

Alkalmazzuk a tudományt - egy választható matematika tantárgy sikertörténete

Lőrincz Sándor^{1,2}, Végh Ágnes^{1,2}, Szabó Csaba^{2,3}, Várady Ferenc^{1,2}

¹BGE KVIK Üzleti Elemzés Módszertan Tanszék

²MTA-ELTE Matematika Tanulásméleti Kutatócsoport

³ELTE Eötvös Loránd Tudományegyetem

E-mail: lorincz.sandor@uni-bge.hu; vegh.agnes@uni-bge.hu;
csaba@cs.elte.hu; varady.ferenc@uni-bge.hu

DOI: [10.29180/978-615-6342-61-4_21](https://doi.org/10.29180/978-615-6342-61-4_21)

Összefoglalás: A Budapesti Gazdasági Egyetemen 2017-ben bevezetett Döntéselőkészítő kvantitatív módszerek tantárgy a Kereskedelmi, Vendéglátóipari és Idegenforgalmi Karán a fő szakokon is csak kötelezően választható. A szakmai kimenet szempontjainak megfelelően lettek a témakörök meghatározva, hogy a hallgatók versenyképességét erősítse a munkaerőpiacon. A sorbanállás témakörnek egy szintetizáló, tudás és készség frissítő szerepe is lett, és ennek köszönhető a hallgatók fokozott érdeklődése, a tantárgy népszerűsége.

Kulcsszavak: alkalmazásorientált oktatás, projektmunka, sorbanállás, tananyagfejlesztés

Abstract: Quantitative methods for decision-making subject, which was introduced at the Budapest Business School in 2017, belongs to the limited choice elective subjects at the Faculty of Commerce, Hospitality and Tourism. The topics have been chosen in accordance with the professional output aspects to strengthen the competitiveness of the students in the labour market. The topic of queuing has a synthesizing role in refreshing knowledge and skills. The popularity of the subject and the increased interest of the students are due to this.

Keywords: application-oriented education, project work, queuing, curriculum development

1. Bevezetés

A Budapesti Gazdasági Egyetem Alkalmazott Tudományok Egyeteme egyik erőssége és célja a gyakorlat orientált oktatás. Ezt szem előtt tartva történik a tananyagfejlesztés. A 2017-es új mintatanterv keretében került bevezetésre a Döntéselőkészítő kvantitatív módszerek tantárgy, amely karunkon a fő szakokon is csak kötelezően választható. Az oktatott témakörök kiválasztása úgy történt, hogy a szakmai kimenet szempontjából legyen hasznos. A szűkös időkeret miatt az általános problémák ismertetését, az eljárások bemutatását pár alkalmazási példa és néhány gyakorló feladat követi. Ez a felépítés az egyébként is hiányos matematikai elméleti tudásra nem épít, viszont alkalmas a gyakorlati alkalmazások bemutatására, valós problémák tárgyalására a kretás

és táblás tantermet felváltó számítógépes szoftveres környezetben. Célunk volt a tananyagfejlesztési újítás, ami csoportmunkára építsen úgy, hogy a hallgatók egy teljeskörű projektmunkát végezzenek a sorbanállás témakörben, az adatgyűjtéstől kezdve a számítógépes feldolgozáson át a beszámoló készítéséig, befejezve annak prezentációjával.

