



36. ORSZÁGOS  
TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI  
KONFERENCIA 2023



**Fizika,  
Földtudományok és  
Matematika  
Szekció**

**2023. április 11-13.**

A 36. ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA  
FIZIKA, FÖLDTUDOMÁNYOK ÉS MATEMATIKA SZEKCIÓJÁNAK KIVONATKÖTETE

SZERKESZTETTE:

HATÓ ZOLTÁN

CSORDÁS ANITA

SARKADI ZSÓFIA

KIADJA:

A 36. ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA

FIZIKA, FÖLDTUDOMÁNYOK ÉS MATEMATIKA SZEKCIÓJA

PANNON EGYETEM



ISBN 978-963-396-265-7

## A KONFERENCIA SZERVEZŐ BIZOTTSÁGA

### ÜGYVEZETÉS

Gelencsér András	ügyvezető elnök
Tóth-Bodrogi Edit	szakmai ügyvezető titkár
Valiskó Mónika	operatív ügyvezető titkár
Pósfai Mihály	Földtudományok alszekció koordinátor
Lőrincz Katalin	Társadalomföldrajz alszekció koordinátor
Hartung Ferenc	Matematika alszekció koordinátor
Boda Dezső	Fizika alszekció koordinátor
Ható Zoltán	ügyvezető titkárhelyettes
Csordás Anita	szervező titkár
György Péter	hallgatói képviselő
Fábián Hajnalka	helyettes hallgatói képviselő
Járvás Gábor	határon túliak részvételéért felelős munkatárs
Járvás Gábor	középiskolások részvételéért felelős munkatárs
Vassányi István	a Roska Tamás előadásért felelős munkatárs
Smidla Judit	pénzügyi felelős
Sarkadi Zsófia	szervezésért felelős munkatárs
Kovács Zoltán	online felelős
Dániel Zoltán András	sportprogramokért felelős munkatárs
Kiss Nikoletta	kommunikációs munkatárs

## SZAKMAI BIZOTTSÁG

Bajmócy Péter	SZTE
Boros Zoltán	DE
Gönczy Sándor	RKMTF
Hagymási Imre	MTA Wigner FK
Horváth Ákos	ELTE
Járai-Szabó Ferenc	BBTE
Jeney László Botond	BCE
Juhász Tibor	EKE
Kovács István János	MBFSZ
Lenkey Gábor	NYE
Lenner Tibor	ELTE SEK
Mara Gyöngyvér	EMTE
Mucsi László	SZTE
Németh Norbert	ME
Poszet Szilárd	EMTE
Rácz Ervin	ÓE
Reményi Péter	PTE
Soós Anna	BBTE
Sütő László	EKE
Szilágyi Brigitta	BME
Szilágyi Ferenc	PKE
Tóth Attila	NYKFE
Tóth L. Viktor	ELTE
Tóth-Bodrogi Edit	PE
Turi Zoltán	DE
Vigh Viktor	SZTE
Weidinger Tamás	ELTE
Réger Mihály	OTDT alelnök
Cziráki Szabina	OTDT titkár



## TARTALOMJEGYZÉK

Köszöntő.....	7
Konferencián részt vevő intézmények.....	8
Roska Tamás Tudományos előadás .....	10

### FIZIKA ALSZEKCIÓ

Anyagtudomány .....	15
Asztrodinamika és relativitáselmélet.....	25
Asztrofizika .....	32
Elméleti szilárdtestfizika .....	40
Galaktikus és extragalaktikus csillagászat .....	48
Klasszikus fizikai problémák .....	57
Komplex rendszerek.....	63
Kvantumfizika .....	71
Kvantumtechnológia .....	78
Lézerfizika.....	87
Magfizika, alkalmazott nukleáris módszerek .....	96
Naprendszerkutatás változó csillagászat .....	103
Nukleáris szimulációk .....	110
Optika .....	117
Orvosi fizika, biofizika.....	124
Plazmafizika .....	135
Részecske- és nagyenergiájú fizika .....	142
Térelmélet.....	149

### FÖLDTUDOMÁNY ALSZEKCIÓ

A környezettudomány földtudományi alkalmazásai .....	154
Alkalmazott földtudományok.....	161
Ásványtan és teleptan.....	170
Geofizika .....	178
Környezeti radioaktivitás .....	185
Magmás- és metamorf kőzetan, geokémia .....	192
Megújuló energiaforrások .....	200
Negyedidőszak és geomorfológia.....	207
Őslénytan és történeti földtan.....	214
Távérzékelés és térinformatika.....	221
Természet-, örökség- és környezetvédelem .....	229

