

BÁNKUTI Gyöngyi*

Kaposvári Egyetem, Gazdaságtudományi Kar,
Módszertani Intézet, Kaposvár
Kaposvár University, Faculty of Economical Sciences,
Institute of Methodology, Kaposvár

KÍSÉRLETI ÚJ TÍPUSÚ MATEMATIKAOKTATÁS A KAPOSVÁRI EGYETEMEN**

NEW STYLE PILOT CALCULUS COURSE AT KAPOSVÁR UNIVERSITY

ABSTRACT

This publication is about an educational experiment in connection with teaching Calculus for first-year students of “Finance” and “Commerce and Marketing” of Kaposvár University in the framework of an EFOP project. Such experiments are more common in tertiary and secondary education, less at the university level. The literature review was about two fields. Studying the Hungarian educational experiences, statistics and the possible educational techniques, methodologies, worldwide. Based on them we wanted to plan the implementation of the pilot course, to find which methodologies are proper, achievable for us, match our situation, support our goals. We invited second-, third-year students to be mentors to help the students not only in the professional problems but support the cooperative learning process, the communication, team building, creativity, mentality change of the students. Our main goal was wider than to teach mathematical algorithms more efficient but improve the creativity, problem-solving skills, the braveness of the students to face new challenges. To use the internet in English and use the information, techniques with critics. In the course implementation part, a very detailed explanation of the pilot course takes place, with pictures, examples. In conclusion, the advantages and the problematic parts of the educational experiment are listed.

Summarized, we can state, nowadays because of the changed mentality of the students and the newly available techniques, such educational experiences are important to establish new, efficient ways of teaching not only mathematics but improve the general problem-solving skill of the students. We consider, maybe we took only a small, but important step, but definitely in the right direction!

Kulcsszavak: Oktatási kísérlet, Kalkulus,- Analízis pilot oktatása, Interrogatív előadás, kooperatív oktatási technika, Komputer algebrai program használat

* PhD.; email: bankuti.gyongyi@ke.hu

** A publikáció az EFOP-3.6.1-16-2016-00007-es azonosítószámú „Intelligens szakosodási program a Kaposvári Egyetemen” című program támogatásával készült

az oktatásban, Geogebra, Online kalkulátorok, Probléma megoldás, Hallgatói mentalitásváltoztatás,

Keeynotes: Teaching experiences, Teaching Calculus, Analysis, Interrogative teaching technique, Cooperative teaching technique, *Computer Algebra* Systems (CAS) in Mathematical Classrooms, Online calculators, problem solving, Changing mentality of the students,

1. Bevezetés

A Kaposvári Egyetem „Intelligens szakosodási program a Kaposvári Egyetemen” pályázati támogatás keretében zajló „Kísérleti kooperatív közösségi matematikaoktatás és elemzése” projektjének keretében előkészítő kutatás és kísérleti oktatás zajlott a kalkulus tárgy keretében a 2018-19-es tanév őszi félévében. Jelen publikációban ezen kurzus eredményeit kívánjuk összesíteni, publicitást adni nekik.

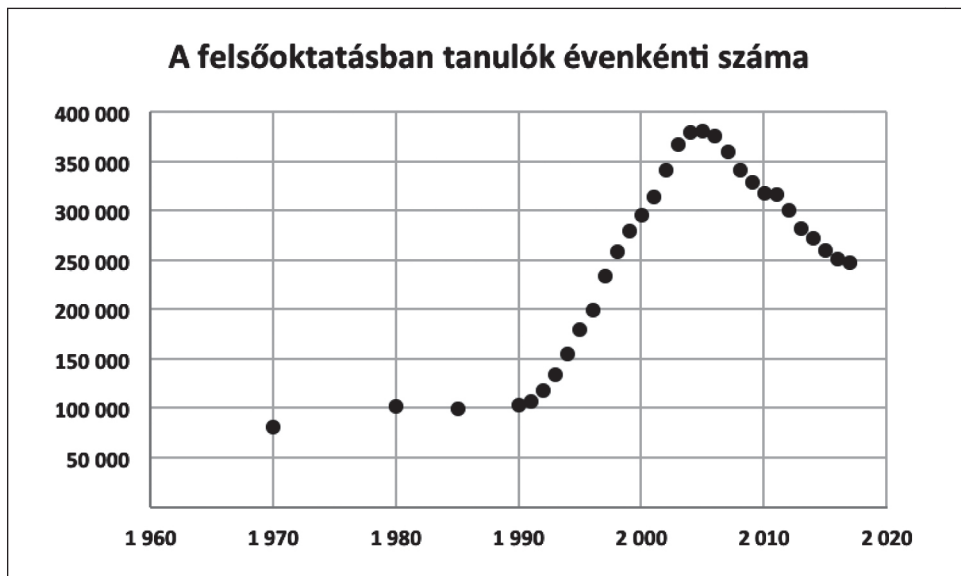
2. Helyzetelemzés, irodalomkutatás a magyarországi tapasztalatokról

Sokat halljuk, a médiában is, hogy gond van általában az oktatásunkkal, és azon belül a matematikaoktatással. Külföldi jógyakorlatokat is szokás példaként említeni. Azonban mind ezek általában a közoktatásra, az általános és a középiskolára korlátozódnak. Nemcsak általános nézet, hogy egyetemen már felnőtt emberek tanulnak, akiknek oktatásában a módszertan nem olyan fontos, de a követelményekben is ez tükröződik. A szabályok szerint egyetemi oktatóknak nem szükséges pedagógiai végzettséggel rendelkeznie. Felmérések szerint az egyetemi oktatók felének nincs pedagógiai végzettsége.¹ Azonban napjainkban több változás is zajlott. Nemcsak olyan új technológiák láttak napvilágot, melyek integrálása az oktatásba értő kezeket és gyakorlati kísérleteket igényel, hanem a felsőoktatásba kerülők összetétele is megváltozott. Ennek oka főképp a felvettek számának jelentős növekedése, melyet az 1. ábra mutat.

Látható, hogy a felsőoktatásban tanulók száma a rendszerváltás előtti szinthez képest 2006-ra majdnem megnégyszereződött, ahonnan napjainkra körülbelül két és félszeresére csökkent. A fizetős hallgatók a minimális pontszámok elérésével, vagyis minimális előképzettséggel a mai napig bekerülhetnek.

Elsődleges célunk volt Magyarországi, közelmúltban zajlott Kalkulus pilotoktatási tapasztalatokat valamint statisztikákat és azokból levont következtetéseket megismerni. Ilyeneket leginkább a Budapesti Gazdasági Egyetem publikációi között találtunk, melyeket oktatásunk és hallgatóink felkészültségének hasonlósága miatt relevánsnak is ítéltünk. Sok azonos képzés zajlik, náluk azonban nagyobb hallgatói létszámmal, mely statisztikailag jobban elemezhető.

