

## Játékalapú tanulás az improprius integrálok témakörében: A Kék Jeti didaktikai kártyajáték hatékonyságának vizsgálata

Palencsár Enikő<sup>1</sup> – Szilágyi Szilvia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>BSc hallgató, <sup>2</sup>egyetemi docens

<sup>1</sup>Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar

<sup>2</sup>Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Matematikai Intézet, Analízis Tanszék

E-mail: <sup>1</sup>palencsar.eniko@student.uni-miskolc.hu, <sup>2</sup>szilvia.szilagyi@uni-miskolc.hu

DOI: [10.29180/978-615-6342-90-4\\_27](https://doi.org/10.29180/978-615-6342-90-4_27)

**Összefoglalás:** A Kék Jeti didaktikai kártyajáték célja az improprius integrálokra vonatkozó összehasonlító kritériumok helyes alkalmazásának támogatása. Hozzájárulását a tanulási folyamat sikeréhez egy komplex felmérés keretein belül vizsgáltuk, melynek eredményei azt igazolták, hogy a Kék Jeti hatékony segédeszközként alkalmazható a konvergencia és divergencia fogalmak tisztázásában, továbbá a majorálás és a minorálás módszereinek elsajátításában.

**Kulcsszavak:** játékalapú tanulás, improprius integrálok, didaktikai játék, összehasonlító kritériumok

**Abstract:** Blue Yeti is a didactic card game with the objective of familiarising students with the comparison test of improper integrals. Its contribution to the learning process was examined within the framework of a comprehensive survey, the results of which confirmed the efficacy of Blue Yeti in supporting the understanding of the concepts of convergence and divergence as well as in mastering the intuitive usage of the comparison test.

**Keywords:** game-based learning, improper integrals, didactic game, comparison test

### 1. Bevezetés

A játékok oktatásban történő alkalmazása hazai és nemzetközi szinten is egyre szélesebb körben elterjedt gyakorlattá válik [1]. A játékalapú tanulás Qian és Clark definíciója [2] szerint „*egy olyan környezet, melyben a játéktevékenységek hozzájárulnak a tudás gyarapításához, új készségek elsajátításához, továbbá olyan problémamegoldási lehetőségeket biztosítanak, melyek képesek a tanulóknak sikerélményt nyújtani*”. A tanórai játék bevezetését mind a köz-, mind a felsőoktatás területén több tényező motiválja, a módszer igazolt pozitív hatásai közé tartozik például a tanulók figyelmének fenntartása, a rendszerszintű gondolkodás kialakításának támogatása, a kommunikációs készségek fejlesztése [3], továbbá a kreativitás ösztönzése. A játékfolyamat érzelmi töltetének és az aktív részvételnek a szoros érzelem-

emlékezés kapcsolat révén fontos szerep jut az újonnan szerzett ismeretek memóriába építésében, a tudás konszolidálásában [4].

A játékalapú tanulás a természettudományos tárgyak oktatásában is hatékonyan képes hozzájárulni a diákok motivációjának növeléséhez, a tanulási szorongás mérsékléséhez [5]. Az elmúlt években a Miskolci Egyetemen több kutatás irányult a játékalapú megközelítés hatékonyságának felmérésére, tematikus matematikai didaktikai játékok létrehozására. Említhetjük például a SOLO szabályrendszerére építő, nevezetes határértékeket szerepeltető LimEszelős kártyajátékot [6], a trigonometriai számítások gyakorlására szolgáló, Aranyásók társasjáték által inspirált Ékkővadászokat [7], vagy a JETI kooperatív játékot [8], mely a numerikus sorok témakörét helyezi a középpontba. Ezen didaktikai játékok pozitív hallgatói fogadtatása alapot szolgáltat olyan új tematikus társasjátékok kidolgozására, melyek eddig még nem érintett, nagyobb kihívást jelentő tananyagrészek gyakorlására használhatók fel.

## 2. A Kék Jeti kártyajáték bemutatása

A Kék Jeti kompetitív jellegű, 2-7 fős csoportban játszható kártyajáték. Didaktikai fókuszában az improprius integrálokra vonatkozó összehasonlító kritériumok állnak, melyek értelmében egy improprius integrál konvergens, ha van konvergens majoránsa, ugyanakkor divergens, ha létezik divergens minoránsa.

