

## Žaidimu pagrįstas mokymosi projektas – sekų ribos skaičiavimas naudojant didaktinį žaidimą „LimStorm“

### Szilágyi Szilvia

*Miškolco universitetas, Matematikos institutas, Analizės katedra, Vengrija; doc. dr.*

*University of Miskolc, Institute of Mathematics, Department of Analysis, Hungary; Associate Professor, Dr.*

matszisz@uni-miskolc.hu

### Körei Attila

*Miškolco universitetas, Matematikos institutas, Taikomosios matematikos katedra, Vengrija; doc. dr.*

*University of Miskolc, Institute of Mathematics, Department of Applied Mathematics, Hungary; Associate Professor, Dr.*

matka@uni-miskolc.hu

### Török Zsuzsanna

*Miškolco universitetas, Antropologijos ir filosofijos mokslų institutas, Kultūros ir vizualinės antropologijos katedra, Vengrija; asist. lekt.*

*University of Miskolc, Institute of Anthropology and Philosophical Sciences, Department of Cultural and Visual Anthropology, Hungary; Assistant Lecturer*

boltorok@uni-miskolc.hu

### Vaičiulytė Ingrida

*Šiaulių valstybinė kolegija, Inžinerijos mokslų katedra; Verslo ir technologijų fakulteto dekanė, doc. dr.*

*Šiaulių valstybinė kolegija / Šiauliai State Higher Education Institution, Department of Engineering Sciences, Lithuania; Dean of Faculty of Business and Technology, Associate Professor, Dr.*

i.vaiciulyte@svako.lt

### Anotacija

Realiųjų skaičių sekos, konvergavimo ir ribos sąvokos pristatomos visiems inžinerijos ir informatikos studentams pirmojo semestro matematinės analizės kurse. Žaidybiniai mokymo metodai, kurie pasirodė veiksmingi motyvuojant Z kartos studentus, yra galinga parama siekiant išlaikyti studentų dėmesį ir susidomėjimą. Remiantis žaidimais grindžiamo mokymosi privalumais, yra sukurtas kortų žaidimas „LimStorm“, kuris skirtas 4-10 studentų grupėms praktiškai išmokti svarbias realiųjų skaičių sekų ribas. Šiame straipsnyje apibendrinta dviejų metų bandomojo etapo empirinė patirtis ir ištirtas žaidimo eksperimento veiksmingumas.

**Reikšminiai žodžiai:** žaidimais pagrįstas mokymasis, didaktinis žaidimas, aktyvaus mokymosi metodai, sekos riba, kortų žaidimai.

## A Game-based Learning Project – Calculating Limit of Sequences with the Didactic Game LimStorm

### Summary

The concepts of real number sequence, convergence and limit are introduced to all engineering and computer science students in their first semester mathematical analysis course. Game-based teaching methods that have proven to be effective in motivating Generation Z students are a powerful support to keep students' attention and interest. Building on the advantages of game-based learning, we developed a card game called LimStorm, which was designed to practice the important limits of real number sequences for groups of 4-10 students. In this paper we summarise our empirical experience from the two-year pilot phase.

**Keywords:** game-based learning, didactic game, active learning methods, limit of the sequence, card games.

## **Įvadas**

*Tyrimo aktualumas ir problematika.* Matematinės analizės kursas yra vienas iš pagrindinių dalykų visose akredituotose Vengrijos Miškolco universiteto ir Šiaulių valstybinės kolegijos inžinerijos bei IT studijų programose. Visi pirmo kurso studentai studijų pradžioje susiduria su realiųjų skaičių sekų, konvergavimo ir ribos sąvokomis. Konvergencijos ir ribos sąvokos yra esminės matematinėje analizėje. Žinant sekų ribą, galima įvesti funkcijos tolydumo ir ribos apibrėžtį. Pastaroji sąvoka taip pat yra diferencialinio skaičiavimo, kuris turi daugybę galimų pritaikymų, pagrindas. Diferencialinis skaičiavimas – tai ne tik sudėtingi matematiniai ar fizikiniai uždaviniai, bet ir praktinių problemų sprendimas inžinerijos ar ekonomikos srityse. Skaitinę analizę ir optimizavimą daugiausia sudaro iteracijų procedūros, kuriose taikomo metodo sėkmė priklauso nuo sukurtų sekų konvergavimo. Šie pavyzdžiai pabrėžia, kad labai svarbu, jog studentas suprastų ribos sąvoką, mokant matematikos aukštojo mokslo lygmeniu. Neatsitiktinai ribos sąvokos mokymas ir mokymasis jau seniai yra svarbi ir įdomi mokslinių tyrimų tema. Sunkumai, su kuriais susiduriama mokantis ir dėstant ribas, ir jų priežastys aptariami [1-4] darbuose. Šiuose straipsniuose pristatomi didaktiniai metodai ir priemonės, kurias galima naudoti mokant ir iliustruojant šią sąvoką. [5-7] šaltiniuose galima rasti žaidybinių ir žaidimais pagrįstų mokymosi metodų taikymo pavyzdžių. Jei į ugdymo procesą integruojama skaitmeninio ar tradicinio žaidimo versija, galima kalbėti apie žaidimais grindžiamą mokymąsi, o viso kurso pertvarkymas remiantis žaidimu laikomas žaidybinimu. Tačiau studijuojant literatūrą pastebėta, kad daugumos žaidimais grindžiamo mokymosi metodų dėmesio centre yra didaktiniai žaidimai, kuriuose naudojamos informacinės komunikacinės technologijos, nors žaidybinimas ir žaidimais grindžiamas mokymasis nepriklauso nuo skaitmeninių technologijų.