## **MATEMATIKA ALSZEKCIÓ**

A matematika természettudományos alkalmazásai .....	238
Algebra és számelmélet.....	245
Alkalmazott matematika.....	253
Analízis és sztochasztika .....	260
Geometria és alkalmazásai .....	267
Kombinatorika és gráfelmélet .....	275
Operációkutatás .....	283
Természettudományos problémafelvetés a közoktatásban.....	293

## **TÁRSADALOMFÖLDRAJZ ALSZEKCIÓ**

A népesség és a társadalom földrajzi kérdései .....	301
Fenntartható terület- és településfejlesztés.....	309
Gazdaságföldrajz .....	316
Településföldrajz .....	323
Történeti- és politikai földrajz.....	330

<b>A KONFERENCIA TÁMOGATÓI .....</b>	<b>338</b>
--------------------------------------	------------

## **KÖSZÖNTŐ**

A Pannon Egyetem a fenntarthatóság és a körforgásos gazdaság élenjáró hazai kutatóegyetemeként nagy büszkeséggel és örömmel vállalkozik arra, hogy szívélyes házigazdája legyen a 36. OTDK – Fizika, Földtudományok és Matematika Szekciójának. A globális fenntarthatóság és a fenntartható fejlődés a világpolitika szintjén dédelgetett magasztos ideáit a rideg valóság napjainkban alaposan megtépázza, a történések már-már a modern társadalmak jólétét és működését veszélyeztetik. A hatékony cselekvéshez szükséges tisztánlátásban, a társadalmi percepció valóságra hangolásában megkerülhetetlen a reáltudományok jelentősége, ezen belül éppen az érintett tudományágak szerepe kiemelkedő. Különösen fontos tehát, hogy e tudományterületeken (is) a kritikus gondolkodásra, kreatív alkotásra képes emberfők sokasodjanak, aminek fő katalizátora az egyetemek tudományos utánpótlásában meghatározó szerepet játszó országos TDK mozgalom. A fenntarthatóság mellett a tehetséggondozást, a kiemelt fiatal tehetségek felkarolását kiemelt céljának tekintő Pannon Egyetem számára konferencia megrendezése nemes kihívás és óriási megtiszteltetés is egyben, amire örömmel vállalkozunk. Hisszük, hogy csak hasonló kezdeményezésekkel, az intézmények közötti nemes versengéssel és összefogással tudunk e jobb sorsra érdemes világ nem csak ábrándjainkban fenntartható továbbéléséhez hozzájárulni.

Gelencsér András  
ügyvezető elnök

## KONFERENCIÁN RÉSZT VEVŐ INTÉZMÉNYEK

Budapesti Corvinus Egyetem (BCE)  
Balluff Elektronika Kft.  
Berzsenyi Dániel Gimnázium, Budapest  
Bethlen Gábor Református Gimnázium, Hódmezővásárhely  
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME)  
Budapest II. Kerületi II. Rákóczi Ferenc Gimnázium  
Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium  
Comenius Egyetem (SK CE)  
Debreceni Egyetem (DE)  
Debreceni Fazekas Mihály Gimnázium  
Eszterházy Károly Katolikus Egyetem (EKKE)  
Földtani és Geokémiai Intézet (ELKH CSFK)  
Energiatudományi Kutatóközpont (ELKH EK)  
Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest (ELTE)  
Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Kolozsvár (EMTE Sapientia)  
Gyermekek Háza Alternatív Általános Iskola és Gimnázium  
Nemzeti Izotóp- és Molekulatechnológiai Kutató-Fejlesztő Intézet (INCDTIM)  
Kisalföldi ASzC Herman Ottó Környezetvédelmi és Mezőgazdasági Technikum,  
Szakképző Iskola és Kollégium  
Lánczos Kornél Gimnázium  
Lovassy László Gimnázium, Veszprém  
Magyar Tanítási Nyelvű Magángimnázium, Dunaszerdahely, Szlovákia  
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (MATE)  
Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat (MBFSZ)  
Miskolci Egyetem (ME)  
Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálat (MH GEOSZ)  
Morgan Stanley

Magyar Tudományos Akadémia, Agrártudományi Kutatóközpont, Talajtani és Agrokémiai Intézet (MTA ATK TAKI)

Bölcészettudományi Kutatóközpont (MTA BTK)

Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet (MTA Rényi)

Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet (MTA SZTAKI)

Wigner Jenő Fizikai Kutatóközpont (MTA Wigner FK)

Nemzeti Közszolgálati Egyetem (NKE)

Nyíregyházi Egyetem (NYE)

Óbudai Egyetem (OE)

Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ)

Pannon Egyetem (PE)

Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Kiskőrös

Pázmány Péter Katolikus Egyetem (PPKE)

Pécsi Tudományegyetem (PTE)

PTE Gyakorló Általános Iskola, Gimnázium és Óvoda

Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Kolozsvár (RO BBTE)

Salgótarjáni Bolyai János Gimnázium

Soproni Egyetem (SOE)

Szegedi Tömörkény István Gimnázium és Művészeti Szakgimnázium

Szekszárdi I. Béla Gimnázium

Széchenyi István Egyetem (SZIE)

Bajai Obszervatóriuma (SZTE)

Szegedi Tudományegyetem (SZTE)

SZTE Gyakorló Gimnázium és Általános Iskola

Tóth Árpád Gimnázium

II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola (UA IIRFKMF)

Vetési Albert Gimnázium, Veszpém

## ROSKA TAMÁS TUDOMÁNYOS ELŐADÁS

Az Országos Tudományos Diákköri Tanács (OTDT) 2017-ben elhatározta, hogy a felsőoktatás különböző képzési szintjein történő tehetséggondozó, tudományos kutatói tevékenység folyamatosságának támogatása és perspektíváinak felmutatása, a tehetség elismerése és a fiatal kutatói teljesítmények megismertetése, valamint Roska Tamás tudományterületeket összekapcsoló, nemzetközileg elismert kutatói életműve előtti tiszteletadás céljából életre hívja a Roska Tamás tudományos előadások intézményét. Roska Tamás tudományos előadás tartására elismerő felkérést kaphat az a doktorjelölt/doktorandusz/posztdoktor, aki kutatómunkája során az általa választott szakmai területen kiemelkedő teljesítményt nyújtott, eredményeiről nívós publikációk, előadások, művészeti vagy tudományos alkotások formájában számot adott, valamint képes eredményeit magas színvonalú és élményt nyújtó tudományos, tudománynépszerűsítő előadásban szakterülete iránt érdeklődő, az Országos Tudományos Diákköri Konferencián (OTDK) részt vevő fiatalok és mentoraik előtt közzétenni. Roska Tamás tudományos előadás tartására első ízben 2019-ben a XXXIV. OTDK keretében, majd ezt követően két évente, szekciónként egy, összesen 16 tudománykörben kerül sor az Országos Tudományos Diákköri Konferencián.



## „ÉNEKELJETEK AZ ELMÉTEKKEL”

A „Roska Tamás Tudományos Előadás” bevezetéseként próbáljuk meg felidézni, ki volt ő, mire tanít életpéldája?

Nem véletlen, hogy ezt a rangos díjat Roska Tamásról nevezték el.

Roska Tamás Széchenyi- és Bolyai-díjas akadémikus, professzor, a celluláris hullámszámítógép architektúrájának megalkotója, a Pázmány Péter Katolikus Egyetem Információs Technológiai és Bionikai Karának alapító dékánja, a hazai bionikai képzés megteremtője. Tudományos tevékenységét számtalan hazai és nemzetközi díjjal ismerték el.

A száraz adatok ugyanakkor nem adják vissza az embert, a tudóst, aki fiatalok generációit indította el a világszínvonalú kutatómunka felé.

Tudós és kutató volt a szó teljes értelmében, s erre a „szellemi kalandra” hívta tanítványait, munkatársait. „Valami egészen új kell!” – vallotta mindig. Fontosnak tartotta ugyanakkor, hogy a teljes emberhez forduljon – a minőségi, a „legkiválóbb amerikaival, indiaival és kínaival is versenyző”, kitartó munka mellett az igazi erkölcsi hozzáállást is próbálta élővé tenni. Meggyőződése volt, hogy az ember megértéséhez az „igaz” három különböző dimenzióját együtt szemlélve kerülhetünk közelebb. „Hajlamosak vagyunk a mai korban azt hinni, hogy csak az az igaz, amit a természettudományok megmutatnak. Úgy gondolom, hogy nem. Ha meghallgatjuk Mozart Requiemjét, akkor tudjuk, hogy ez igaz. Vagy, ha elolvassuk egy Aranyverset, vagy ránézünk egy Munkácsy-képre, akkor tudjuk, hogy ez igaz. Vagy, ha látunk valakit, aki a családját nemes értékekre neveli, akkor tudjuk, hogy igaz.”

Hite, lelkesedése, a segítőtársakra is, akiket hívott, villámgyorsan átragadt. Megérintette őket alázatos, önzetlen munkája, elkötelezettsége, s a teljes bizalom, amivel feléjük fordult. Mély emberséggel megélt szolgálatával az egyetemes tudományt és mindenkit, aki találkozott vele, személyesen is gazdagított élete során.