### 2.1. Játékmenet

A Kék Jeti szabályainak alapját a Fekete Péter kártyajáték adja. A játék elején a 29 kártyát tartalmazó paklit alaposan megkeverjük, majd a résztvevők között – létszámtól függően közel egyenlően – kiosztásra kerül annak valamennyi lapja. A párba rendezendő kártyákon az eredeti szabályoktól eltérően nem egyforma szimbólumok, hanem olyan improprius integrál párok szerepelnek, melyeknek egyik tagja a másikat majorálja vagy minorálja, azaz a párok két tagja között könnyen felismerhető kisebb-nagyobb reláció áll fenn. A paklit 14-14 konvergens és divergens improprius integrál kártya, továbbá egy Kék Jeti lap alkotja, ez utóbbit a résztvevők lehetőségeikhez mérten kerülni igyekeznek a játék során. A játékmenet körökre bontható, a kezdeti osztást követően minden játékos sorban 1-1 kártyát húz a tőle balra ülőtől. Amennyiben valaki a kezében tartott lapok között megtalálja az elhúzott kártya párját, a kérdéses két lapot felfele fordítva az asztalra helyezi, ellenkező esetben az újonnan húzott kártyát is megtartja. A játékot az nyeri, akinek a leghamarabb elfogy valamennyi lapja, míg az veszít, akinél a játék legvégén a Kék Jeti kártya marad. Amennyiben a játékosok túlnyomórészt kezdők, a játék

megkezdése előtt javasolt egy rövid elméleti összefoglalást tartani, melynek célja a szabályok egyértelműsítése, a pakliban megtalálható párok azonosításának elősegítése.

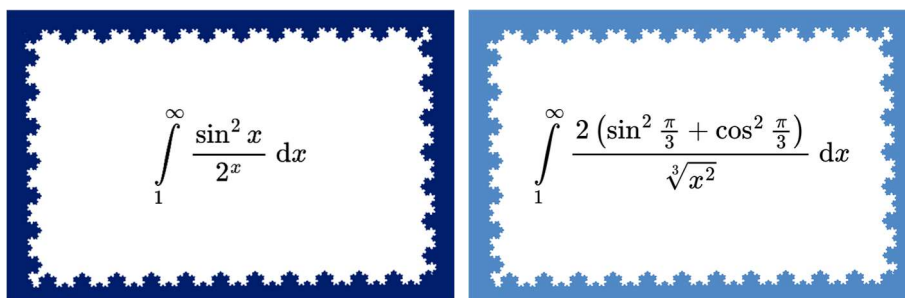
## 2.2. Fejlesztési módszertan

A Kék Jeti kártyajáték fejlesztési folyamata a PDCA módszertant követte. A PDCA ciklus, melyet Deming körnek is neveznek, a következő négy alaplépésből épül fel: tervezés (plan), megvalósítás (do), ellenőrzés (check), korrekciók (act). A módszertan körforgó jellege lehetőséget biztosít a fokozatos, inkrementális javítások kivitelezésére, teret nyitva ezzel a folyamatos fejlődés, a változó felhasználói igényekhez való alkalmazkodás előtt.

A Kék Jeti a téli tematikájú JETI didaktikai keretrendszer részét képezi. Fejlesztésében fontos szerep jutott a FormulaRise Card Deck Designer saját fejlesztésű kártyaszerkesztő webalkalmazásnak, mely a LaTeX képletek kártyákra illesztését támogatja [9]. A keretrendszer arculata [10], a kártyák designja, továbbá a lapokon szereplő improprius integrálok is fokozatos fejlesztési lépéseken keresztül érték el végső formájukat.

## 2.3. A játék rövid jellemzése

A JETI keretrendszer, így a Kék Jeti játék központi motívumát is a Koch görbe adja. A téli tematikát ihlető fraktál, melyet kinézetéből fakadóan Koch hópehelynek is neveznek, a területképlete révén áll szoros kapcsolatban a numerikus sorokkal, melyek az integrál kritériumon keresztül az improprius integrálokkal is párhuzamba hozhatók. A téli hangulatot erősítendő a keretrendszerben javarészt a hűvös színek, a kék és a szürke árnyalatai dominálnak.



1. ábra

Integrál kártyák a Kék Jeti paklijából: egy konvergens és egy divergens improprius integrál

A Kék Jeti kompetitív jellege révén kialakuló versenyhelyzet a résztvevőkre motiváló hatást fejt ki, míg az egyszerű, ismert játékokra épülő szabályok

gyorsítják a betanulási folyamatot. A könnyen előállítható és cserélhető kártyák differenciálásra alkalmassá teszik a játékot, ekképpen lehetőség nyílik a játékosok tudásszintjéhez igazodva több, más-más integrálokat tartalmazó pakli előállítására.