Jau įrodyta, kad žaidybinių priemonių gali būti veiksmingos siekiant išlaikyti studentų dėmesį ir susidomėjimą ilguoju laikotarpiu [8], tačiau žinomi ir jų perteklinio naudojimo trūkumai [9]. Taip pat žinoma, kad vienas iš pagrindinių Z kartos studentų motyvavimo veiksnių – leisti jiems žaisti. Apskritai Z kartos studentai yra linkę prastai toleruoti pasyvų mokymąsi. Sudarius sąlygas aktyviai mokytis, jų rezultatai žymiai pagerėja [10, 11]. Į mokymo procesą įtraukus žaidimais pagrįstus mokymosi metodus, galima sustiprinti aktyvaus mokymosi etapą. Šiam tikslui puikiai tinka specialiai dalyko turiniui sukurti didaktiniai žaidimai, nes juos galima pakartotinai naudoti mokymosi, praktikos, testavimo ir vertinimo etapuose [12, 13]. Daugelį gerai žinomų žaidimų galima integruoti į įvairius ugdymo segmentus beveik be pakeitimų. Didaktinės priemonės, pavyzdžiui, kortų žaidimai, kuriems nereikia ilgai ruoštis, o jų taisyklės yra lengvai išmokstamos, užtikrina greitą, dinamišką žaidimą ir suteikia įdomių galimybių mokytis ir pramogauti tiek skaitmeninėse, tiek tradicinėse platformose. Patirtis parodė, kad mokymo derinimas su žaidimais gali ne tik perteikti ir praktiškai pritaikyti dalyko turinį, bet ir veiksmingai pagerinti loginį mąstymą, atmintį, uždavinių supratimo ir sprendimo įgūdžius, koncentraciją, veiksmingą laiko valdymą ir gebėjimą dirbti grupėje [14]. Specifiniai didaktiniai žaidimai skirti konkrečiai mokymosi medžiagai, todėl juos galima tikslingai naudoti žinioms ir patirčiai gilinti. Žaidimų, kuriuos galima pritaikyti matematinės analizės temoms, kūrimas yra svarbus, nes šioje srityje trūksta priemonių, padedančių žaisti ir mokytis žaidimais [15].

*Tyrimo tikslas:* ištirti dviejų projekto „LimStorm“ metų rezultatus ir šio žaidimo eksperimento veiksmingumą.

*Tyrimo metodika.* Realiųjų skaičių sekų ribų pratyboms suprojektuotas ir sukurtas didaktinis kortų žaidimas „LimStorm“, aprašytas [13] ir [15] straipsniuose. Šiame darbe aprašytas dviejų metų tyrimas su pirmojo kurso Z kartos 4-10 studentų grupėmis, besimokančiomis Multimedijos technologijų, Programų sistemos, Informacinių sistemų technologijos, Verslo informatikos ir Kompiuterinio programavimo studijų programose Vengrijos Miškolco universitete bei Šiaulių valstybinėje kolegijoje studentams, studijuojantiems pagal Erasmus+ mobilumo programą, ir ištirtas žaidimo eksperimento veiksmingumas.

## **Projekto „LimStorm“ etapai**

Žaidimo idėja gimė 2019 m. pavasarį. Pirmojo projekto etapo metu, 2019 m. vasarą, sukurta Java programa, skirta kortų kaladei generuoti, kuri leidžia į pagrindinio 110 kortų rinkinio kortas LaTeX

formatu įrašyti 40 skirtingų ribų ir išsaugoti kortas spausdintinu pavidalu. Į programinę įrangą integruotas LaTeX redaktorius, kad būtų galima pateikti kortelių lapus, kuriuose būtų rodomos matematinės formulės. LaTeX redaktorius taip pat leidžia lengvai modifikuoti pradinę kortų kaladę ir suteikia galimybę sukurti papildomas kortas ar net visiškai naują kortų kaladę.

Pagrindines kortas galima redaguoti, o kortų veiksmų keisti neleidžiama, nes jų tiesiog nereikia keisti. Programos kūrimas užima daug laiko, tačiau platformos sukūrimas naudingas tuo, kad leidžia kurti tiek kortų rinkinių, kiek pageidaujama, nes didaktiniuose žaidimuose labai svarbu užtikrinti diferencijavimo galimybę. Tai tampa įmanoma, jei kaladę galima bet kada iš naujo perredaguoti, t. y. galima keisti tam tikrų kortų ribas. Pirmoji bandomoji kaladė atspausdinta 2019 m. spalio mėnesį (žr. 1 pav.), jos pagalba buvo išgrynintos žaidimo taisyklės.



**1 pav.** „LimStorm“ kortų kaladė

Vykstant išankstiniam testavimui, kai kurios kortos buvo pakeistos ir įtrauktos naujos veiksmų kortos. Pavyzdžiui, išankstinio testavimo etape į kaladę pateko daugiafunkcinė „Keturlapio dobilo“ kortelė. Ja galima žaisti norint inicijuoti žiedinį kortų apsikeitimą arba pakeisti žaidimo kryptį, ji gali būti naudojama kaip spalvos prašymo kortelė. Dabartinę formą kaladė įgavo 2020 m. pavasarį.