2. Elméleti megalapozás

Számos kutatás kimutatta, hogy a hallgatók teljesítménye erősen függ az elkötelezettségük mértékétől [2] [4] [7]. Az elkötelezettséget pedig nagyban elősegíti a feladat szakmához, illetve valósághoz való közelsége [6] [15] és a flow-élmény elérése [10] [12]. A flow-élmény felismerését Csíkszentmihályi nevéhez kötjük. A flow-élmény az, amikor teljesen elmerülünk egy tevékenységben, és a lehető legboldogabbak és legelégedettebbek vagyunk, mert úgy érezzük, hogy óriási erőfeszítéseink megtérülnek [5]. Csíkszentmihályi igyekezett feltérképezni, hogy milyen tevékenységekkel élhetjük át a legkönnyebben a flow-élményt: „A játékok nyilvánvaló forrásai a flow-élménynek, és játszani maga a legkiválóbb flow-élmény” [5, old.: 36-37]. Ezzel párhuzamosan a 2000-es évek elején több játékfejlesztő felismerte, hogy az emberek számára mekkora örömet okoznak a játékok, és elkezdtek ezek a fejlesztők azon gondolkodni, hogy hogyan vihetnénk be a játszás örömét a mindennapi életbe [11]. Ezt a folyamatot játékosításnak nevezték el. A játékosítás célja, hogy ösztönözzük a felhasználókat arra, hogy foglalkozzanak egy adott tartalommal és előre haladjanak a cél felé a játékokból kiemelt elemek segítségével [9]. Huotari és Hamari definíciója szerint „A játékosítás az a folyamat, amely egy tevékenységet azáltal javít, hogy játékszerű élmények lehetőségét teremti meg, hogy elősegítse a felhasználó értékalkotását” [12, old.: 25]. Az utóbbi években a játékosításnak a motivációra [1] és az elköteleződésre gyakorolt közvetlen hatását [3] már több kutatással bizonyították. A játékosítás nem egy mindenható eszköz, és nem azonos a játékos elemek használatával [14], de számos játékos elemet használhat.

3. A tantárgyfejlesztési folyamat

A Döntéselőkészítő kvantitatív módszerek tantárgyban az oktatott témakörök kiválasztása úgy történt, hogy a hallgatók versenyképességét erősítse a munkaerőpiacon. Ezek elsősorban a döntési kritériumok, szállítás és hozzárendelés, gráfelméleti alkalmazások, és a sorbanállás elmélete, valamint annak gyakorlata. A tantárgyat oktató tanárok célja a hallgatók sokszínű, komplex felkészítése az egzakt eljárások, szoftverek gyakorlati alkalmazására, hogy minél szélesebb körű betekintést kapjanak a matematikai eljárások gazdasági alkalmazásaiba. Olyan módszerekre fektetik a hangsúlyt, hogy azon keresztül a hallgatók jobban megértsék a lehetőleg saját gyűjtésű, valós adatokkal történő számolások előnyét, az elméleti mutatók és a valóság

összevetésének hasznát. Munkájuk közben a hallgatók valós problémák által generált váratlan körülményekre is tanulnak megoldást, illetve a modern oktatási módszerekkel hatékonyabban sajátítják el a témakört. A hallgatók útmutató alapján részben a tükrözött osztályterem módszerrel dolgozzák fel a sorbanállás témakört, megújítva annak a 1995 óta hagyományos oktatását intézményünkben, aminek a tantárgy mai népszerűsége köszönhető.

Egy kötelező alkalmazott matematika tárgy, az Operációkutatás pótlására és megújításával került bevezetésre a kötelezően választható Döntéselőkészítő Kvantitatív Módszerek tárgy. Az Operációkutatás tárgyat oktató tanárok célja az volt, hogy a hallgatók több gazdasági alkalmazást ismerjenek meg, amelyekhez matematikai eljárások kínálnak megoldást. Minden témakörnek csak egy-két dupla óra időkeret jutott, ezért a kiválasztott témakörökhöz az általános probléma ismertetése mellett a matematikai eljárások, számítási módok bemutatása történik. Ehhez alkalmazási példákat ismernek meg a hallgatók és gyakorló feladatokat oldanak meg. Az alkalmazások érdeklődést felkeltő szakmai példák, de a komoly matematikai módszereket részleteiben nem kell megismertetni, és nem is lehet az időhiány miatt. Nincs is rá szükség a gyakorlati feladatokhoz, amit a hallgatók megoldanak, elegendő az eljárások megismerése és követése. Korábban a tanórák krétás táblás termekben voltak, tehát kisméretű, egyszerű mintapéldákat lehetett feldolgozni. Az új tantárgyban „a kevesebb néha több” elvet követve lecsökkent az Operációkutatás tantárgy tananyagában tárgyalt 6-7 témakör 4-re, mert a tanórák számítógépterembe kerültek, és szükséges, hogy a hallgatók megtanulják a szoftveres számítási eljárásokat is. A megmaradt témák a döntési kritériumok, gráfelméleti alkalmazások, szállítás és hozzárendelés, sorbanállás. Motivációt ad a hallgatóknak az is, ha hallják, hogy olyan módszereket is tanulnak, amire közgazdasági Nobel díjat kapott két kutató is. Egyiküknek például olyan szállítási feladatot kellett megoldani, hogy hogyan szállítson utánpótlást a hadseregnek a második világháborúban, amikor az egyetlen létező útvonal egy befagyott tó jege volt (a számítást befolyásolta sok egyéb körülmény is).