1. ábra: A felsőoktatásban tanulók évenkénti száma 1970/71-től 2017/18-ig
Figure 1: Number of students studying in higher education in Hungary from 1970/71 – 2017/18



Forrás: Az oktatási hivatal www.oktatas.hu weboldalának adatai alapján saját szerkesztés https://www.oktatas.hu/felsooktatas/kozerdeku_adatok/felsooktatasi_adatok_kozzetetele/felsooktatasi_statistikak

A hasonló hallgatói felkészültséget a felvételi ponthatárok hasonlóságával támaszthatjuk alá, mely ugyan a minimális, nem az átlagos felvételi pontokat jelenti, de azért jellemző. Utolsósorban azért ezen publikációkat használtuk, mivel részükről voltak elérhetőek nemcsak kérdőíves információszerezés statisztikái, hanem oktatási kísérletek leírása, következtetések is és számos publikáció állításai összecsengtek saját tapasztalatainkkal meglátásainkkal. Egy 2018-as publikációjuk szerint: „Ettől a tanévtől karunkon megszűnt az államilag finanszírozott hallgatói státusz, ami azt jelenti, hogy a felvételi ponthatárt le kellett szállítanunk ahhoz, hogy a főiskola, illetve a kar finanszírozható legyen. Ebből adódóan, a hallgatói összetétel igen vegyes, és ahogy az első matematika vizsgák eredményei, illetve aláírás megtagadási arányok jelzik, valóban radikális módszertani megújulásra van szükség a sikeres munkához”²² Úgy véljük, különösen hallgatóinknak, de oktatóinknak is kedvezőbb lenne, munkánkat sokkal hatékonyabban, kevesebb konfliktussal tudnánk végezni, ha a bemeneti oldalon valódi tudásszűrés, régebbi nevén felvételi működne.”²³ Írták

Egy doktori értekezés szerint a legtöbb felsőoktatási intézmény ezt tapasztalta, ezért indultak el akkoriban a felzárkóztató, szintrehozó matematika kurzusok: „Magyarországon, 2009 őszén a Budapesti Műszaki Egyetem kezdeményezésé-

ben lezajlott egy reprezentatív felmérés, melyben több felsőoktatási intézmény is bekapcsolódott. „Az eredmény lehangoló” volt, mondták a szervezők. A felsőoktatási intézmények arra a következtetésre jutottak, hogy felzárkóztató, szintemelő, fejlesztő kurzusokat szükséges indítaniuk. Alátámasztja azt a véleményünket, hogy a matematikai alapok elsajátítása nem zárul le a középfokú oktatás befejeztével, áthúzódik a felsőoktatásba. Az egyetemeken, főiskolán matematikát oktatóknak a szakdidaktikában valamilyen szinten jártasnak kell lenniük.”⁷⁴

Az új eszközök bevezetése területen az alábbi megjegyzés miatt igyekeztünk körültekintően megtervezni kurzusunkat. „A hallgatók örülnének az élményalapú oktatásnak, és az életszerű feladatoknak, a tanári támogatásnak, de az IT eszközök alkalmazásában bizonytalanok, inkább elutasítóak. A csoportmunkát ezekből a tantárgyakból nem kedvelik.”⁷⁵

Fenti állítások alátámasztották kutatásunk, oktatási kísérletünk létjogosultságát, hogy fontos a matematika oktatás megújítása, szakdidaktikai megtervezése. A helyzetelemzés állításait saját tapasztalataink is alátámasztották, kivéve az IT eszközök elutasítását, melyet mi nem tapasztaltunk, pedig évek óta Maple-el illetve Geogebra-val dolgoztunk. Fenti tapasztalat körültekintővé tett bennünket, további szakirodalom kutatásra, újabb módszerek felkutatására és a legmegfelelőbbek kiválasztására ösztönzött bennünket, mivel kooperatívan, csoport munkában, – teljes félévben fix kooperatív csoportokkal – még nem dolgoztunk a hallgatókkal.

3. Irodalomkutatás az oktatási módszerekről

Párhuzamosan a magyar helyzet, gyakorlat tapasztalatainak megismerésével hallgatók bevonásával is kutattuk az új módszereket, nemcsak a módszertanra, de a technikákra, (online gyakoroltatók, online kurzusok) is fókuszálva. Az előző fejezetben részletezett okok miatt kiemelten kezeltük a kooperatív oktatási technikák megismerését, a megfelelő kiválasztását. Alaposságunkat ezen a területen a BGE tapasztalatain kívül az is indokolta, hogy ebben volt a legkevesebb tapasztalatunk, ez egyetemi szinten - sajnos – főleg a matematikaoktatásban nem eléggé elterjedt. Ezért nemcsak nagyszámú szakirodalmat tekintettünk át, de külső szakértőt is bevontunk a kooperativitás tervezésébe, kivitelezésébe szaktanácsadóként. Legnagyobb haszonnal, alapossággal éppen az ő saját, illetve másokkal közösen írt kézikönyveit, publikációit forgattuk, vettük alapul.^{6,7,8} Ezek mellett a matematika oktatására potenciálisan alkalmas technikákat kerestünk és alkalmazhatóságukat elemeztük. Hat elterjedt, releváns módszert választottunk ki vizsgálatunk tárgyaként. Az első ötöt Slavin összegző műve⁹ tekintette említésre méltónak. Ebben a „Student-Teams Achievement Division (STAD) módszer¹⁰ mellett a Team-Games-Tournament (TGT)¹¹ a Cooperative Integrált Reading and Composition (CIRC),¹² és a Team Assisted Individualization (TAI),¹³ valamint a JIGSAW¹⁴ módszereket ismertük meg.” Ezek mellett a „Probléma-alapú tanulás” (PBL)¹⁵ módszertanát tartottuk még vizsgálatra érdemesnek.

Sajnos azonban a komplex technikákat (nemcsak a szűk időkeretek miatt) nem találtuk (teljes módszertani részletességgel történő megvalósítással) egyetemi keretek között is megvalósíthatónak. Helyette apró technikákból válogattunk. Ezek egyike a „kooperatív előadás”. Ennek technikája a leendő előadást összefoglaló kérdések előzetes megjelenítése és óra végén csoportokban történő szóbeli megválaszolása. Úgy, hogy a hallgatók nem tudják az ő csoportjuk, melyik kérdést fogja kapni. Ezért az egész előadást figyelemmel kell hallgatniuk. Ez is az „előhívásos módszer”¹⁶ egyik formája, mely a legfrissebb kutatások szerint jobban segíti a hosszabbtávú memorizálást, mint pl. a tananyag otthoni, többszöri átolvasása, az ismételt információ bevitel. Az óra végi (pl. Kahoot alapú rövid számonkérés helyett) azért a szóbeli válaszadást választottuk, mert azt tapasztaltuk, hogy még a jó eredményt produkáló hallgatóknak is nehézséget okoz matematikáról beszélni. Oktatásunk matematikából az írásbeli számonkérést preferálja, ritkán kell a hallgatóknak szóban megnyilatkozni. Másrészt mivel ezt csoport létszámunk lehetővé tette.