Antrasis projekto etapas – kortų kaladės testavimas klasės aplinkoje. Realiųjų skaičių sekų ribos yra įtrauktos į pirmojo semestro mokymo programą, todėl pirmieji bandymai suplanuoti 2020 m. rudenį – spalio mėnesį Miškolco universitete ir lapkričio mėnesį Šiaulių valstybinėje kolegijoje studentams, studijuojantiems pagal Erasmus+ mobilumo programą. 2020 m. rugsėjo mėn. COVID-19 situacija leido vykdyti mokymus Miškolco universitete kontaktiniu būdu, todėl į projektą buvo įtraukti 28 studentai, o lapkričio mėn. planuoti užsiėmimai su Lietuvos studentais dėl paskelbto karantino neįvyko. Po metų, 2021 m. rudenį, užsiėmimai vyko su 35 Vengrijos ir 24 Lietuvos studentais. Iš viso per bandomąjį laikotarpį „LimStorm“ žaidimą žaidė ir mokėsi 87 dalyviai.

Veiksmingumui įvertinti buvo naudojami du testai. Kiekvienas dalyvis rašė popierinius testus – vieną prieš žaidimą ir vieną iš karto po jo. Testų rezultatai apibendrinti trečiajame projekto etape.

### **Didaktinio žaidimo „LimStorm“ integravimas į ugdymo procesą**

Pirmojo semestro matematinės analizės kursuose sekų temai įprastai skiriamos trys kontaktinės akademinės valandos. Po to atliekamos praktinės užduotys. Bandymų metu realiųjų sekų riboms skaičiuoti ir svarbioms jų savybėms nagrinėti buvo skirti du dviejų valandų trukmės praktiniai užsiėmimai, iš kurių apie 30 minučių panaudota žaidimu pagrįstam mokymosi metodui įgyvendinti naudojant „LimStorm“ kortų kaladę. Studentai turėjo parašyti du testus savo žinioms įvertinti. Iš viso projektui įgyvendinti kiekvienai grupei skirta apie 60 minučių. Per pirmąjį praktinį užsiėmimą ir per pirmąją antrojo dviejų valandų trukmės užsiėmimo valandą taikyti tradiciniai praktikos metodai, siekiant supažindinti studentus su ribos sąvoka. Po to įvertintos jų žinios atliekant trumpą testą. Devynių klausimų testas suteikė galimybę apžvelgti dėmesio vertas ribas ir būtiną teorinį pagrindą. Didaktiniu požiūriu buvo svarbu kartu peržiūrėti atsakymus. Tai buvo kartu parengiamasis žaidimo

pristatymo etapas. Su „LimStorm“ kortų kalade studentai žaidė antrąją antrojo praktinio užsiėmimo valandą. Taisyklių paaiškinimas truko kelias minutes, todėl, kai tik buvo sudarytos heterogeniškos 4-10 žmonių grupės, žaidimas buvo pradėtas. Grupės ribojo tik dalyvių skaičius. Jei kortų žaidimas, kuriuo remiasi „LimStorm“, studentams nėra žinomas, verta sužaisti įvadinį žaidimą „Solo“. Tačiau galima pažymėti, kad per dvejus metus trukusį bandymų laikotarpį „Solo“ žaidimo neprireikė, nes tik nedidelė studentų dalis nebuvo susipažinusi su kokia nors šio žaidimo versija. Kiekvienu atveju su „LimStorm“ kalade sužaistos bent trys partijos, kurios užtrukdavo apie 30 minučių. „LimStorm“ žaidimas suteikė studentams galimybę pasipraktikuoti. Per pirmąją partiją į žaidimą įsitraukė ir dėstytojas, nes taip bet kokie neteisingi ribų skaičiavimo rezultatai būdavo iš karto ištaisomi. 2 pav. parodyta tokia partija, kurios žaidime dalyvavo šeši studentai ir dėstytojas. Vėlesniuose žaidimuose dėstytojas pasitraukė iš vadovo vaidmens ir grupės nariai patys vykdė kontrolę bei teikė grįžtamąjį ryšį. Žaidimo veiksmingumas įvertintas rašant baigiamąjį testą praktinės paskaitos pabaigoje.



2 pav. Žaidimas „LimStorm“ su studentais Šiaulių valstybinėje kolegijoje

### Bandymų rezultatų apibendrinimas

Atliktų bandymų rezultatai analizuoti internetinėje interaktyviojoje skaičiavimo aplinkoje „Jupyter Notebook“. Duomenims apdoroti sukurta 87 eilučių Excel skaičiuoklė kiekvienam iš dviejų testų. Visų trijų skaičiuoklių pirmajame stulpelyje nurodyti anoniminiai studentų identifikatoriai. Žinių lygiui matuoti sukurti paprasti testai su keliais atsakymų variantais, t. y. į kiekvieną klausimą reikia pateikti tik vieną teisingą atsakymą iš keturių variantų, kuris pildant testą užrašytas kaip tekstinė instrukcija teste, taip pat į jį buvo atkreiptas dėmesys žodžiu (žr. 3 pav.). Pirmojo ir antrojo testo atveju į matricą įrašomas 1, jei atsakymas buvo teisingas, ir 0, jei studentas pateikė neteisingą atsakymą.

## LimStorm Test

1

Answer the questions below. Write the correct answer in the rectangle.