4. A tantárgy témaköreinek bemutatása

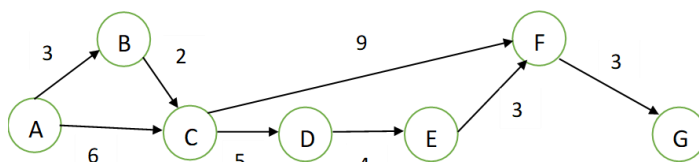
A **döntési kritériumok** fejezetben a hallgatók megtanulják alkalmazni a dominancia elvét, a maximin, maximax, Laplace, minimax, Hurwicz, Bayes és maximum likelihood kritériumok alkalmazását, illetve az Exceles számításokat a minimum, maximum, átlag, szorzatösszeg függvények használatát, a vonal diagram alkalmazását. Újításként olyan feladatok megoldása került bevezetésre, ahol a kifizető mátrix nincs megadva, hanem szöveges feladtból kell azonosítani a döntési alternatívákat, a természeti állapotokat, illetve ki kell számolni az egyes nyereség-értékeket. Itt a hallgatók arra kapnak ötletet, hogy próbáljanak általános képleteket létrehozni, amelyekkel automatizálhatják a számításokat.

Itt a turizmus vendéglátó szakos hallgatók megtanulják például, hogy hogyan és milyen tanácsot adjanak a nyereség-táblázat felírása után a lehetséges alternatívák megfogalmazásával annak a befektetőnek (pl. a szálloda szobaszámára vonatkozóan), aki szállodát szeretne építeni egy nagyon jelentős forgalommal rendelkező útvonalon a minél jobb kihasználtság érdekében.

A **gráfelméleti alkalmazások** fejezetben a szükséges gráfelméleti alapok ismertetése után klasszikus algoritmusok következnek irányítás nélküli és irányított gráfokra vonatkozó feladatokban: legrövidebb út két csomópont között (Dijkstra címkéző algoritmus), minimális feszítőfa (Prim és Kruskal algoritmusok), kritikus út keresése tevékenységi hálóban. Ahol lehetséges és célszerű, ott lineáris programozási modellt és az Excel Solvert használják a megoldáshoz. Újításként olyan problémák feldolgozása került bevezetésre, ahol a gráfot szövegesen vagy táblázatosan megadott adatok alapján először fel kell grafikusan vázolni és azután megoldani a problémát.

A rendezvényszervező szakirány érdeklődéséhez igazodva többek között egy olyan feladat is feldolgozásra kerül, amely egy konferencia szervezéssel kapcsolatos projekt pl. nyolc tevékenysége (1. ábra), a közvetlen előzmények és a várható megvalósítási idők alapján (grafikusan ábrázolva a projektet irányított gráf formájában) adja meg az ún. kritikus utat LP modell felírásával, Excel Solver segítségével annak kiderítésére, hogy ilyen körülmények között hány nap tartalékidejük van az ún. kritikus úthoz nem tartozó tevékenységeknek.

Tevékenység	Közvetlen előzmény	Idő (Hetek)
1	-	3
2	-	6
3	1	2
4	2, 3	5
5	4	4
6	5	3
7	2, 3	9
8	6, 7	3



Forrás: saját szerkesztés

1. ábra
A projekt előzményei és várható megvalósítási idők táblázata, és a hozzá tartozó tevékenységi háló

A **szállítás és hozzárendelés** témakörben a klasszikus szállítási feladat kiegyensúlyozása, LP modelljének felírása, Excelben való rögzítése és Solveres megoldása kerül bemutatásra. A számítógépes környezet előnyei kapnak jelentőséget olyan módon, hogy nagyobb méretű feladatokat, illetve adatokban bekövetkező változásokat is könnyen, gyorsan lehet kezelni. Újdonság a hozzárendelési feladat ismertetése, a redukciók végrehajtása, majd a hatékony magyar módszerrel való megoldása, illetve a megoldás számítógépes ellenőrzése.