Második fő irányként a számítógépes programok és online kalkulátorok megismerését, kiválasztását tűztük ki célul. Ebben szerencsére már jelentős tapasztalata volt csapatunknak, mivel - a magyar tapasztalatok részben említett - felzárkóztató, szintrehozó kurzusok gyakorlatába intézményünk évtizede bekapcsolódott. A számítógépes programok közül úgy döntöttünk továbbra is a – jól bevált - Excel és Geogebra programokat fogjuk továbbra is az oktatásban használni.¹⁷

Online kalkulátort számosat, minden témakörhöz számos kielégítően jót, találtunk. Ezek ismertetése szétfeszítené jelen publikáció kereteit. Azonban nem találtunk olyat, amely minden témakörhöz alkalmas és legjobb lett volna. Sőt, azonos típuson belül is, a problémák bonyolultságától, specialitásától függően, egyes kalkulátorok egyes feladatokra használhatóbb megoldást adtak, mint a másik kalkulátor. Ezért úgy döntöttünk, minden témakörnél néhányat megmutatunk, majd szabadon eldönthetik a hallgatók melyiket kívánják használni. Intelligens matematikai gyakoroltatót magyar nyelven egyet találtunk - az Akriel-t.¹⁸ (Egyik projektbe bevont hallgatónk „találta”.) 2. ábra. Bátorkodtunk felvenni a kapcsolatot a készítőivel, akiktől kaptunk is ingyenes kipróbálási lehetőséget nemcsak a projekt megvalósítóknak tesztelés céljából, de a pilot kurzus hallgatóinak is felhasználási céllal! Tanári jogosultsággal látható a tanulók által megoldott feladatok statisztikája. A gyakoroltató filozófiája, hogy beépített feladatok, megoldások helyett véletlen szám generátorral képződik az adott típushoz a (végtelen sok) konkrét feladat, melyek részletes megoldása is generálódik! Ezt megfelelőnek ítéltük hallgatóink középiskolai algebrai hiányosságainak, (mint pl. műveleti sorrend, exponenciális, logaritmusos műveletek, egyenlet megoldások, ...) pótlására. Nemcsak gyakoroltatásra, hanem az elmélet megértésének segítésére is alkalmas a program. Az algebrai műveleteket piktogramokkal jelöli. Kérhető a feladatmegoldás részletes „levezetése”, magyarázatokkal kiegészített lépések.

2. ábra Akriel intelligens algebrai gyakoroltató (magyar)
Picture 2. Akriel.io (Hungarian) intelligent algebraic practice platform



Forrás: <https://akriel.io/hu-HU/learn>

Mobil telefonon is elérhető, így „hulladék időben” (buszon, várakozások közben) is „játszhatnak” vele a hallgatók. A témakörök az általános iskola 5. osztályától a középiskola 11. évfolyamáig jelenleg már 124 ismeretkört fednek le. 2017-ben különdíjjal, 2018-ban Minőségi díjjal jutalmazták az év honlapja versenyeken.

Angolul léteznek hasonlóak, pl. az IXL Math¹⁹ (sokkal több témakörrel), mely azonban csak ellenőrzi a megoldásunkat, nem adja a megoldás részletes levezetését.

A releváns online kurzusok közül a megelőző évben már az oktatásban is használt Mateking²⁰ kurzust találtuk továbbra is a legjobbnak, az alábbi okokból. Nagyon gyakorlatias, a hallgatók igényéhez alkalmazkodó, vicces. Nagyon rövid, a példa megoldásra fókuszáló kis „epizódokból” áll. A hallgatók úgy csak azt tartalmazza, amire szükségük van a zh-k megírásához - nincs benne elméleti rész. Az analízis I. kurzus tartalmazta a számunkra releváns kalkulus témaköröket. Nem videós technikával készült, hanem (unikális vektoros technikával) „animált power point jellegűen”. Ez alatt az értendő, hogy klikkelésre jelenik meg az újabb információ a képernyőn. Az animáció vissza is léptethető. Azóta már elkészült az a kiegészítés, hogy minden egyes klikkeléskor elindul a releváns tartalom rövid hanganyaga, mely újabb klikkeléskor – függetlenül attól, hogy az előző befejeződött-e - átugrik a következő/előző releváns hanganyag részre – attól függően, hogy előre vagy visszaléptettünk. Ez lehetővé teszi, hogy a hallgatók saját tempójukban haladjanak, visszalépjenek. Nem kell videót lassítani, megállítani, keresgetni a témaváltási pontokat. Mobiltelefonon és tableten is elérhető ez az online tananyag, mely négyszer nyerte el az év honlapja címet.

Csapatunk fókuszált angol nyelvű online kurzusokra, (pl. Khan Academy²¹) illetve Graphing Calculator applikációkra is (pl. Photomath²²) megismerési és összehasonlítási céllal, de ezeket oktatásunkba nem kívántuk bevonni. Első évfolyamon az egyetemi tanulási stílusra is nehézséget jelent átállni, ezt nem kívántuk még nyelvi nehézséggel is terhelni.

4. A pilotkurzus megvalósítása

Pilot kurzusunkban számos a reguláris oktatásban csak részben elterjedt technikát alkalmaztunk. Technikailag mindez szerencsés, magas óraszámú, hármas megosztásban került megvalósításra. Minden csoportunk számára kötelező két óra eladás és két óra gyakorlat a kalkulus tárgyból. További 3 órában fakultatívan választható a „Számítógépes matematika” óra. Ezt – projektünk megvalósításának érdekében – az összes pénzügy számvitel, illetve kereskedelem és marketing szakos hallgató választotta, így 24 fős, 5 csoport alkotására alkalmas létszám jött össze. Mindkét órát összevontan tartottuk számukra, a 2. ábrán látható számítógépes tanteremben. Az ismeretkörök megegyeztek a kalkulus, (analízis, matematika¹, bevezetés a matematikába, gazdasági matematika 1. neveken szereplő) tárgy szokásos témaköreivel, úgy, mint, sorozatok, sorok, függvények, differenciál-, és integrálszámítás és alkalmazásaik, kétváltozós függvények témakörökkel. Értékelést a hallgató természetesen két tárgyból kapott. Kalkulusból vizsga-, számítógépes matematika tárgyból gyakorlati jegyet. A vizsgajegy a két zárhelyi dolgozat átlagának $\frac{1}{3}$ és a vizsgadolgozat $\frac{2}{3}$ arányú átlagából képződött. A házi feladatok (Moodle rendszerben történő) beadása, feltöltése pedig az aláírás feltétele volt. Ezen követelményekkel az év közbeni folyamatos tanulást kívántuk elősegíteni. Számítógépes matematika tárgyból csoportos értékelést terveztünk.

Főként, de nemcsak az előadáson, a frontális oktatásban kapott szerepet, az interrogatív, előadási technika, ahol az előadó kérdései mentén zajlott az elmélet ismertetése illetve a feladatok megoldása is. A kurzust vezető tanár negyedszázados tapasztalattal rendelkezik ezen a területen. Képes volt gondoskodni a hallgatók előzetes ismeretei alapján feltett kérdések megfogalmazásáról, mindig az előzőkre épülő az előadás fonalát követő következő kérdés szint kialakítására. Így a „dolgok valós időben születtek”, közös erőfeszítés eredményeként. A felmerülő kérdések többségében „szöveget ütöttek” a hallgatók fejében, rájuk fókuszáltak. Így a válaszok is mélyebb nyomot hagytak bennük, mintha csak egy száraz elmélet ismertetése zajlott volna. Ha pedig valamelyik hallgatótársuknak érdemi javaslata, más forrásból származó ismerete volt (pl. már tanulta, hallotta valahol az adott témát, ismeretkört) és azt ő mondta el, az is (a szóhasználat stílus miatt is) segített nemcsak jelentősen a megértésben, de a memorizálásban is.