1. Which one of the following sequences is divergent?

A  $\left\{ \frac{(1+n)(1-n)}{n^4+2} \right\}_{n=1}^{\infty}$

B  $\left\{ \frac{(1+n)(1-n)}{n^2+2} \right\}_{n=1}^{\infty}$

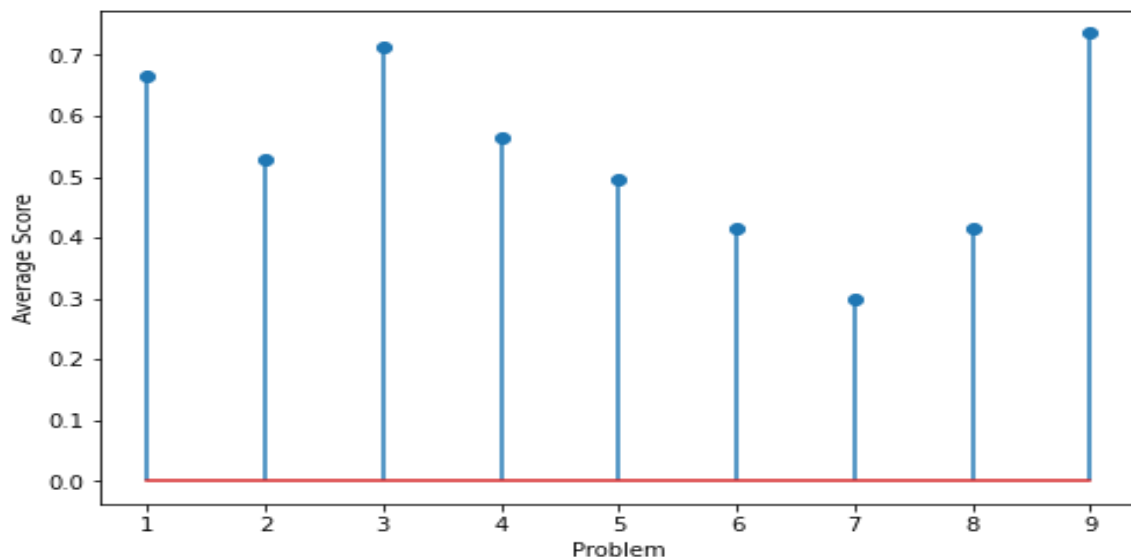
C  $\left\{ \frac{(1+n^2)(1-n)}{n+2} \right\}_{n=1}^{\infty}$

D  $\left\{ \frac{(1+n)(1-n)}{n+2n^2} \right\}_{n=1}^{\infty}$

3 pav. Pirmojo testo antraštė ir pirmasis uždavinys

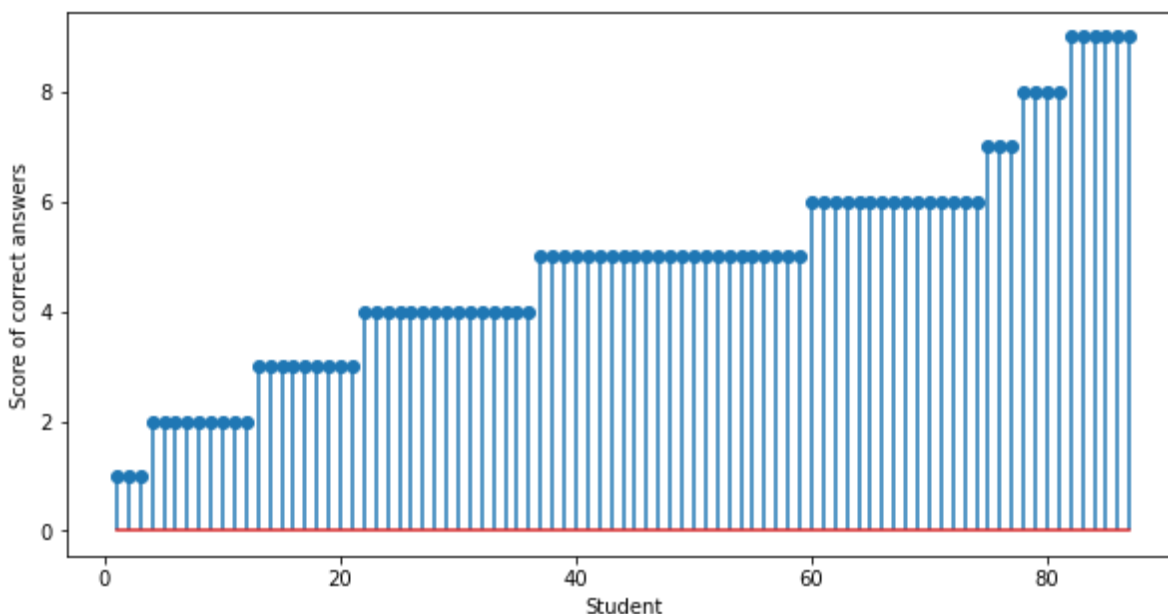
Lentelės buvo konvertuotos į .csv plėtinio failus, skirtus „Jupyter Notebook“.

Pirmąjį testą sudarė devyni klausimai. Studentai turėjo 15 minučių popieriniam testui atlikti. Vidutinis rezultatas buvo 4,83 taško, t. y. 53,64 proc. viso rezultato. Analizė parodė, kad dauguma studentų gerai atsakė į penkis iš devynių klausimų. Teisingų atsakymų skaičiaus pasiskirstymas parodytas 4 paveiksle. Visi studentai pateikė bent vieną teisingą atsakymą ir buvo nedaug studentų, kurie pateikė mažiau nei tris teisingus atsakymus. Šeši dalyviai surinko maksimalų balų skaičių.



**4 pav.** Teisingi atsakymai, pateikti per 1 testą

Analizuoti atsakymai, pateikti kiekvienai užduočiai, kurių rezultatai pavaizduoti 5 paveiksle. Daugiausia teisingų atsakymų gauta į 9 klausimą, o 7 klausimas buvo sunkiausias. Į 9 pratimą teisingai atsakė 73,56 % studentų, o į 7 teisingai atsakė tik 29,89 % studentų. Klausime Nr. 9 buvo prašoma nurodyti Eulerio skaičiaus ribą, o pirmasis atsakymas buvo pasirenkamas iš keturių galimų atsakymų, todėl nenuostabu, kad daugelis studentų sugebėjo teisingai atsakyti į šį klausimą. Tačiau į klausimą Nr. 7 teisingai atsakė tik tie, kurie buvo apskaičiavę visas keturias pateiktas ribas. Šis klausimas buvo akivaizdžiai sunkesnis. Klausime Nr. 3 iš keturių pateiktų sekų reikėjo pasirinkti nulinę seką, ir tai buvo nesudėtinga užduotis, atsižvelgiant į tai, kad studentai žino svarbias ribas. Dėl šios priežasties į 3 klausimą teisingai atsakė 71,26 % studentų, t. y. šiek tiek mažiau nei studentų, teisingai apskaičiavusių 9 klausimą.