A hallgatók kedvenc mintafeladata az, amikor „megismerik”, hogy hogyan osztja szét Hóféherke a házimunkát, hogy minél hamarabb elvégezhető legyen, ismerve a törpék munkavégzési idejét.

A **sorbanállás – tömegkiszolgálás** témakör képviseli a sztochasztikus feladatokat, ahol bizonyos valószínűségszámítási alapokat is tisztázni kell a számítások háttérének bemutatásához. Egy-, és többcsatornás sorbanállási rendszerek paramétereinek megállapítására és állapotmutatóinak kiszámolására van szükség olyan fontos kérdések megválaszolására, mint például, hogy mennyi a várható várakozási idő, vagy a várakozó sor várható hossza. A legfontosabb változtatás ennek a témának a feldolgozásában következett be, ugyanis kiscsoportokban gyűjtött valós adatokkal kell projektmunkában elvégezni a sorbanállási állapot mutatók számítását, az eredmények értelmezését és bemutatását.

A projektfeladat ismertetése

- A projekthez 2-3 fős csoportokat kell alkotni a szemináriumi csoportok hallgatóiból. A csoportok együtt gyűjtenek adatokat, azokat rendszerezik, számításokat készítenek, beszámolót írnak, prezentálnak, közösen kidolgozott munkamegosztás mellett, egyenlő terheléssel.
- Az egyik sor egycsatornás kell legyen (2. ábra), azaz keresni kell egy olyan helyet, ahol egy kiszolgáló állomás (pénztár, pult) van és előtte időben változó hosszúságú sorok alakulnak ki.
- A másik megfigyelt sor többcsatornás kell legyen (3. ábra), azaz egymás mellett két vagy több kiszolgáló állomás, pénztár kell működjön azonos módon. Ebben az esetben fontos a szigorú prioritású kiszolgálás biztosítása (tehát a korábban érkező korábban kerül kiszolgálásra), hogy a képletek érvényben legyenek. Ez olyan helyen tehető meg, ahol a pénztárak előtt egyetlen sor alakul, amelynek első tagja fog az először felszabaduló pénztárhoz járulni.

Megújuló felsőoktatás szekció

Perc sorszáma	Beérkezők száma	Távozők száma	Sor átlagos hossza		
1. perc	8	1	7	Forgalom intenzitása	1,1494 korrigálás 0,8732
2. perc	1	1	7	Várakozók számának várható értéke	6,0102
3. perc	1	3	5	Rendszerben lévők számának várható értéke	6,8833
4. perc	1	0	6	Sorbanállási idő várható értéke	3,6061
5. perc	0	0	6	Rendszerben eltöltött összidő várható értéke	4,13
6. perc	0	1	5		
7. perc	1	0	6		
8. perc	0	1	5		
9. perc	1	3	3		
10. perc	0	1	2		
11. perc	0	2	0		
12. perc	3	0	3		
13. perc	2	0	5		
14. perc	0	2	3		
59. perc	4	4	16		
60. perc	0	3	13		
Átlag:	1,67	1,45	6,88		
Beérkezési ráta		1,667			
Kiszolgálási ráta		1,45			
Sor átlagos hossza		6,8833			
Képletek	$p_0 = 1 - \psi$	Little-formulák	$M(n) = M(v) + \psi$		
	$p_n = \psi^n \cdot p_0, n = 1, 2, \dots$	$M(n) = \lambda \cdot M(t_r)$	$M(t_r) - M(t_s) = \frac{1}{\mu}$		
	$M(v) = \frac{\psi^2}{1 - \psi}, M(n) = \frac{\psi}{1 - \psi}$	$M(v) = \lambda \cdot M(t_s)$			