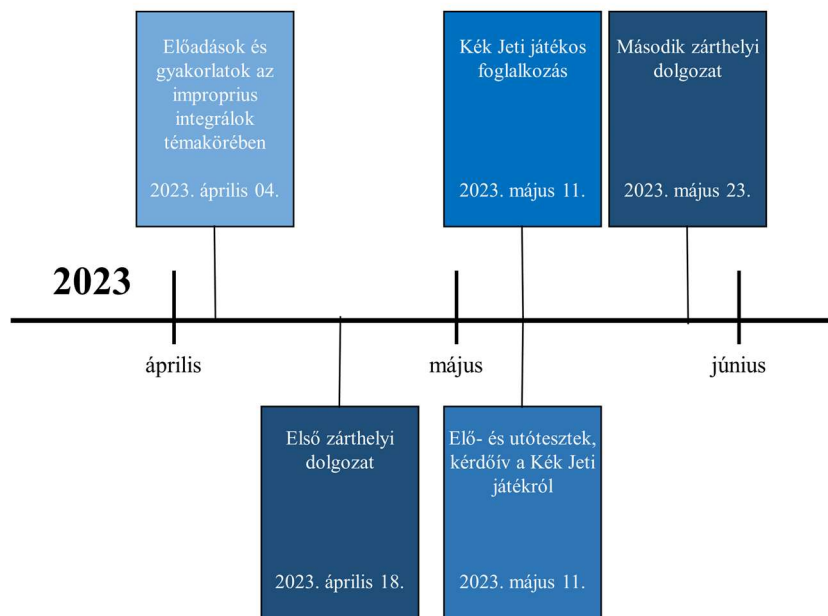
A játék során a párosítási döntések a tapasztalat és a korábbi ismeretek alapján gyorsan meghozhatók, a játékosoknak nem kell összetett számításokat végezniük. Annak érdekében, hogy a kevésbé tapasztalt résztvevők játéka gördülékenyebb legyen, az integrál kártyákat színkódolással láttuk el, melyet az *1. ábra* szemléltet: a divergenciát világoskék, a konvergenciát pedig sötétkék lapszegélyek jelölik. A pakliban szereplő improprius integrálok tartalmaznak egyszerű szögfüggvényeket is, így a játék a trigonometriai alapismeretek felfrissítésére is alkalmas.

### 3. Kutatási módszertan

A Kék Jeti kártyajáték hozzájárulását a tanulási folyamat sikeréhez egy kontrollcsoportos komplex felmérés keretein belül vizsgáltuk meg, melyben a Miskolci Egyetem informatikai alapszakjain tanuló olyan hallgatók vettek részt, akik a 2022/23-as tanév tavaszi félévében feliratkoztak a Matematikai analízis II. kurzusra. A felmérés azt követően vette kezdetét, hogy a hallgatók a kurzus előadásain és gyakorlatain megismerkedtek az improprius integrálok témakörével. Középpontjában egy körülbelül 4 órát felölelő, a Kék Jeti játékkal töltött délutáni foglalkozás állt, melyre az első és a második zárthelyi dolgozat megírása között került sor (*2. ábra*). A foglalkozásnak a játék megkezdése előtt egy rövid elméleti összefoglalás is részét képezte.

A felmérés három jól elkülönülő szakaszra bontható. A kísérleti csoport tagjai közvetlenül a játékos foglalkozás előtt és után egy-egy 15 kérdéses elő- és utótesztet töltöttek ki, majd egy online kérdőívben fejtették ki a játékalapú tanulással és a Kék Jetivel kapcsolatos tapasztalataikat. A Matematikai analízis II. kurzus résztvevőinek a félév során két zárthelyi dolgozatot kellett megírniuk, ezek egy-egy improprius integrálokkal kapcsolatos feladatot is tartalmaztak, melyekre adott megoldásokat a felmérés keretein belül részletes pontrendszer alapján értékeltük ki. A tesztek és a zárthelyi dolgozatok megírására tantermi környezetben, felügyelt módon került sor, míg a játék minőségi aspektusaira fókuszáló kérdőívet a hallgatók szabadidejükben, online tölthették ki. Az adatok összegzését és elemzését Microsoft Excel programmal végeztük.

Játékalapú tanulás az improprius integrálok témakörében: A Kék Jeti didaktikai kártyajáték hatékonyságának vizsgálata



2. ábra  
A felmérés idővonala

A kutatás fő célja két alapvető kérdés megválaszolása volt:

- Mennyire bizonyul hatékony eszköznek a Kék Jeti játék az improprius integrálok összehasonlító kritériumainak elsajátításában?
  - Rövidtávon, közvetlenül a játék után
  - Középtávon, a játékot követő kéthetes időszakban
- Hogyan ítélik meg a hallgatók a Kék Jeti játékot a design, az élvezhetőség, a nehézségi fokozat, a motiváció, a hatékonyság és az általános játékélmény szempontjából?