Szintén az elhangzottakra történő fókuszálásra, értő figyelemmel történő részvételre igyekeztünk sarkallni a hallgatókat a kooperatív előadási technikával, mely a kutatások szerint a hosszabb távú memorizálást is segíti. A kérdések a falra kerültek, (3. ábra) mivel a táblára és a projektorra az előadáshoz volt szükség. A hallgatók megértették, hogy mindenkinek minden apró részletre kiterjedő figyelemmel kellett az előadást hallgatnia, mivel ebben a technikában csak a végén derül ki, hogy egy adott csoportnak, egyénnek mely kérdésre kell válaszolnia.

3. ábra A kurzusnak helyt adó számítógépes tanterem, az óra végi kérdésekkel a falon

Picture 3: Classroom of the Pilot Course, Computer Lab of KU, with the questions on the wall



Forrás: saját fénykép

A tananyagok, linkek, házi feladatok az intézmény Moodle elearning rendszerébe kerültek feltöltésre.²³

A gyakorlatokon a példa megoldások bemutatása táblán krétával zajlott, mivel célunk volt, hogy a hagyományos, más egyetemeken is elvárt a kézi technikákat is lássák, megismerjék a hallgatók. Azonban az esetek többségében, ellenőrzésre, vizualizációra a számítógépes matematika órán használt programokat, és, vagy online kalkulátorokat is használtunk. Hasonlóan az előadásokon. A gyakorlati óra elején mutatták be a hallgatók az előző gyakorlaton feladott házi feladatok megoldását, „nem a jó, hanem a saját megoldást!” Ezekből az oktató előre fel tudott készülni, mivel a Moodle-ba már előzetesen fel kellett tölteni a megoldásokat a hallgatóknak (scennelve, vagy pl. telefonjukkal lefényképezve a füzetük lapjait). Így (a zárthelyi helyett) itt kerültek felszínre a félreértések, hiányosságok. Ezekből az oktató „matematikai anti-gyöngyszem gyűjtemény”-nek nevezett kollekciót is készített, mely játékosan, humorosan figyelmeztette a hallgatókat a típus hibákra. A házi feladatok ellenőrzése az egyéni tanuláshoz adott egy nagyon jó személyes kontaktussal zajló ellenőrzési, megerősítési lehetőséget.

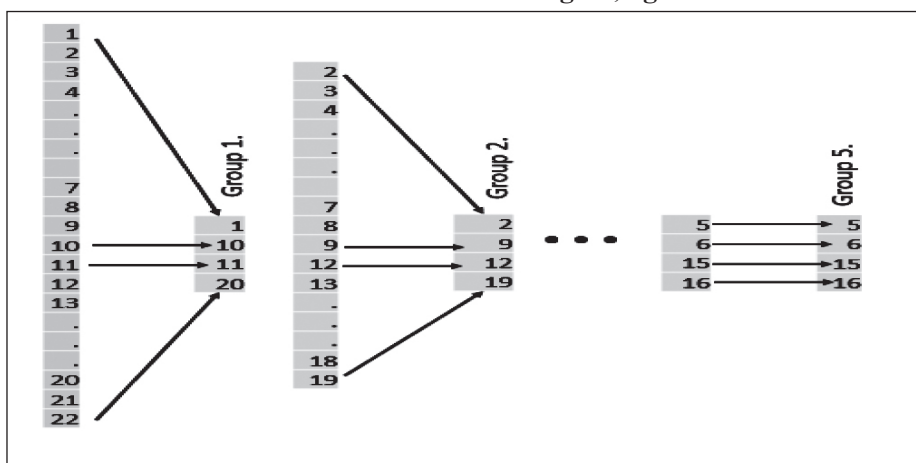
A számítógépes matematika órát több mint egy évtizede hármas céllal hozta létre intézményünk. Egyrészt az előismeretek pótlására. Amely szakon (pénzügy számvitel) a vizsgára bocsátás feltétele a szintfelmérő legalább 80%-os szinten történő teljesítése ott az ennek ismételt megírására történő felkészítés mindig hangsúlyos cél.²⁴ Másodsor, többletgyakorlási korrepetálási lehetőségként, folyamatosan követve a kalkulus tárgy témáit. Harmadszor a számítógépes programokkal történő problémamegoldás, vizualizáció megismertetésére. Ezek közül hagyományosan az Excelt és a Geogebra-t szoktuk használni. A sorozatok, sorok témakörnél, a természetes számokhoz rendelt valós értékek vizualizációjára kiválóan alkalmas

az Excel. Azonban amikor rendelkezésre állt más eszköz, akkor is igyekeztünk megmutatni az Excel hogyan használható, mivel a gazdasági életben még nagyon sokszor ezt használják nyilvántartásokhoz, pénzügyi,- de akár termelési folyamatok menedzseléséhez is. Mélyebb ismerete előnyt jelenthet a munkaerő piacon. A Geogebra-t, ahogy – évek óta létező Geogebra Intézetünk keretében eddig is, - szintén folyamatosan használtuk.

A számítógépes matematika órán a hallgatók csoportokban dolgoztak, házi feladataikat is csoportosan kapták. A csoportokat didaktikai céllal, inhomogén módon alakítottuk ki, a 4. ábrán látható technikával. Mindig a legjobb és a legrosszabb teljesítményt nyújtó tanuló és a két átlagos alkotott egy 4 fős csoportot. Őket törölve folytattuk az algoritmust. A hallgatókat az első órán írt „szintfelmérő” eredményei szerint tudtuk sorrendbe rakni. (4. ábra)

4. Ábra Az inhomogén csoportképzési technika

Figure 4. Method of group creation: Best + worst + two medium, then delete them from the database and again, again etc.



Forrás: szakirodalom alapján saját szerkesztés

A csoportokhoz felsőbb éves diák mentorok kerültek kijelölésre, - a projektből történt javadalmazással, így ők számon kérhetők is voltak. Feladatuk a szakmai segítségnyújtás mellett a csoport közösségek kialakulásának segítése volt.

Terveinkben hangsúlyt fektettünk a csoportmunka és a kooperatív technika közti különbségre mégsem ítéjük sikeresnek ezt a területet – melynek részleteit a következő fejezetben fejtünk ki.

A hallgatók előképzettségi hiányosságainak pótlására, egyéni tanulásuk segítésére - együttműködés keretében kapott ingyenes – Akriel és Mateking használati lehetőségeket kaptak a hallgatók. Az Analízis-beli „Rémes előzmények” mellett a Matekingen javasoltuk a „Középszkolai matek” tárgy megvásárlását is.

A hallgatók fantáziáját talán a szorgalmi feladat rendszer mozgatta meg leginkább, mivel ezekkel eggyel jobb zárhelyi dolgozat jegyeket szerezhettek a kalkulus tárgyból. Ezt kihívásnak, kreativitásuk kibontakozási lehetőségének érezték. Ennek nagyon örültünk, hogy sikerült fantáziájukat megmozgatni aktivitásukat elérni. Ezen a területen a legpozitívabb tapasztalatot az „Augmented Reality” „beillesztett valóság” feladattal kapcsolatosan tapasztaltuk. Egyik – a hagyományos matematikában nem jeleskedett - hallgató önállóan letöltötte az alkalmazást (Apple) telefonjára és az 5. ábrán látható képeket, videót készített.