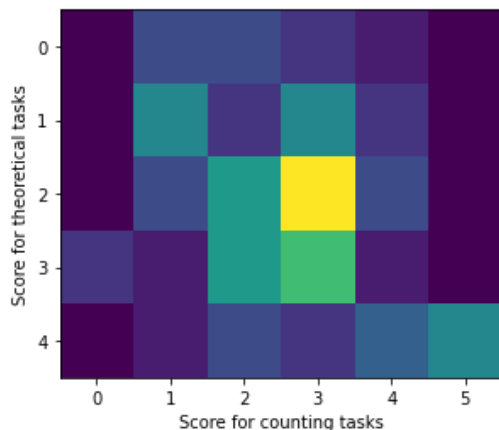
**5 pav.** Pasiektų vidutinių balų pasiskirstymas pagal 1 testo klausimus



Iš 5 pav. matyti, kad pusė dalyvių teisingai atsakė bent į šešis klausimus. Į penkis klausimus studentai galėjo atsakyti teisingai, jei apskaičiavo atsakymuose nurodytas ribas. Keturiuose užduotyse buvo tikrinamos su teorija susijusios žinios.

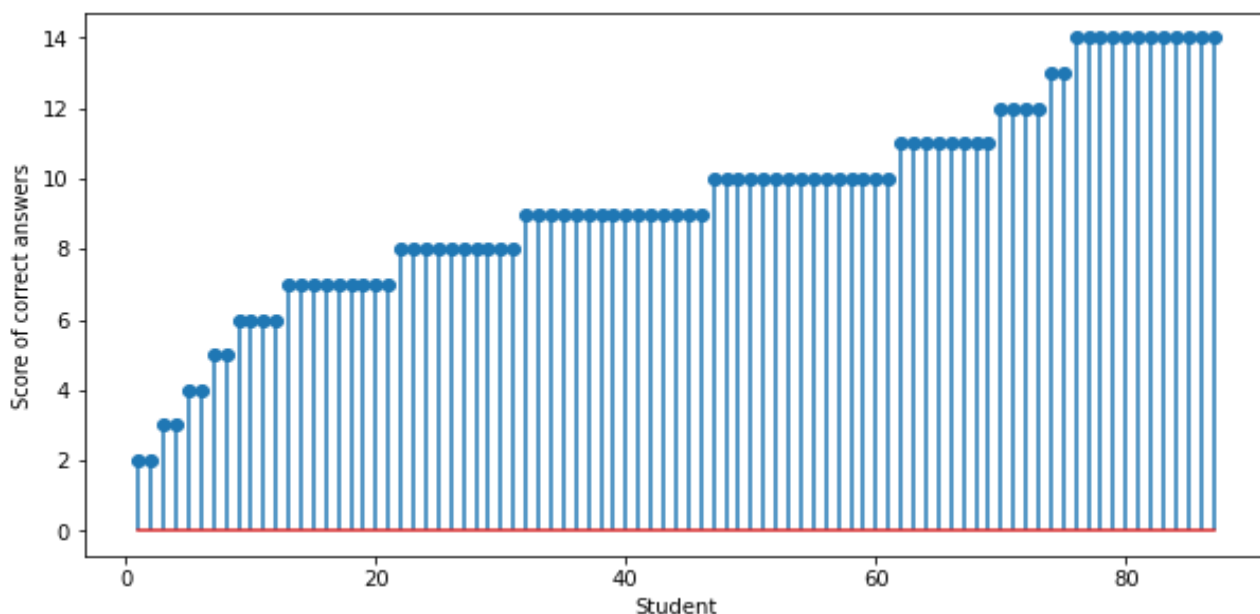
Buvo nagrinėta skaičiavimo ir teorijos rezultatų koreliacija. Šios analizės rezultatai pateikti 6 paveiksle. Tamsiausi laukai turi reikšmę 0. Didesnis dažnis žymimas šviesesne spalva. Geltonas kvadratas rodo didžiausią imties dažnį. Dalyviai už teoriją vidutiniškai surinko 2 taškus ir teisingai atsakė į 3 skaičiavimo uždavinius.

Antrajame teste buvo daugiau klausimų nei pirmajame. Po žaidimu pagrįstos patirties buvo pateikta 14 skaičiavimo užduočių. Nepateikti klausimai, į kuriuos būtų galima atsakyti remiantis tik teorinėmis žiniomis, t. y. neatliekant aritmetikos veiksmų, nes testas vertino žaidimo metu įgytus skaičiavimo įgūdžius.