A kísérleti csoport tagjainak kiválasztása nem véletlenszerűen, hanem önként jelentkezéssel történt, ekképpen kvázi-kísérleti jellegű kutatásról beszélhetünk. A kontrollcsoportba sorolt hallgatók kijelölését az első zárthelyi dolgozatok eredménye alapján végeztük, nagy hangsúlyt fektetve arra, hogy a két csoportba közel azonos képességű hallgatók kerüljenek, hiszen így a kísérlet végén kapott eredmények valóban a játék hatását tükrözik, nem pedig a résztvevők képességeiben, előzetes ismereteiben tapasztalható eltéréseket. A játékos foglalkozás alatt a játékfolyamatok ellenőrzése, a gyors visszajelzés igénye miatt folyamatos oktatói jelenlétre volt szükség, a felmérésben résztvevő hallgatók maximális számát tehát az elérhető oktatók, segítők létszáma határozta meg. Ekképpen egyelőre csupán kis létszámú, N=18 fős mintával nyílt lehetőségünk dolgozni.

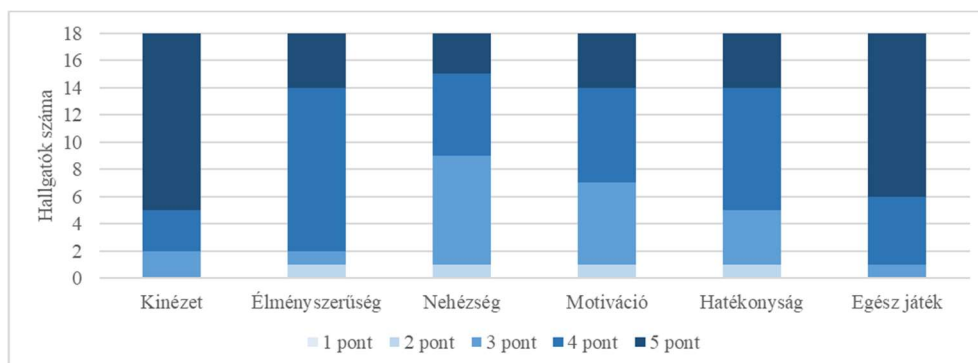
## 4. A felmérés eredményei

A Kék Jeti kártyajáték hatékonyságára irányuló kvázi-kísérleti jellegű kutatásunk eredményeit az alábbi három alfejezetben részletezzük.

### 4.1. A kérdőívre adott válaszok összegzése

Az online attitűdmérő kérdőív három részre tagolódott. Az első szakaszban a résztvevőknek egy öt fokozatú Likert-jellegű skálán kellett megadniuk, mennyire értenek egyet a feltüntetett állításokkal, ahol a teljes egyetértést 5, a teljes egyet nem értést pedig 1 jelölte. A kísérleti csoport valamennyi tagja úgy nyilatkozott (a vonatkozó állításnál 4 vagy 5 értéket bejelölve), hogy nehezen tanul matematikát definíciók alapján, jobban kedveli a gyakorlati feladatokat. Szintén mind a 18 fő egyetértett azzal az állítással, hogy a játék útján történő tanulás hatékony módszer. A megkérdezett hallgatók 56%-a (10 fő) vallotta be, hogy jobban tart a számonkérésektől analízisből, mint más tantárgyakból. Mindössze 2 olyan kitöltő volt (11%), aki saját bevallása szerint már az előadáson elhangzott definíciók alapján megértette az improprius integrálokra vonatkozó összehasonlító kritériumok helyes alkalmazását, ez a létszám a definíciókat a gyakorlatokon átvett példákkal kiegészítve is csupán 8 főre bővült (44%). Ez azt jelenti, hogy a megkérdezettek többsége a játékos foglalkozás idején még nem rendelkezett magabiztos tudással az összehasonlító kritériumok témakörében. Fontos továbbá megjegyezni, hogy a kitöltők fele (9 fő) egyetértett azzal az állítással, hogy a félév egyik legnehezebb témaköréként gondol az improprius integrálokhoz kapcsolódó tananyagrészeire. Valóban sokan érezték tehát úgy, hogy több segítségre, esetleg más módszerekre lenne szükségük a tématerület alapismereteinek elsajátításához.