Forrás: egy hallgató megoldása, részlet

2. ábra

Megfigyelési adatok és számítások, egycsatornás rendszer

- Regisztrálni kell percenként a beérkező igények számát, a távozők számát, illetve a várakozó sor (beleértve az éppen kiszolgálás alatt lévőt is) percen belüli átlagos hosszát.
- A mért adatokat Excel fájlba kell rögzíteni.
- Ha egyszeri kiszolgálásért a sorba többen állnak be, akkor őket egy igénynek kell tekinteni.
- Többpénztáros adatfelvétel esetén fontos, hogy a megfigyelt időtartam alatt a működő pénztárak számát is rögzítsük külön oszlopban. Ha ezek száma változik, pl. 4-ről 5-re, akkor a megfigyelt adatokat két külön adatsorra kell majd bontani, a két kiszolgáló berendezésszám (S = 4, S = 5) függvényében elvégezve külön-külön a számításokat.
- A projekt leírása, a beszámoló egy 2-3 oldalas Word fájl, ahol az adatgyűjtés helye, ideje, a körülmények, az adatokból számolt eredmények, azok értelmezése, összehasonlítása, illetve a végső következtetések kerülnek leírásra.

Alkalmazzuk a tudományt - egy választható matematika tantárgy sikertörténete

Beérkezési ráta	0,733		p_0	k	$\psi^k/k!$
Kiszolgálási ráta	1,183		0,526882	0	1
$S =$	2			1	0,619718
				2	0,192025
				3	0,039667
				4	0,006146
				5	0,000762
Forgalom intenzitása	0,620			6	7,87E-05
Várakozók számának várható értéke	0,066	Sorbanállási idő várható értéke	0,090	7	6,97E-06
Rendszerben lévők számának várható értéke	0,686	Rendszerben eltöltött átlagos idő várható értéke	0,935	8	5,4E-07
				9	3,72E-08
				10	2,3E-09

$p_0 = \frac{1}{S! \left(1 - \frac{\psi}{S}\right) + \sum_{n=0}^{S-1} \frac{\psi^n}{n!}}$	$p_n = \begin{cases} p_0 \frac{\psi^n}{n!}, & 1 \leq n \leq S \\ p_0 \frac{\psi^n}{S! S^{n-S}}, & n = S+1, \dots \end{cases}$	$M(v) = \frac{\psi^{S+1}}{S \cdot S!} \cdot p_0 \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{\psi}{S}\right)^2}$	$M(n) = M(v) + \psi$
			$M(n) = \lambda \cdot M(t_r)$
			$M(v) = \lambda \cdot M(t_r)$

Forrás: egy hallgató megoldása, részlet

3. ábra

Többcsatornás számítások

Mindez részletesen:

- Adatgyűjtés helye, ideje. [esetleg fotó, említés a körülményekről, tapasztalatokról]
- A három adatsor átlagainak ismertetése, értelmezése. [amennyiben a távozők számának átlaga kisebb a beérkezők számának átlagánál, a kiszolgálási rátát újra kell számolni, hogy a forgalom intenzitása 1-nél kisebb legyen]
- A rendszer elméleti teljesítménymutatói $[M(v), M(t_s), M(n), M(t_r)]$ kiszámolt értékeinek ismertetése, értelmezése, és a valóságban tapasztaltakkal való összevetése.
- Feltételezve, hogy a kiszolgáló berendezés [pénztáros] kétszer gyorsabban szolgálja ki a klienseket, írja be az újraszámolt teljesítménymutatókat és hasonlítsa össze az előzőekkel.
- Feltételezve, hogy az eredeti paraméterek mellett beállítanak egy második pénztárost is kiszolgálásra, írja be a kiszámolt új teljesítménymutatókat és hasonlítsa össze a c) pontban kapott eredményekkel.
- Hasonlítsa össze a c), d), e) pontokban a várakozással eltöltött átlagos idő hosszára kapott időket és értelmezze a különbségeket.
- Számítsa ki a teljesítmény mutatók értékét a többcsatornás sorbanállási rendszer adataira is. Amennyiben a vizsgált időszakban a működő pénztárak száma változott, úgy rendezze és csoportosítsa az adatsort a pénztárak száma szerint, és végezze el a számításokat minden egyes kategóriára külön-külön.
- Befejezésképpen írja le végső következtetéseit a projekthez gyűjtött adatokkal és a számított értékekkel, a sorbanállási rendszer működésével

kapcsolatban. Hasonlítsa össze a többszorosított mutatókat a különböző csatornaszámok esetén, illetve az egyszorosított és a többszorosított mutatókat is.