**5. ábra Szorgalmi feladatok a, Edzőteremben készült beillesztett valóság kép
b. Vicces beillesztett valóság kép (Rippl-Rónai József kaposvári szobránál)
c. Képkocka egy a telefonon készített videóból**

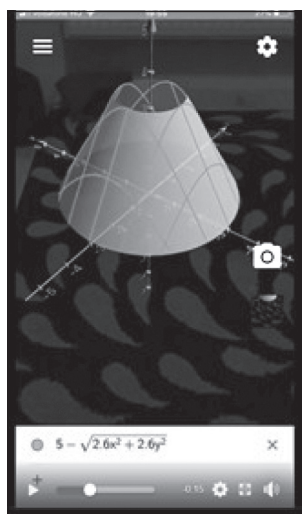
Picture 5. Advanced homework assignments a. Geogebra Augmented Reality picture in a gim; b. Funny AR picture at a famous open air sculpture in the city of Kaposvár; c. A shooting from the video about inserting AR to “real” reality



a.



b.



c.

Forrás: Hallgatói munka

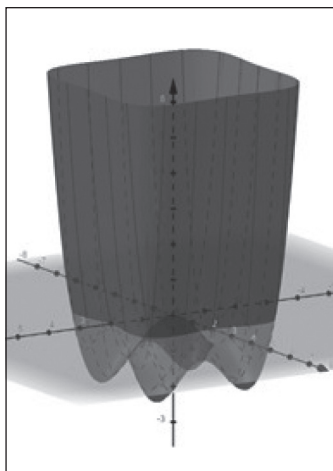
A hallgató Power Point alapú előadásban mutatta meg hogyan zajlik a programtelepítés, hogyan illeszti a valóságba a függvények képét, mit lát a telefonján, hogyan lehet a telefonnal történő mozgás hatására a nézőpontot változtatni, és ezt videóként rögzíteni.²⁵

Máskor pl. az Excel Solver lineáris egyenletrendszer megoldására történő alkalmazását kapták számukra teljesen új feladatul a hallgatók vagy pl. egy e-hez tartó sorozat határértékének meghatározását és bizonyításának prezentálását. Utóbbi csak neten történő kereséssel volt megadható és együttműködésben sikerült is.

Az 6. a. ábra egy szintén szorgalmi feladat, egy kétváltozós függvény – Geogebra-val készült – képét ábrázolja.

6. ábra a. A kétdimenziós szorgalmi feladat függvény Geogebra-val készült képe

Picture 6. a. Three-dimensional graph of the function for the advanced homework



Forrás: Saját szerkesztés, Hallgatói munka

A nehéz szorgalmi feladatok megoldása a hallgató társak elismerését váltották ki, mely úgy gondoljuk szintén a vágyott énkép megerősödést, további feladatok önálló megoldásának megerősödését erősítette. Kezdték a hallgatók másképp tekinteni a matematika órára, úgy hogy ott számukra is teremhet sikerélmény.

5. A pilot oktatás tanulságai

Hallgatóink szintfelmérő eredményei nem tértek el a korábbi évek eredményeitől.²⁶ Most is – mint általában – elsőre, amikor még nem ismerték a kérdéseket nagyon kevesen értek el 80%-ot. Mindig meglepetésként éri őket a kérdések típusai. Azonban – mivel a gyakorlatnak megfelelően másodsorra is ugyanazon kérdéstípusok szerepeltek - másodsorra már minden pénzügy számvitel szakos elérte a kívánt eredményt. (Kivéve a két angolai.) A kereskedelem és marketing szakosok ugyan nem, de náluk ez nem is volt vizsgára bocsátási kritérium.

Az Akriel és Mateking lehetőségekkel kapcsolatosan tapasztalatunk volt, hogy a hallgatók örültek az ingyenességnek, szimpatikus volt számukra mindkét alkalmazás. Eleinte használták is őket, de mivel a későbbiekben ezeknek nem volt számonkérése, (már nem kellett a szintfelmérőt ismételniük sem), nem használták őket rendszeresen.

Az Excel fontosságát elfogadták ugyan a hallgatók, de előképzettségüktől, Excelhez fűződő viszonyuktól függően élvezték vagy nem szerették és voltak sikeresek vagy sikertelenek benne.

A klasszikus matematikai programcsomagok (Matlab, Maple, Mathematica) használatát mellőztük. Ennek oka egyrészt magas árak, melyet nem főként úgy értünk, hogy egyetemünk számára drága, hanem hogy az egyetemet elhagyva hallgatóink számára elérhetetlenné válik, ami előnytelen. Másrészt nem matematikusokat képzünk, számukra a gazdasági életben használt Excel vagy az ingyenesen elérhető online kalkulátorok, programok használatának készsége fontosabb, mint a matematikai programoké.

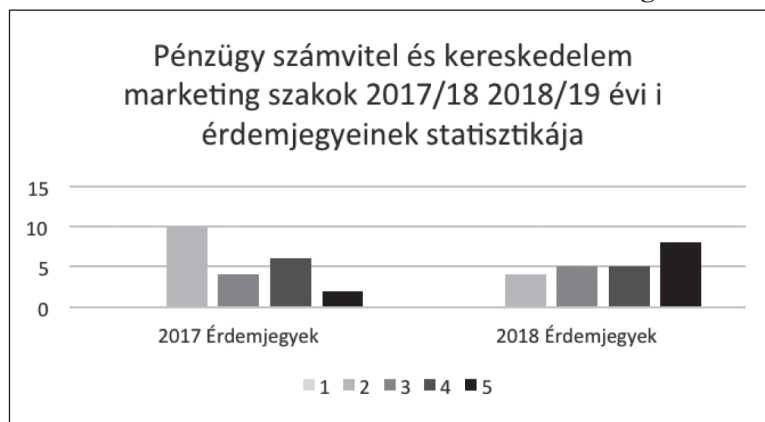
A nemcsak ingyenes, de szabad forráskódú, osztrák eredetű, és számos magyar kutató által jelenleg is fejlesztett Geogebra programot évek óta használjuk az oktatásban, mivel évek óta működik Geogebra Intézetünk. A használat mikéntjének részletezése szétfeszítené ezen publikáció kereteit. Ebben a témában számos publikáció született.^{27, 28} Azonban sok esetben az online kalkulátorok „többet tudnak”, a feladatokra relevánsabb válaszokat adnak. Pl. függvény vizsgálatnál a Geogebra csak a függvény grafikonját szolgáltatja, míg az online kalkulátorok a teljes függvény vizsgálati lépéseket is részletezik – ugyan angolul, de azok eredményeit tudták értelmezni, hasznosítani a hallgatók. Ezt, hogy hallgatóink képesek voltak online kalkulátorokat használni, nagy eredménynek, sikernek ítéljük. Ezzel példát adtunk számukra, megtapasztalhatták, hogy (alacsony) nyelvtudásuk (mégis) elégséges az internet, a számítógép, matematikai példa megoldásra történő használatára! A csoportokban az angolul tudók felértékelődtek, ami reméljük pozitív tendenciát okoz majd a nyelvtanulásban, nyelvhasználatban. Néhány hallgató projektünk keretében, témánként összegyűjtötte a releváns online kalkulátorokat, mely gyűjtemény elérhető egyetemünk honlapján!