**6 pav.** Teorinių ir skaičiavimo klausimų 1 teste gautų balų kryžminė koreliacijos matrica

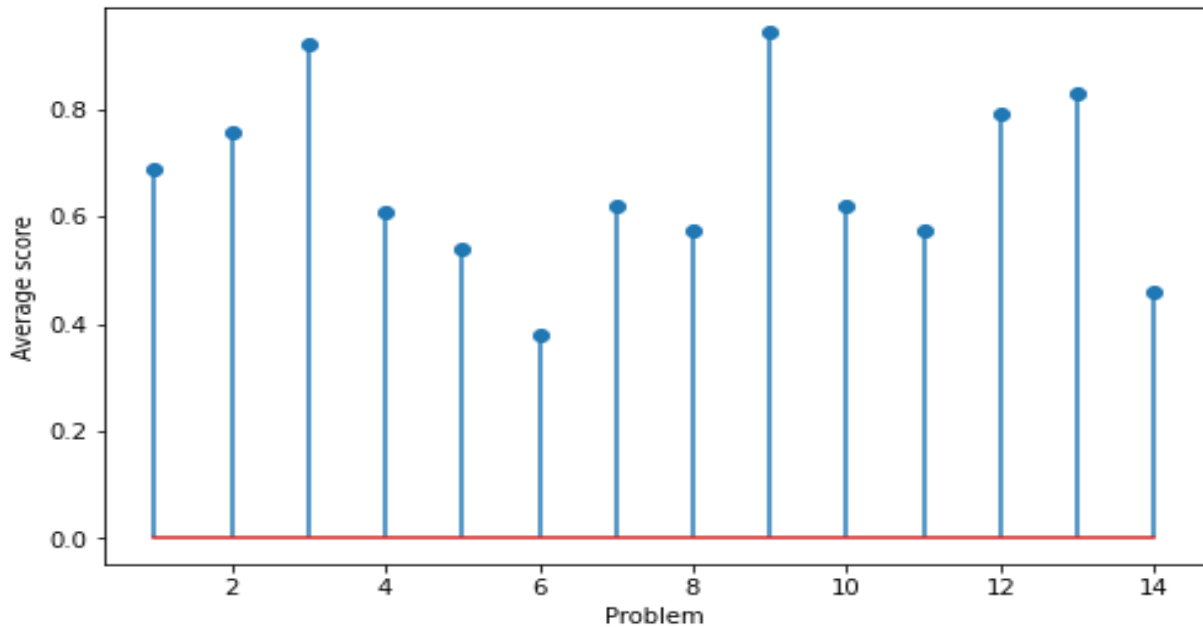
Testui atlikti studentai turėjo 15 minučių. Klausimai užduoti sudėtingesni nei pirmajame teste, nes taip buvo galima įvertinti mokymosi žaidimu etapo veiksmingumą. Rezultatų vidurkis 9,31 taško, t. y. 66,50 % sėkmės procento. Tai 12,86 % geresnis rezultatas, palyginti su pirmuoju testu. Teisingų atsakymų skaičius parodytas 7 pav.



**7 pav.** Teisingi atsakymai, pateikti per antrąjį testą

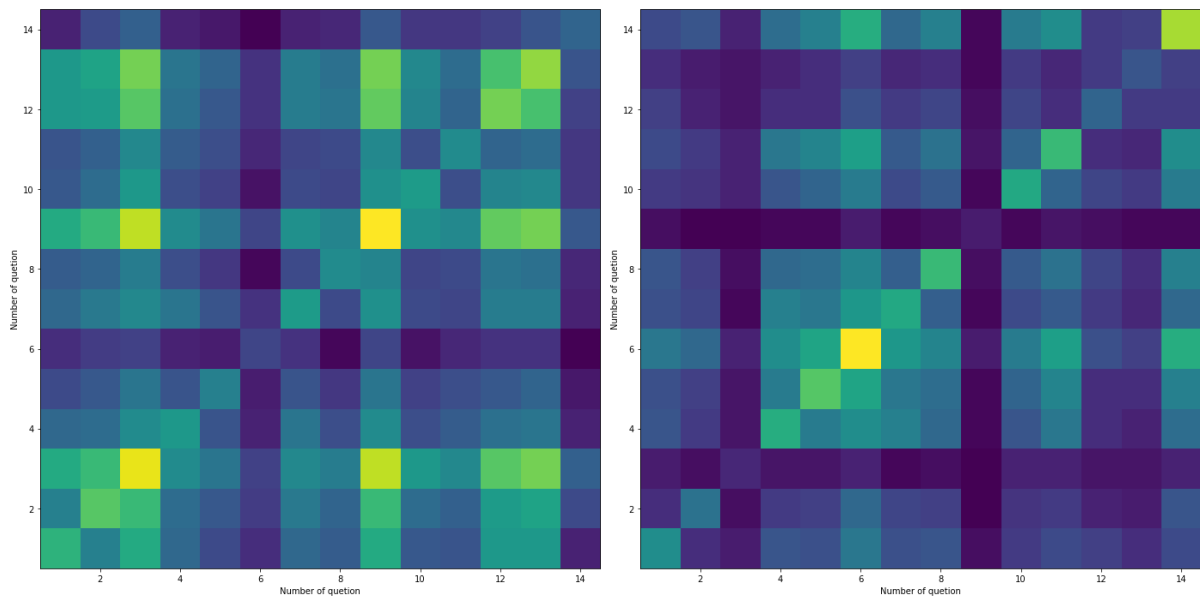
Daugiausia teisingų atsakymų buvo devyni ir dešimt, tačiau buvo ir nemažai dalyvių, surinkusių didžiausią galimą balų skaičių. Čia jų skaičius yra 14, t. y. 2,33 karto daugiau nei studentų, kurie pirmąjį testą atliko be klaidų. Iš viso 86,2 % studentų teisingai atsakė bent į pusę klausimų, kaip

matyti 7 pav. Yra tik keletas tokių studentų, kurie surinko mažai taškų. Nebuvo nei vieno studento, kuris nesugebėjo atsakyti nei į vieną klausimą, ir tik aštuoni studentai iš visos 87 studentų imties, kurie teisingai atsakė į ne daugiau kaip penkis klausimus. Kaip ir pirmojo testo atveju, antrasis testas buvo analizuojamas pagal kiekvieną užduotį atskirai. Rezultatai pateikti 8 paveiksle. Daugiausia teisingų atsakymų gauta į 9 klausimą, tačiau daug teisingų atsakymų buvo ir 3, 12 bei 13 užduotyse. Sunkiausi pasirodė 6 ir 14 pratimai. Į 6 klausimą studentai pateikė 33 teisingus atsakymus, t. y. 37,93 %. Sunkiausios užduoties teisingų atsakymų procentas gerokai viršija ankstesnį 29,89 %.