- i) Fogalmazza meg végső következtetéseit a kapott eredményekkel, illetve az egész projekt feladattal kapcsolatban.

A hallgatók ezt az útmutatót megkapják, és eszerint dolgoznak, kérdéseket tehetnek fel az oktatóknak. Több hétig tartó folyamatos előkészítés, egyeztetés szükséges a hallgatókkal, viszont megéri, mert rengeteg sikerélmény, vidám visszajelzés érkezik. A projektfeladatra a hallgatók 25 pontot kaphatnak, ami az alábbi részfeladatokra így oszlik meg: adatgyűjtés 7 pont, számítások 8 pont, beszámoló 5 pont, prezentálás 5 pont.

Fontos része a koncepciónak a forgalom intenzitása újra számolásának lehetősége, mert a valós megfigyelések jelentős részében a beérkezések rátája nagyobb a kiszolgálások rátájánál, és ez esetben a képletek az egyszorosított rendszerek esetében nem működnek, azaz meg kellene ismételni a kísérletet mindaddig, amíg ez a feltétel nem teljesülne. Erre az újra számolásra szolgál az adatfelvétel utolsó oszlopa, a teljes várakozó sor hosszának átlagos értéke, aminek segítségével korrigálható a forgalom intenzitásának értéke.

5. A tantárgy sikerének bemutatása, következtetések

A Döntéselőkészítő kvantitatív módszerek tantárgy bevezetésének legnagyobb sikere az, hogy a hallgatók jelentős része (kb. 1/3-a) választja ezt a nem kötelező tárgyat a szakmai tantárgyakkal folytatott versenyben. Már a tantárgy oktatását megelőző félévben, a Gazdasági matematika tantárgy előadásain felhívjuk a hallgatók figyelmét erre a nagyon hasznos és érdekes tárgyra, ahol a módszertani tanáraik segítségével tovább gyarapíthatják kvantitatív számítási készségeiket. Ez a kihívás arra sarkallja az oktatókat, hogy az egyes félévek tapasztalatai alapján folyamatosan módosítsák, fejlesszék a tematikát, támaszkodva a hallgatói visszajelzésekre is. A szorgalmas és tehetséges hallgatók további fejlődésének segítésére tanulmányi versenyre kerül sor minden félévben Felber Mária Modellalkotási Emlékverseny néven, ahol a résztvevők megmutathatják a tanult eljárásokban szerzett jártasságukat, próbára tehetik tudásukat és kreativitásukat komplexebb feladatok megoldásával. A sikeresség egyik nem elhanyagolható fokmérője a hallgatók által szerzett gyakorlati jegyek átlaga, amelyek stabilan a 4-es érték körül alakulnak. Az aláírást nem szerző vagy gyakorlati jegy javítására szorulóknak száma csoportonként legfeljebb egy-két hallgató.

Alkalmazkodva az új feltételekhez; a számítógépteremben tartott tanórák lehetőséget adnak a szoftverek alkalmazására. A már megszerzett számítástechnikai jártasságokra építve, kiegészítve újakkal, teret engednek az egyéni fejlődési lehetőségeknek. Új módszertani eszközök használata történik, egyítve az egyéni és a csoportos feladat kijelöléseket, a kapott és saját

adatokkal való munkát. A hallgatók bátorítást éreznek az önálló gondolkodásra, kreativitásukra támaszkodnak, közelebb kerülnek a gyakorlati alkalmazásokhoz, amelyek megismerése más szerzők tapasztalata szerint is fontos [13] [15]. Az órai mintafeladatok, a gyakorló feladatok és a tesztfeladatok összeállításában is mindig érezhető, hogy azok szövege érdekes, naprakész és változatos, kapcsolódik a tanult szakmához. Az elmúlt félévek tapasztalatai alapján a sorbanállási projekt-feladat beváltotta a hozzá fűzött reményeket. A hallgatók nagy többsége pozitívan áll a rendhagyó feladathoz, amelyen keresztül megértik a saját gyűjtésű, valós adatokkal történő számolások előnyét, az elméleti mutatók és a valóság összevetésének hasznát. Munkájuk közben a valós problémák által generált váratlan körülményekre is tanulnak megoldást, a modern oktatási módszerekkel hatékonyabban sajátítják el a témakört. Bár a tárgy teljesítése a hallgatóknak nem könnyű, de, - és talán épp ezért, - sikerélményt ad nekik.