Az előre is aggályosnak látszó kooperativitás sajnos - a körütekintő tervezés ellenére is - ténylegesen problémásnak bizonyult. Sikeres eleme volt a kooperatív előadási technika. (Az előadáshoz kapcsolódó kérdések óra végi megválaszolása.) Azonban a számítógépes matematika órára tervezett „csak minden résztvevő aktivitásának esetén befejezhető csoport feladat” tervek nem bizonyultak megvalósíthatónak. Tervünk az volt, hogy a számítógépes matematika órán a csoport egyik tagjának kézi számítással, a másikkal Excellel, a harmadikkal Geogebra-val a negyediknek online kalkulátorral kell majd megoldani ugyanazon feladatot. A gyakorlatban rájöttünk, hogy nem lehet minden típusú feladatot minden technikával megoldani. Kézi számításhoz egyszerűnek, (pl. kerek számokkal operálónak) kell lennie a feladatnak. Ha csak olyat adunk nem lát a hallgató példát bonyolultabbra, speciális esetekre. A házi feladatokban – még a mentorok segítségével - sem tudtuk ellenőrizni mely részfeladat kinek a munkája volt. Az „igavonók” megcsinálták „potyautas” társaik feladatait is - majd panaszkodtak rájuk. Ha a „potyautasok” nem aktivizálták magukat, akkor a csoport nem adta be a feladatot. Elsősők révén és az irányított, inhomogén csoportok okán, fizikai okokból, (máshol laktak más-

felé jártak a csoporttagok) főként a facebook-on tartották a kapcsolatot. Kivétel néhány anti-kommunikatív társukat, aki nem is volt hajlandó se facebook-ot használni, se a csoport munkában részt venni. Volt, aki egyénileg, függetlenül a csoporttól beadta a csoportos házi feladatot! Amikor végre rájöttek, hogy főként a házi feladatokra kapják csoporttagok a gyakorlati jegyet akkor gyorsan pótolták a feladatokat, de az esetek többségében az egyéni teljesítmény itt is rejtve maradt. Az alacsony sikerszintet nemcsak a hallgatók, de az oktató kooperatív technikák alkalmazásának rutintalanságában, félévközi túlterheltségében a hallgatók tudásának, helyzetének jelentős inhomogenitásában is látjuk. Matematikát emelt szinten tanult, vagy felsőfokú szakképzését éppen befejező szorgalmas diákok mellett egy (a modul rendszer miatt a számítógépes matematikát visszahallgató, de a Kalkulus tárgyra nem járó) felsőbb éves hallgató, valamint korábban érettségizett, matematikából gyenge, továbbá két, (az oktatásba 3 héttel később becsatlakozó, csak egy évig magyarul tanuló, de a matematikai szakszavakat alig ismerő) angolai diák is részt vett a kísérletben. Ezek mellett egyéni tanrendes, pl. sportolók is voltak. Hátrányt jelentett az is, hogy felkért szakértőnknek nem volt a matematika kooperatív oktatásának területén gyakorlata – mivel nem szakterülete a matematika.

Hallgatóink felév végi kalkulus jegyeit összehasonlítottuk a megelőző évi kalkulus jegyekkel.

7. ábra A 2017-es és 2018-as évek kalkulus jegyeinek összehasonlítása a pénzügy, számvitel illetve a kereskedelem és marketing szakok tekintetében.
Figure 7. Comparison of the marks with the previous year's one for students of Finance and Commerce and Marketing



Megállapítható, hogy egyértelműen, szignifikánsan jobb eredmények születtek.²⁹ 7. ábra. A 2017-ben az érdemjegyek átlaga 3.00 volt 1,07-es szórással 3-as medián értékkel, míg 2018-ban 3,77 1,15-ös szórással és 4-es medián értékkel. Az oktató személye részben azonos volt, a módszertanban volt eltérés. A hallgatók előképzettsége is, - melyet a szintfelmérőkkel mértünk - hasonló volt.

A legpozitívabb tapasztalatot a szorgalmi feladatokkal szereztük. Kísérletünkkel nemcsak a matematika oktatását kívántuk hatékonyabbá tenni, hanem hallgatóink mentalitását, probléma megoldáshoz, új feladatokhoz kihívásokhoz való hozzáállását módosítani. Valljuk, hogy a jelenlegi információkhoz való gyors és könnyű hozzáférést biztosító környezetben a legfontosabb képesség az újra való nyitottság, az önbizalom ahhoz, hogy egy új feladat megoldásához hozzá merjen valaki fogni. Ezt éreztük a szorgalmi feladatok megoldásánál, melyen több esetben nem a klasszikus értelemben vett matematikai feladatok voltak. Úgy gondoljuk kurzusunk éppen ezen a könnyen megfogalmazható, de nehezen aprópénzre váltható, kivitelezhető, fejleszhető képesség területen jelentett jelentős előrelépést a hallgatók életében! Ez volt egyik fő célunk. Az internet által szolgáltatott információkhoz, megoldásokhoz történő kritikus hozzáállás kialakítása. Erre hozzuk példaként hallgatóink megjegyzését, aki megállapították, hogy „egy kalkulátor eredménye nem eredmény”! Rászoktak arra, hogy legalább kettővel, vagy két technikával oldjanak meg egy problémát, és csak ha összecseng a két eredmény, akkor fogadják el! Ezáltal az algoritmusok korlátosságának tulajdonságára tudtunk indirekt módon rávezetni őket!

Megállapíthatjuk, hogy szükséges, hasznos és eredményes egyetemi oktatást is didaktikailag megtervezni, az új módszertant és technikákat alkalmazni.

E többes rendszer, az előadás, a példamegoldás bemutatása, a házi feladatok, azok programmal, online kalkulátorral történő ellenőrzésének lehetősége, majd órán történő megbeszélése, mely kiegészülhetett a Moodle-ba feltöltött anyagok, online kurzusok, intelligens gyakoroltató, videók tanulmányozásával olyan teljes eszköztárat ad a hallgatók kezébe, hogy a minimális előképzettséggel rendelkezők is jó jeggyel tudják abszolválni a kurzust.

A kurzus és a projekt járulékos haszna volt, hogy intézetünk még nyitottabbá vált a hallgatók számára szervezett játékos, fél-szakmai programok szervezésére.³⁰

6. Összefoglalás

Pilot kurzusunk egyértelműen nagy tapasztalatot jelentett intézetünknek, intézményünknek. Az irodalomkutatásban megismertük a hazai statisztikákat, jogykorlatokat, a kurzustervezésben az elérhető technikákat, eszközöket. Az oktató a projekt által felbátorítva érezte magát ezen új eszközök (pl. online kalkulátorok) oktatásba történő bevonására. Erre más hazai felsőoktatási intézményben még nem láttunk (publikált) példát. Ezekhez a számonkérés még részletesebb kidolgozása további kihívás számunkra, de azt gondoljuk a szakma számára is.

Mivel a kísérlet nagyon kicsi csoporttal, kontrolcsoport nélkül zajlott, így szignifikáns összehasonlító vizsgálatra nem volt lehetőség. A projekt azonban lehetőséget jelentett innovatív oktatási technikák kipróbálására, nagyobb létszámú, kisebb csoportokra osztható létszámmal dolgozhattunk, heti 7 órában. Azt gondoljuk ez az az óra keret, mely a kitűzött mentalitásváltoztatás, a számítógép és az internet – angol nyelven is történő – használatának gyakorlatát elősegíti. Ezesetben marad

idő arra, hogy ne csak száraz matematikai módszereket oktassunk – mely szükséges, de nem elégséges – hanem a problémamegoldást, önálló gondolkodást is gyakoroltathassuk hallgatóinkkal.