Érdekesség még, hogy bár csupán 12 fő (67%) jelentette ki, hogy szabadidejében szívesen társasjátékozik, 14 hallgató (78%) úgy nyilatkozott, hogy tematikus matematikai társasjátékokkal mind az analízis tantárgy keretein belül, mind a tanórákon kívül szívesen játszana. Akadt tehát két olyan tanuló, akiket bár a hagyományos társasjátékok nem foglalkoztatják, oktatási segédeszközként 1-1 tananyag elsajátításához szívesen kipróbálják a didaktikai játékokat. Mindebből arra következtethetünk, hogy a kísérleti csoportot nyitott hozzáállás jellemezte a játékalapú tanulás felé.



3. ábra

A hallgatók értékelése a Kék Jeti különböző aspektusaira vonatkozóan

A kérdőív második részében a hallgatóknak a Kék Jeti játék különböző kulcspontjait kellett egy szinten ötfokozatú skálán értékelniük, ahol az ötös jelentette a legkedvezőbb pontszámot. Az értékelési szempontok között szerepelt a játék grafikája, élvezhetősége, nehézsége, motivációs értéke, hatékonysága a tananyag megértésének támogatásában, továbbá az összesített játékkélmény.

A hallgatói értékelések eloszlását a 3. ábra mutatja. Az eredmények a válaszadók többségének nagyfokú elégedettségét tükrözik. A hallgatók különösen a játék grafikáját és élményszerűségét értékelték pozitívan, ezekre 16-16 diák, azaz a résztvevők 89%-a adott 3-nál több pontot. A nehézségre vonatkozó értékelések 3-4 pont körüli ingadozásából az is kiderült, hogy a kérdőívet kitöltők többsége mérsékelt kihívást látott a játékban. Érdekes továbbá, hogy 7 olyan hallgató is akadt, akik bár a motiváció szempontjából nem tulajdonítottak jelentős szerepet a játék által teremtett versenyhelyzetnek, összességében mégis pozitívan értékelték a Kék Jetihez fűződő tapasztalataikat.

A kérdőív utolsó szakaszában a kitöltők az alábbi kérdésre adhattak rövid, szöveges választ: *Mit gondol, van valami, amit érdemes lenne megváltoztatni a Kék Jeti játékkal kapcsolatban? Ha igen, mit és hogyan?* Célunk ezzel az volt, hogy a hallgatói célközönség tapasztalatait, javaslatait figyelembe véve folytassuk a Kék Jeti játék fejlesztését. A megkérdezett 18 fő közül mindössze 7-en írtak szöveges értékelést, ebből 4 hallgató maradéktalan elégedettséget fejezett ki a játékelemekkel kapcsolatban, további 3 fő pedig kisebb változtatási javaslatot fogalmazott meg. A játék téli színvilágát 2 tanuló monotonnak találta, ők díszesebb, élénkebb grafikát javasoltak a kártyalapokra. Ezt azonban attól tartva, hogy a sűrűbb, színebb minták elvonják a résztvevők figyelmét a játék didaktikai tartalmáról, a lapokon szereplő improprius integrálokról, végül elvetettük. Egy másik hallgató arra

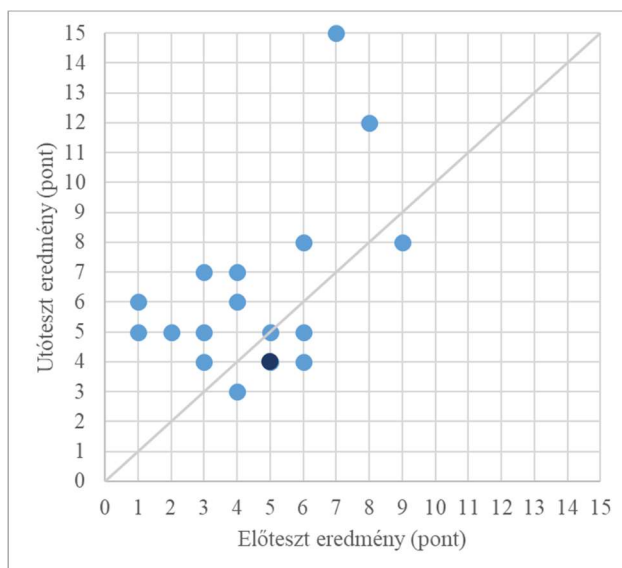
vonatkozóan tett javaslatot, hogy az egy-egy játékos által a játék során feltehető kérdések számának korlátozására is sor kerülhetne. Ez a szabálykiegészítés a játékelemek módosítása nélkül, tetszőlegesen alkalmazható, ugyanakkor természetesen a játékosok előzetes tudásszintjét is érdemes figyelembe venni.