Irodalomjegyzék

- [1] Anisa, K. K., Marmanto, S., & Supriyadi, S. (2020). *The effect of gamification on students' motivation in learning English*. *Leksika*, 10(1):22-28;
- [2] Astin, A. W. (1984). *Student Involvement: A Developmental Theory for Higher Education*. *Journal of College Student Development*, 40:518-529;
- [3] Cahyani, A. (2016). *Gamification Approach to Enhance Students Engagement in Studying Language course*. *MATEC Web of Conferences*, 58(4):03006; <https://doi.org/10.1051/mateconf/20165803006>
- [4] Chen, J. J.-I. (2008). *Grade-Level Differences: Relations of Parental, Teacher and Peer Support to Academic Engagement and Achievement Among Hong Kong Students*. *School Psychology International*, 29(2):183-198; <https://doi.org/10.1177/0143034308090059>
- [5] Csíkszentmihályi, M. (1991). *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. New York: Haper Collins;
- [6] Erdélyi É., Lovasné Avató J., Jakuschné Kocsis T. 2019. *A new trend in Education and Research at Budapest Business School: Green catering*, *Georgikon for agriculture: Multidisciplinary Journal in Agricultural Sciences* 23: 2 pp. 16-30 , 15 p;
- [7] Fredericks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). *School Engagement: Potential of the Concept, State of the Evidence*. *Review of Educational Research*, 74(1):59-109; <https://doi.org/10.3102/00346543074001059>
- [8] Huotari, K., & Hamari, J. (2017). *A definition for gamification: anchoring gamification in the service marketing literature*. *Electronic Markets*, 21-31; <https://doi.org/10.1007/s12525-015-0212-z>
- [9] Kapp, K. M., Blair, L., & Mesch, R. (2013). *The Gamification of Learning and Instruction Fieldbook: Ideas into Practice*. San francisco: John Wiley & Sons;
- [10] Lister, M. (2015). *Gamification: The effect on student motivation and performance at the post-secondary level*. *Issues and Trends in Educational Technology*, 3(2); https://doi.org/10.2458/azu_itet_v3i2_liste
- [11] McGonigal, J. (2011). *Reality is broken: Why games make us better and how they can change the world*. Penguin Books;

-
- [12] Sailer, M., Hense, J. U., Mayr, S., & Mandl, H. (2017). *How gamification motivates: An experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction.* Computers in Human Behavior, 69:371-380; <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.12.033>
- [13] Rendek Cs., Erdélyi É. 2021. *Mi mindenen múlhat a gazdasági alapképzés hallgatóink eredményessége statisztikából?* In: Simonics, I.; Holik, I.; Tomory, I. (szerk.) Módszertani újítások és kutatások a szakképzés és a felsőoktatás területén: X. Trefort Ágoston Szakképzés- és Felsőoktatás-pedagógiai Konferencia Tanulmánykötet, Budapest, Magyarország: Óbudai Egyetem 424 p. pp. 279-291., 13 p;
- [14] Szabó Cs., Szenderák J., Szörényi S. (2021) *A játékosítás lehetőségei a köznevelésben*, Training and Practice (19) 1–2, 141-150 ; <https://doi.org/10.17165/TP.2021.1-2.14>
- [15] Tóth Zs., Erdélyi É., Töröcsvári Zs. 2021. *Motivation dimensions of Business analyses students in the distance learning environment*, In: Načinović Braje, I.; Jaković, B.; Ferjanić H. D. (szerk.) Proceedings of FEB Zagreb 12th International Odyssey Conference on Economics and Business, Zagreb, Horvátország: Faculty of Economics and Business, University of Zagreb pp. 570-587., 18 p.