Ezen a területen valós tapasztalatokat szerezhettünk, mely publikációnk terjedelméből is láthatóan úgy érezzük sokoldalú, jelentős.

JEGYZETEK/ NOTES

1. Györfyné Kukoda, A. (2012). Gyerek vagy felnőtt az egyetemi hallgató? Pedagógus vagy andragógus legyen a felsőoktató?. *Iskolakultúra*, 12(11), 48-56. 64. oldal
2. Végh, Á. (2012). A matematika tárgy hallgatói eredményei és a számonkérési rendszer értékelése. In P. Tóth, & J. Duchon (Szerk.). *Kutatások és innovatív megoldások a szakképzésben és a szakmai tanárképzésben*, old.: pp. 152.-161. II. Trefort Ágoston Szakmai Tanárképzési Konferencia Tanulmánykötet. ISBN-978-615-5018-39-8. Letöltés dátuma: 2019. 10 29, 152. oldal. Forrás: http://trefort.tmpk.uni-obuda.hu/sites/default/files/Toth_Peter-Duchon_Jeno-Kutatasok.es_innovativ.megoldasok.a_szakkepzesben.es_a_szakmai.tanarkepzesben.pdf#page=157
3. Végh, Á. (2013). Közgazdász hallgatók matematikai ismereteinek felmérése. In P. Tóth (Szerk.), *Empirikus kutatások a szakmai pedagógusképzésben*, old.: pp. 159-177. , 19 p. Székesfehérvár.
4. Klingné Takács, A. (2013). A matematikai analízis alapjainak és alkalmazásainak számítógéppel segített oktatása a Kaposvári Egyetemen. Egyetemi Doktori (PhD) értekezés, Matematika és Számítástudományok Doktori Iskola Debrecen, Debrecen. 21. oldal
5. Erdélyi, É., & Végh, Á. (dátum nélk.). Nehéz, vagy nem nehéz, esetleg egyre nehezebb a matematika a gazdasági képzésen, és miért., III. Kárpát-medencei Oktatási Konferencia. Nagyvárad, június.
6. Arató, F. (Szerk.). (2011). *Kooperatív tanulászervezés a felsőoktatásban*. Pécs: PTE BTK.
7. Arató, F. (2015). Deconstructing exclusion: a post-structuralist approach to inclusion. In: F.
8. Arató, F., & Varga, A. (2008). *Együtt – tanulók kézikönyve.*, (Z. Kerber, Szerk.) Budapest: Educatio Társadalmi Szolgáltató Közhasznú Társaság
9. Slavin, Robert E. *Education for all*. CRC Press, 1996. ISBN 9026514727. – ISBN 9026514735 16. oldal
10. Slavin, R. E., & Cooper, R. (1999). Improving intergroup relations: Lessons learned from cooperative learning programs. *Journal of Social Issues*, 22(5/6), 1725-1729.
11. Slavin, R. E., Leavey, M. B., & Madden, N. A. (1984). Combining cooperative learning and individualized instruction: Effects on student mathematics achievement, attitudes, and behaviors. *The Elementary School Journal*, 84(4), 409-422.
12. Stevens, R., Madden, N., Slavin, R., & Famish, A. (1987). Cooperative integrated reading and composition: Two field experiments. *Reading Research Quarterly*, 22. Volume,, pp. 443-445.

13. Slavin, R. E., Leavey, M. B., & Madden, N. A. (1984). Combining cooperative learning and individualized instruction: Effects on student mathematics achievement, attitudes, and behaviors. *The Elementary School Journal*, 84(4), 409-422.
14. Aronson, E., Blaney, N., Stephan, C., Sikes, J., & Snapp, M. (1978). *The jigsaw classroom*. Beverly Hills CA: Sage Publication.
15. Davidson, N. (1990). *Cooperative Learning in Mathematics: A Handbook for Teachers*. 2725 Sand Hill Rd. Menlo Park CA 94025: Addison-Wesley Publishing Company, Inc., Addison-Wesley Innovative Division.
16. Bernáth, L. (2017). *Tanulás és emlékezés (Pedagógusok pszichológiai kézikönyve. kötet)*. (É. Szabó, & K. Kollár, szerk.) Budapest: Usiris Kiadó.
17. Klingné Takács, A. (2010). Why and for what are excel and geogebra used in teaching calculus?, (old.: pp. 81 - 86). Forrás: file:///D:/2019/Publikációk/Gulyás%20konferencia/Hivatkozashoz/2010-0019_11_kotet_ecs_szendro-soos_proceedings.pdf
18. Akriel. (2019). Letöltés dátuma: 2019. 03 01, forrás: <https://akriel.io/hu-HU/learn>
19. IXL Math Online matematikai gyakoroltató. Óvodától a Prekalkulus szintig. A haszná válásait ellenőrzi. <https://www.ixl.com/math/>
20. Mateking. (2018). Letöltés dátuma: 2019. 01. 08, forrás: www.mateking.hu
21. Khan Academy MOOC (Massive Open Online Course) online kurzus szolgáltató Letöltés dátuma: 2019. 01. 08, forrás: <https://www.khanacademy.org/>
22. Photomath, kamerás matematikai feladatmegoldó applikáció. Letöltés dátuma: 2019. 01. 08, forrás: <https://www.photomath.net/en/>
23. Stettner, E., & Klingné Takács, A. (2014). *Analízis lépésről lépésre interaktív tanyag*. Letöltés dátuma: 2019. 03 01, forrás: <https://docplayer.hu/15142316-Analízis-lepesrol-lepesre.html>
24. Klingné Takács, A. (2013). *A matematikai analízis alapjainak és alkalmazásainak számítógéppel segített oktatása a Kaposvári Egyetemen*. Egyetemi Doktori (PhD) értekezés, Matematika és Számítástudományok Doktori Iskola Debrecen, Debrecen.
25. A szerző itt különlegességgént meg kívánja jegyezni, hogy éppen ezen bemutatókor érkezett a helyi média az órára, így ez regionális publicitást is kapott!
26. Klingné Takács, A. (2013). *A matematikai analízis alapjainak és alkalmazásainak számítógéppel segített oktatása a Kaposvári Egyetemen*. Egyetemi Doktori (PhD) értekezés, Matematika és Számítástudományok Doktori Iskola Debrecen, Debrecen.
27. Klingné Takács, A. (2010). Why and for what are excel and geogebra used in teaching calculus?, (old.: pp. 81 - 86). Forrás: file:///D:/2019/Publikációk/Gulyás%20konferencia/Hivatkozashoz/2010-0019_11_kotet_ecs_szendro-soos_proceedings.pdf
28. Klingné Takács, A. (2013). *Maple or geogebra education of calculus?* In K. Szendrő, & M. Soós (Szerk.), *Proceedings of the 4th International Conference of Economic Sciences*, old.: pp. 81-86. Kaposvár. Forrás: https://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop422b/2010-0019_11_kotet_ecs_szendro-soos_proceedings/szendro-soos_proceedings_498_498.html
29. Az egyetemi gólyatáborban felsőbb éves hallgatókkal játékos matematikai kvízt szerveztünk, ahol Akriel és Mateking „kódokat” ingyenes használati jogot nyerhettek a csapatok, egyének. Ezáltal ezen alkalmazásoknak is szélesebb publicitást tudtunk

adni mivel nemcsak kalkulus csoportjaink, de az egész egyetem hallgatói vettek részt ebben. Azt gondoljuk céljaink megvalósításban ezen nem órai keretek között zajló rendezvények is fontosak.