#### **4.2. Az elő- és utótesztek eredményeinek ismertetése**

A Kék Jeti játék rövidtávú hatásainak felmérésére feleletválasztós elő- és utótesztek szolgáltak, melyeket a hallgatók közvetlenül a játék előtt és után töltöttek ki. A tesztek szerkezete megegyezett, mindkét feladatlap 15 darab, 4 válaszlehetőséget felsorakoztató kérdést tartalmazott. A válaszlehetőségek közül minden esetben 1 volt a helyes, melynek megjelölése 1 pontot ért. A helytelen válasz nem járt pontlevonással, de érvénytelennek tekintettük a megoldást, ha a hallgató egynél több lehetőséget jelölt meg. A teszt feladatait jellegük szerint a következő 4 csoportba sorolhatjuk: az összehasonlító kritériumok definíciója (2 kérdés), egyszerű, majorálás és minorálás nélkül megoldható konvergencia feladatok (4 kérdés), improprius integrálok közötti relációk irányának meghatározása (4 kérdés), összehasonlító kritérium használatát igénylő példák (5 kérdés).

Az elő- és utótesztek eredményeiben (4. ábra) valamennyi feladattípusra vonatkozóan látványos javulást tapasztalhattunk. Az előtesztek átlagos pontszáma 4,6 pont volt, míg az utóteszteké 6,3 pont, ez 1,7 pontos átlagos javulást jelent. A Wilcoxon-féle előjeles rangpróba 0,05-ös szignifikanciaszinten statisztikailag szignifikáns különbséget mutatott ki a két teszteredmény mediánjai között. A játékos foglalkozást követően eredményein 11 tanulóknak (61%) sikerült javítania, egyikük a 7 pontos előtesztet követően nyolccal több pontot szerezve hibátlan utótesztet adott be. Akadtak ugyanakkor olyanok is (6 fő), akik 1-2 ponttal kevesebbet szereztek az utóteszten, mint az előteszten, ez betudható többek között a fáradtságnak vagy a szerencse fordulásának tippelés esetén, de a résztvevők között lehettek olyanok is, akik társaiknál kevésbé bizonyultak fogékonyak a játékalapú tanulási módszerre.





4. ábra

Az elő- és utótesztek eredményei hallgatónként (a sötétkék kör két azonos pontszámú hallgatót jelöl)

Az 1. táblázat adatai azt mutatják, hogy a Kék Jeti hatékonyan hozzájárult az összehasonlító kritériumok definíciójának megértéséhez: míg az előteszten a definíciókhoz fűződő feladatok átlagpontszáma mindössze 0,39 pont volt, ez az utóteszt esetén 0,56 pontra nőtt. Hasonló mértékű javulást mutattak a hallgatók az összehasonlító kritériumok használatára irányuló példák megoldásában, de a többi feladattípusra vonatkozóan is közel egy tizedpontnyi átlagos növekedés volt tapasztalható a játékot követően. A Kék Jeti tehát mind az elméleti tananyag megértését, mind a definíciók gyakorlatba ültetését elősegítette.

1. táblázat

Az elő- és az utóteszteken elért átlagos eredmények feladattípusok szerint

Feladattípus	Előteszt átlagpontszám (max: 1 pont)	Utóteszt átlagpontszám (max: 1 pont)	Különbség (pont)
definíciók	0,39	0,56	0,17
egyszerű konvergencia feladatok	0,31	0,40	0,09
relációk iránya	0,32	0,41	0,09
összehasonlító kritériumok alkalmazása	0,26	0,39	0,13

### 4.3. A zárthelyi dolgozatok integrálokhoz kapcsolódó feladatának kiértékelése

A Kék Jeti játék középtávú hatásainak felmérését a félévközi és a félév végi zárthelyi dolgozatok improprius integrálok témaköréhez fűződő feladatai tették lehetővé. A számonkéréseket a Matematikai analízis II. kurzus valamennyi résztvevőjének kötelezően be kellett adnia, és a hallgatók féléves osztályzatát is ezen dolgozatok összesített eredménye határozta meg, így a kísérleti és a kontrollcsoport tagjai egyaránt érdekeltek voltak abban, hogy a kifejtendő feladatokat a legjobb képességeik szerint oldják meg.