**8 pav.** Pasiektų vidutinių balų pasiskirstymas pagal 2 testo klausimus

6 užduoties sunkumas buvo tas, kad, norėdami gauti teisingą atsakymą, studentai turėjo žinoti, kad  $\cos(n\pi) = (-1)^n$ , taip pat, kad kintamosios sekos gali būti ir konvergentinės. Nors teste prašoma riba buvo parodyta vienoje iš geltonųjų kortelių, tapo aišku, kad to nepakanka norint sėkmingai išspręsti 6 uždavinį. Šiam uždaviniui ateityje reikia skirti daugiau dėmesio.



a) Kryžminės koreliacijos matrica teisingiems atsakymams

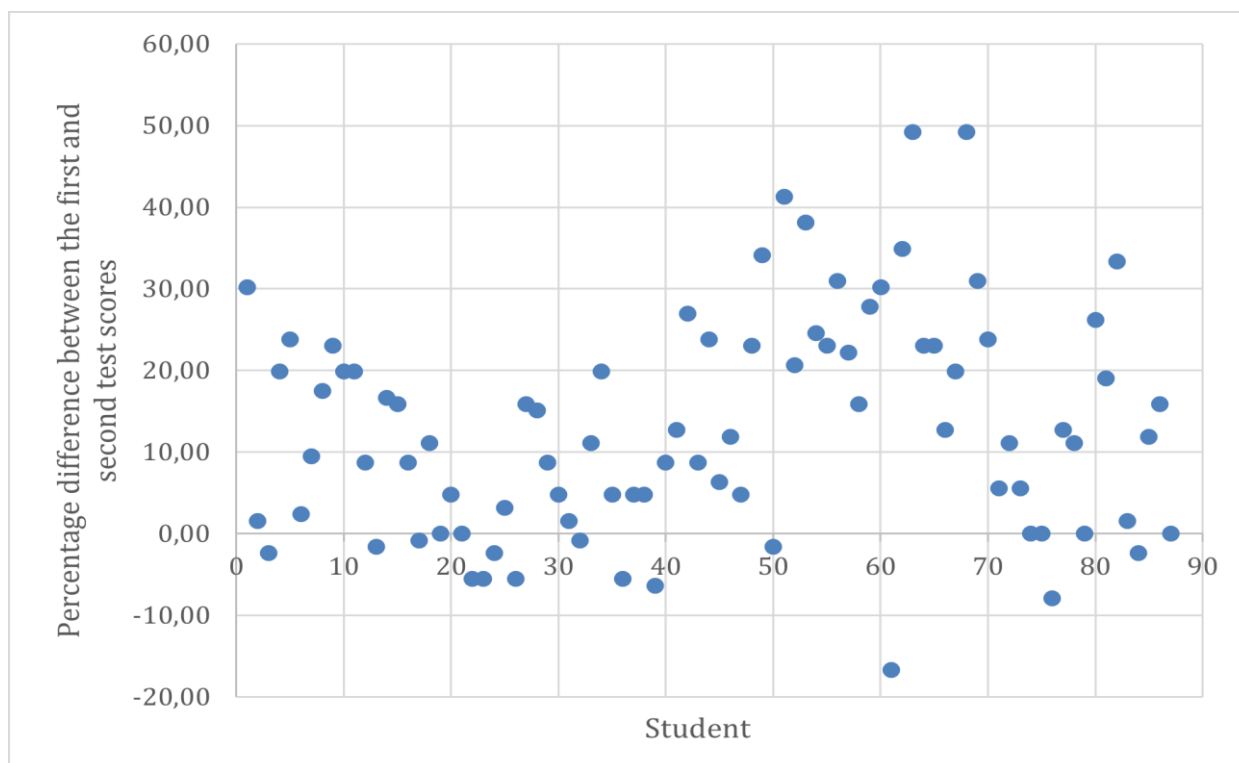
b) Kryžminės koreliacijos matrica neteisingiems atsakymams

**9 pav.** Kryžminės koreliacijos matricos teisingiems ir neteisingiems atsakymams 2 teste

Apžvelgtas teisingų atsakymų tarpusavio ryšys. Iš 9 pav. kairėje pusėje esančios kryžminės koreliacijos matricos matyti, kad tie, kurie išsprendė 3 užduotį, teisingai išsprendė ir 9 užduotį, o dauguma jų teisingai išsprendė ir kitus keturis uždavinius (1, 2, 12, 13). Tiems, kurie neišsprendė 6 pratimo, kilo sunkumų sprendžiant ir kitus septynis pratimus (9 pav. dešinėje pusėje esančioje kryžminės koreliacijos matricioje).