30. A 2019-es évben nem jött létre a pilot kurzusban tapasztalt mentalitás változás, melyet meglátásunk szerint az alacsonyabb óraszám okozott, ugyanis ebben az évben nem választották a kereskedelem és marketing szakos hallgatók a számítógépes matematika tárgyat.

FELHASZNÁLT IRODALOM / REFERENCES

- Akriel. (2019). Letöltés dátuma: 2019. 01 09., forrás: <https://akriel.io/hu-HU/learn>
- Arató, F. (Szerk.). (2011). Kooperatív tanulás szervezése a felsőoktatásban. Pécs: PTE BTK.
- Arató, F. (2015). Deconstructing exclusion: a post-structuralist approach to inclusion. In: F. Arató, F., & Varga, A. (2008). Együtt – tanulók kézikönyve., (Z. Kerber, Szerk.) Budapest: Educatio Társadalmi Szolgáltató Közhasznú Társaság.
- Aronson, E., Blaney, N., Stephan, C., Sikes, J., & Snapp, M. (1978). The jigsaw classroom. Beverly Hills CA: Sage Publication.
- Bernáth, L. (2017). Tanulás és emlékezés (Pedagógusok pszichológiai kézikönyve. kötet). (É. Szabó, & K. Kollár, szerk.) Budapest: Usiris Kiadó.
- Davidson, N. (1990). Cooperative Learning in Mathematics: A Handbook for Teachers. 2725 Sand Hill Rd. Menlo Park CA 94025: Addison-Wesley Publishing Company, Inc., Addison-Wesley Innovative Division.
- Erdélyi, É., & Végh, Á. (dátum nélk.). Nehéz, vagy nem nehéz, esetleg egyre nehezebb a matematika a gazdasági képzésen, és miért., III. Kárpát-medencei Oktatási Konferencia. Nagyvárad, június.
- Györfyné Kukoda, A. (2012). Gyerek vagy felnőtt az egyetemi hallgató? Pedagógus vagy andragógus legyen a felsőoktató?. Iskolakultúra, 12(11), 48-56.
- A SJE Nemzetközi Tudományos Konferenciája – Medzinárodná vedecká konferencia UJS
- Hricova, D., & Pcolinska, L. (2016). Is there a relationship between knowledge and communication competences of students? In M. Flégl, M. Houška, & I. Krejčí (Szerk.), Czech University of Life Sciences Prague. Proceedings of the 13th International Conference Efficiency and Responsibility in Education, old.: 211-219. Prague Czech Republic: Proceedings of the 13th International Conference Efficiency and Responsibility in Education. Letöltés dátuma: 2019. 03 01, forrás: <file:///D:/2019/Publikációk/ERIE/Régebbi%20anyagok/erie-2016.pdf>
- IXL Math online matematika gyakoroltató <https://www.ixl.com/math/>
- Jármai, M. E., & Végh, Á. (2018). Neveljen-e vagy oktasson az egyetemi oktató., III. Kárpát-medencei Oktatási Konferencia. Nagyvárad.
- Ágnes, JÁRMAI Erzsébet Mária-VÉGH. "Motivációról a felsőoktatásban–az oktatói és tanulási motiváció kapcsolata."
- Khan Academy MOOC (Massive Open Online Course) online kurzus szolgáltató Letöltés dátuma: 2019. 01. 08, forrás: <https://www.khanacademy.org/>

- Klingné Takács, A. (2013). A matematikai analízis alapjainak és alkalmazásainak számítógéppel segített oktatása a Kaposvári Egyetemen. Egyetemi Doktori (PhD) értekezés, Matematika és Számítástudományok Doktori Iskola Debrecen, . Debrecen.
- Klingné Takács, A. (2010). Why and for what are excel and geogebra used in teaching calculus?, (old.: pp. 81 - 86). Forrás: file:///D:/2019/Publikációk/Gulyás%20konferencia/Hivatkozashoz/2010-0019_11_kotet_ecs_szendro-soos_proceedings.pdf
- Klingné Takács, A. (2013). Maple or geogebra education of calculus? In K. Szendrő , & M. Soós (Szerk.), Proceedings of the 4th International Conference of Economic Sciences, old.: pp. 81-86. Kaposvár. Forrás: https://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop422b/2010-0019_11_kotet_ecs_szendro-soos_proceedings/szendro-soos_proceedings_498_498.html
- Mateking. (2018). Letöltés dátuma: 2019. 01. 08, forrás: www.mateking.hu
- Photomath, kamerás matematikai feladatmegoldó applikáció. Letöltés dátuma: 2019. 01. 08, forrás: <https://www.photomath.net/en/>
- Šánová, P., Kvasničková-Stanislavská, L., Kvasnička, R., & Laputková, A. (2018). Utilization and Effectiveness of LMS Moodle Tools in selected Study Programme. In J. Fejfar, M. Fejfarová, M. Flégl, M. Houška, J. Husák, I. Krejč, & H. Urbancová (Szerk.). 2018, old.: 387-393. Prague Czech Republic: Proceedings of the 15th International Conference Efficiency and Responsibility in Education,.
- Slavin, R. E., & Cooper, R. (1999). Improving intergroup relations: Lessons learned from cooperative learning programs. *Journal of Social Issues*, 22(5/6), 1725-1729.
- Slavin, R. E., Leavey, M. B., & Madden, N. A. (1984). Combining cooperative learning and individualized instruction: Effects on student mathematics achievement, attitudes, and behaviors. *The Elementary School Journal*, 84(4), 409-422.
- Stettner, E., & Klingné Takács, A. (2014). Analízis lépésről lépésre interaktív anyag. Letöltés dátuma: 2019. 03 01, forrás: <https://docplayer.hu/15142316-Analízis-lepesrol-lepesre.html>
- Stevens, R., Madden, N., Slavin, R., & Famish, A. (1987). Cooperative integrated reading and composition: Two field experiments. *Reading Research Quarterly*, 22. Volume, pp. 443-445.
- Végh, Á. (2012). A matematika tárgy hallgatói eredményei és a számonkérési rendszer értékelése. In P. Tóth, & J. Duchon (Szerk.). *Kutatások és innovatív megoldások a szakképzésben és a szakmai tanárképzésben*, old.: pp. 152.-161. II. Trefort Ágoston Szakmai Tanárképzési Konferencia Tanulmánykötet. ISBN-978-615-5018-39-8. Letöltés dátuma: 2019.. 10 29, forrás: http://trefort.tmpk.uni-obuda.hu/sites/default/files/Toth_Peter-Duchon_Jeno-Kutatasok.es_innovativ.megoldasok.a.szakkepzesben.es_.a.szakmai.tanarkepzesben.pdf#page=157
- Végh, Á. (2013). Közgazdász hallgatók matematikai ismereteinek felmérése. In P. Tóth (Szerk.), *Empirikus kutatások a szakmai pedagógusképzésben*, old.: pp. 159-177., 19 p. Székesfehérvár.