Mindkét számonkérés tartalmazott olyan improprius integrálokhoz kapcsolódó kérdést, amelyet a legegyszerűbben összehasonlító kritérium alkalmazásával lehetett megválaszolni. Az első dolgozatban egyetlen konvergencia, a másodikban két konvergencia és egy divergens improprius integrál szerepelt. A hallgatóktól következtetési lépéseik részletes leírását kértük. Az összegyűjtött adatok elemzéséhez mind a kísérleti, mind a kontrollcsoport esetén egy 10 pontos kritériumrendszert alkalmaztunk. Az értékelt szempontok a következők voltak:

- 1) A hallgató ismeri (használja) a konvergencia kifejezést.
- 2) A hallgató helyesen használja a konvergencia kifejezést.
- 3) A hallgató ismeri a majoráns kritériumot.
- 4) A hallgató helyesen használja a majoráns kritériumot.
- 5) A hallgató felismeri az összehasonlító kritériumok használatának szükségességét az adott feladatokban.
- 6) A hallgató az összehasonlító kritériumok alkalmazásakor megfelelő irányú becslést keres.
- 7) A hallgató ismeri (használja) a divergens kifejezést.
- 8) A hallgató helyesen használja a divergens kifejezést.
- 9) A hallgató ismeri a minoráns kritériumot.
- 10) A hallgató helyesen használja a minoráns kritériumot.

Fontos megjegyezni, hogy a fent listázott készségek közül néhány szoros kapcsolatban áll egymással: a majoráns kritérium ismerete és a megfelelő irányú becslés keresése például természetesen előfeltételét képezik a kritérium helyes alkalmazásának.

Az összehasonlító kritériumokhoz kapcsolódó zárthelyi feladatok megoldásait a felsorolt 10 szempont alapján kétfokozatú skálán osztályoztuk: attól függően kaphattak a hallgatók 1 vagy 0 pontot, hogy megoldásuk tükrözte-e az adott készség meglétét. Az egyes szempontokra vonatkozó pontszámokat összegezve megkaptuk az adott készséggel bíró tanulók számát mind a kísérleti, mind a kontrollcsoporton belül, ez módot adott a két csoport fejlődésének számszerű összehasonlítására. Az első zárthelyi dolgozatra

vonatkozóan a 7)-10) szempontok kiértékelésére minorálást igénylő feladatrészt híján nem nyílt lehetőség.

2. táblázat

A kísérleti és a kontrollcsoport összesített pontszámai az első (ZH1), valamint a második (ZH2) zárthelyi dolgozaton, a számértékek készségpontokban értendők.

Csoport	Dolgozat	Vizsgált szempont sorszáma									
		1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)	10)
kísérleti	ZH1	7	6	2	0	2	2	/	/	/	/
	ZH2	14	12	6	5	6	4	11	9	4	2
kontroll	ZH1	6	5	3	0	3	1	/	/	/	/
	ZH2	10	3	3	0	4	1	9	5	4	0

A 2. táblázat a hallgatói megoldások elemzésének részletes eredményeit mutatja be. A második számonkérés tapasztalatai alapján azt a következtetést vonhatjuk le, hogy azon hallgatók körében, akik a játékos foglalkozáson nem vettek részt, a majorálás és a minorálás elsajátításában szembevethető hiányosságok voltak megfigyelhetők, nem akadt ugyanis olyan tagja a kontrollcsoportnak, aki a félév végére az összehasonlító kritériumok akármelyikét hibátlanul használta volna (4) és 10) számú tudáselemek). Ez arra utal, hogy a minorálás és a majorálás gyakorlására az önálló tanulás kevésbé bizonyult hatékony módszernek. Bár a 4) és a 10) számú szempontoknál az első számonkérésben a kísérleti csoportra is hasonlóan kedvezőtlen adatok voltak jellemzőek, esetükben egyértelműen megfigyelhettük a Kék Jeti játékos hatását, hiszen a majoráns kritériumot a második zárthelyi dolgozatban a csoport 5 tagja helyesen használta, és ekkorra két tanuló már a minorálás módszerét is hibátlanul tudta alkalmazni.

Ami az összehasonlító kritériumok elméletének feldolgozását illeti, a kísérleti csoportban a két zárthelyi dolgozat között megduplázódott a konvergens kifejezést értő és helyesen használó hallgatók száma, de nőtt a helyes irányú becsléseket keresők aránya is. Mindez a tananyaghoz kapcsolódó alapfogalmak jobb megértését tükrözi a Kék Jeti játékos köszönhetően. A kontrollcsoport eközben sokkal kisebb mértékű fejlődést mutatott, sőt, a konvergens kifejezést helyesen használó hallgatók száma valamelyest visszaesett a csoporton belül. Ez valószínűleg annak tudható be, hogy a második zárthelyi dolgozatban többen kihagyták az improprius integrálokhoz kapcsolódó példákat, és helyettük más feladatokra koncentráltak. Összegzésképpen elmondható, hogy a Kék Jeti kártyajáték már egy mindössze 4 órás játékos foglalkozás formájában is hatékonyan bizonyult az improprius integrálokhoz kapcsolódó készségek kiépítésében, a témakörhöz köthető fogalmak feldolgozásában.