## Išvados

Šiame straipsnyje pristatyti pirmųjų dviejų projekto „LimStorm“ metų rezultatai. Daugelyje aukštųjų mokyklų pirmojo semestro matematikos kursuose yra realiųjų skaičių sekų tema, kurioje svarbiausią vietą užima ribų skaičiavimas. Sukurtas didaktinis žaidimas, pavadintas „LimStorm“, skirtas praktiškai skaičiuoti ribas ir supažindinti su svarbiomis ribomis. Per edukacinį eksperimentą, kurio metu į kontaktines pamokas integruotas žaidybinis mokymasis, 87 studentai turėjo galimybę išbandyti šį žaidimą. Patirtis parodė, kad studentams patiko žaisti šį žaidimą, kuris ne tik suteikė jiems žaidybinės patirties, bet ir sustiprino bei pagilino dalyko žinias. Duomenys aiškiai rodo mokymosi naudojant kortų žaidimą „LimStorm“ veiksmingumą. Penki studentai tiek pirmojo, tiek antrojo testo metu surinko maksimalų balų skaičių, jų požiūriu, nėra jokio apčiuopiamo rezultatų skirtumo tarp dviejų testų. Iš 87 dalyvių, lyginant pirmojo ir antrojo testo rezultatus, 67 studentų rezultatai pagerėjo. Procentiniai skirtumai pateikti 10 paveiksle. Reikšmingas pokytis, t. y. rezultatų pagerėjimas 20 % ar daugiau, pastebėtas 31 dalyvio atveju.



**10 pav.** Dviejų testų rezultatų sklaidos diagrama procentais

Mokant matematikos aukštosiose mokyklose reikėtų siekti optimalaus žinių perdavimo. Didaktiniai žaidimai yra neatsiejama to dalis. Reikėtų didinti jų pasirinkimo galimybių skaičių, kad būtų galima naudotis įvairesnėmis mokymo priemonėmis. „LimStorm“ suteikia naują galimybę tai padaryti. Studentai, naudodami kortų kaladę, gali žaisti ne tik per praktinius užsiėmimus. Šalia dėstytojo prižiūrimo žaidimo klasėje vertėtų suteikti studentams galimybę žaisti ruošiantis savarankiškai. Norint išbandyti žaidimą, iš spaustuvės buvo užsakytos trys kortų kaladės, todėl šiuo metu buvo galima žaisti ne daugiau kaip su 30 studentų. Prižiūrint vienam dėstytojui, didesnis studentų skaičius nepasiteisina. Planuojama užsisakyti papildomų kortų kaladžių, kad studentai galėtų mokytis savarankiškai, pradėta kurti internetinė „LimStorm“ žaidimo versija.



## Literatūros sąrašas

1. Roh, K. H. (2008). Students' images and their understanding of definitions of the limit of a sequence. *Educational Studies in Mathematics*, 69(3), 217–233. doi.org/10.1007/s10649-008-9128-2
2. Roh, K. H. (2010). How to help students conceptualize the rigorous definition of the limit of a sequence. *PRIMUS*, 20(6), 473–487. doi.org/10.1080/10511970802441704
3. Tall, D. and Vinner, S. (1981). Concept image and concept definition in mathematics with particular reference to limits and continuity. *Educational Studies in Mathematics*, 12, 151–169. doi.org/10.1007/BF00305619
4. Kidron, I. and Zehavi, N. (2002). The role of animation in teaching the limit concept. *The International Journal of Computer Algebra in Mathematics Education*, 9, 205–227.
5. Flores, A. and Park, J. (2016). Students' guided reinvention of definition of limit of a sequence with interactive technology. *Contemporary Issues in Technology & Teacher Education*, 16(2), ISSN-1528-5804.
6. Cory, B. and Garofalo, J. (2011). Using dynamic sketches to enhance preservice secondary mathematics teachers' understanding of limits of sequences. *Journal for Research in Mathematics Education*, 42(1), 68–100.
7. Watts, E. (2019). University Students Who Play Calculus Video Game Score Higher On Exams. *Texas A&M Today*. today.tamu.edu/2019/02/13/university-students-who-play-calculus-video-game-score-higher-on-exams/
8. Mohr, K. A. J. and Mohr, E. S. (2017). Understanding Generation Z Students to Promote a Contemporary Learning Environment. *Journal on Empowering Teaching Excellence*, 1(1), doi.org/10.15142/T3M05T
9. Hyrynsalmi, S., Smed, J. and Kimppa, K. K. (2017). The dark side of gamification: How we should stop worrying and study also the negative impacts of bringing game design elements to everywhere. *Proceedings of the 1st International GamiFIN Conference*, 96–104.
10. Hartman, A. and Gommer, L. (2021). To play or not to play: on the motivational effects of games in engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 46(3), 1–25. doi.org/10.1080/03043797.2019.1690430
11. McGonigal, J. (2011). *Reality is broken: Why games make us better and how they can change the world*. Penguin Press: New York.
12. Kordaki, M. and Gousiou, A. (2017). Digital card games in education: A ten year systematic review. *Computers & Education*, 109, 122–161. doi.org/10.1016/j.compedu.2017.02.011
13. Szilágyi Sz. and Korei A. (2021). LimStorm – A Didactic Card Game for Collaborative Math Learning for Gen Z Students. *Educating Engineers for Future Industrial Revolutions. ICL 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing, Springer International Publishing*, 1328, 452–463. doi.org/10.1007/978-3-030-68198-2\_42
14. Korei, A., Szilágyi, Sz. and Torok, Zs. (2021). Integrating Didactic Games in Higher Education: Benefits and Challenges. *Teaching Mathematics and Computer Science*, 19(1), 1–15. doi.org/10.5485/TMCS.2021.0517
15. Szilágyi, Sz. and Korei, A. (2022). 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: Proceedings of the 24th International Conference on Interactive Collaborative Learning, ICL 2021, Springer International Publishing*, 389, 865–887. doi.org/10.1007/978-3-030-93904-5\_85