/2021>
- Sidorenko, T. – Gorbatova, T. (2014): Efficiency of Russian Education through the Scale of World University Rankings. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 166, 464–467. DOI: 10.1016/j.sbspro.2014.12.555, <https://core.ac.uk/download/pdf/82342823.pdf>
- Zou, Z. – Yun, Y. – Sun, J. (2006): Entropy Method for Determination of Weight of Evaluating Indicators in Fuzzy Synthetic Evaluation for Water Quality Assessment. *Journal of Environmental Sciences*, 18, 5, 1020–1023. DOI: 10.1016/S1001-0742(06)60032-6