## 5. Összegzés

A felmérés előzményei megerősítették azt az előzetes feltevésünket, miszerint a Kék Jeti kártyajáték hatékony eszköz lehet az improprius integrálok témakörében való jártasság növelésében, azaz a játékalapú tanulás módszerei a felsőoktatásban is eredményesen alkalmazhatók. A tematikus társasjáték pozitív hatást gyakorolt a hallgatók általános attitűdjére, és a tananyag elsajátításának hatékonyságában is egyértelmű javulást idézett elő. Az attitűdmérő kérdőív eredményei azt mutatják, hogy a Kék Jeti játékkal töltött délután a résztvevők többsége számára pozitív élményt jelentett. A hallgatók kiemelten elégedettek voltak a kártyajáték vizuális elemeivel és élményszerűségével. Az elő- és utótesztek pontszámai a Kék Jeti hatékonyságát tükrözik az összehasonlító kritériumok megértésének támogatásában, a zárthelyi dolgozatok tapasztalatai pedig azt mutatják, hogy a feladatmegoldás területén is azok értek el jelentősebb fejlődést, akik részt vettek a tananyag játékos keretek között történő ismétlésében (5. ábra).



5. ábra  
Képek a játékos foglalkozásról

A kvázi-kísérlet eredményei ugyanakkor a résztvevők korlátozott száma és az alkalmazott specifikus beavatkozás, az önként jelentkezés miatt nem általánosíthatók nagyobb populációra. Ahhoz, hogy általánosabb következtetéseket lehessen levonni, szélesebb spektrumú, több résztvevővel végzett vizsgálatok szükségesek, melyek előkészítését az eddigi pozitív tapasztalatokra alapozva megkezdtük.

## Köszönetnyilvánítás

A Kulturális és Innovációs Minisztérium ÚNKP-23-1 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.



## Irodalomjegyzék

- [1] Bónus L.; Nagy L.: *A játékokkal kapcsolatos fogalmak szakirodalmi áttekintése*. Iskolakultúra, 2020/30(6), pp. 3-15. <https://doi.org/10.14232/ISKKULT.2020.6.3>;
- [2] Qian, M.; Clark, K. R.: *Game-based learning and 21st century skills: A review of recent research*. Computers in Human Behavior, 2016/63, pp. 50-58. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.05.023>;
- [3] Dahlin, J. E.; Fenner, R.; Cruickshank, H.: *Critical evaluation of simulations and games as tools for expanding student perspectives on sustainability*. The 7th International Conference on Engineering Education for Sustainable Development, Vancouver, Canada, June 9-12., 2015. <https://doi.org/10.14288/1.0064673>;
- [4] Tyng, C.; Amin, H.; Saad, M.; Malik, A.: *The influences of emotion on learning and memory*. Frontiers in Psychology, 2017/8, 1454. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01454>;
- [5] Wang, L. H.; Chen, B.; Hwang, G. J.; Guan J. Q.; Wang Y. Q.: *Effects of digital game-based STEM education on students' learning achievement: a meta-analysis*. International Journal of STEM Education, 2022/9, 26. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00344-0>;
- [6] Szilágyi Sz.; Körei A.: *Using a math card game in several ways for teaching the concept of limit*. Mobility for smart cities and regional development – Challenges for higher education, ICL 2021, Ed: Auer, M.E.; Hortsch, H.; Michler, O.; Köhler, T., Springer, Cham, 2022. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-93904-5\\_85](https://doi.org/10.1007/978-3-030-93904-5_85);
- [7] Dudás M.; Lengyelné Szilágyi Sz.; Piller I.: *Az Ékkővadászok elnevezésű matematikai készségfejlesztő kártyajátékok létrehozását támogató alkalmazás bemutatása*. Gradus, 2019/6(4), pp. 17-27;
- [8] Palencsár E.: *Konvergens vagy divergens? - A JETI kooperatív didaktikai társasjáték és keretrendszer bemutatása*. TDK dolgozat, 2023;
- [9] Palencsár E.; Szilágyi Sz.: *An evolutionary approach to developing supporting software for the design of card deck-based mathematical didactic games*. Multidisciplinary Sciences, 2023/13(3), pp. 241-256. <https://doi.org/10.35925/j.multi.2023.3.24>;
- [10] Szilágyi Sz.; Palencsár E.: *Board games in mathematics education: Presentation of the PDCA-based graphic design process of the YETI didactic framework*. Gradus, 2023/10(2). <https://doi.org/10.47833/2023.2.CSC.002>.