Mindig meglátta a lehetőséget a fiatal tehetségekben és teret adott nekik, hogy kibontakoztathassák a bennük rejlő képességeket.

Fontosnak tartotta, hogy „olyan kutató legyen, akinek kaland egy új minőség létrehozása”. „Közben bent van az ember a világ élvonalának a történéseiben.”

Sosem a saját, önös érdekei mozgatták – a tudomány, és egy erkölcsi alapokon nyugvó, az embert szolgáló új társadalom építésén dolgozott.

Saját szakmai területén messze túlmutató tevékenysége legyen inspiráció és példakép az Önök számára, akik a jövő tudósai! Ebben a szellemben hallgassuk üzenetét:

„Ti vagytok családoknak és a nagy közösségnek, ennek a nemzetnek a reménységei. Itt ülnek köztetek a jövő sikeres kutatói, feltalálói, tanárai, felelős vezetői. A család, a tudás, az igazi művészet és a nemes erkölcsi értékek megbecsülése és támogatása a ti boldogulások és az ország felemelkedésének sarkköve. Sokan küzdünk ezért az értékrendért, és bár nem tudjuk mindig elég hitelesen felmutatni, de az értékek tisztelete kötelez bennünket. ... A fenti értékekre épül a XXI. század új gazdasága, a koncepció vezérelte gazdaság. A sikeres szakemberek felkészülésében, a szakmai ismeretek mellett a klasszikus értékek mentén található humán műveltségnek, az irodalomnak, a zenének, a képzőművészetnek ugyancsak fontos szerepe van. Csodálatos élmény e két világ összekapcsolása. Mindezt egy szép Szent Pál-i hasonlaltal kifejezve: énekeljétek az elmétekkel! ... Kívánom, hogy sikerüljön nektek. A marsallbot a zsebetekben van.”



## ROSKA TAMÁS DÍJ

Az Országos Tudományos Diákköri Tanács (OTDT) a felsőoktatás különböző képzési szintjein történő tehetséggondozó, tudományos kutatói tevékenység folyamatosságának támogatása és perspektíváinak felmutatása, a tehetség elismerése és a fiatal kutatói teljesítmények megismertetése, valamint Roska Tamás tudományterületeket összekapcsoló, nemzetközileg elismert kutatói életműve előtti tiszteletadás céljából életre hívta a Roska Tamás Tudományos Előadás intézményét.

A Roska Tamás Tudományos Előadás tartására elismerő felkérést kaphat az a doktorandusz/doktorjelölt/posztdoktor (PhD/DLA fokozatott szerzett), aki kutatómunkája során az általa választott szakmai területen kiemelkedő teljesítményt nyújtott, eredményeiről nívós publikációk, előadások, művészeti vagy tudományos alkotások formájában számot adott, valamint képes eredményeit magas színvonalú és élményt nyújtó tudományos, tudománynépszerűsítő előadásban közzé tenni. A Roska Tamás Tudományos Előadás tartására 2023-ban a 36. OTDK keretében harmadszorra kerül sor az Országos Tudományos Diákköri Konferencián.

A Fizika, Földtudományok és Matematika Szekció esetében Roska Tamás Tudományos előadás tartását Máthé Marcell Tibor, az ELTE Fizika Doktori Iskola PhD hallgatója nyerte el. Gratulálunk az elismeréshez!

„A fizikusok azon táborát erősítem, akik inkább egy laborban, mérőberendezések között érzik komfortosan magukat. Mindig is vonzott a bütykölés és a tervezés. Szerencsémre jelenleg egy olyan kutatócsoport tagja lehetek, a Wigner SZFI Részben Rendezett Rendszerek kutatócsoport keretein belül, ahol ezt a hobbit maximálisan kiélhetem a folyadékkristályokkal kapcsolatos kutatás során. A kutatómunka mellett, a sci-fi és fantasy rajongója vagyok, könyv és játékok formájában. Mint leendő kutató kifejezetten fontosnak tartom a tudománynépszerűsítést, már csak azért is mert ez jó alkalom a klasszikus, látványos kísérletekkel való játékra, amellet hogy az embereket is közelebb hozza ehhez a csodás világhoz.”



## KIEMELT PARTNERÜNK

A Morgan Stanley a világ egyik vezető pénzügyi szolgáltató cége, amely teljeskörű és kiemelkedő színvonalú szolgáltatásokat nyújt ügyfeleinek befektetési, banki, értékpapír-kereskedelmi és befektetés-menedzsment területen.

A Morgan Stanley budapesti irodája 2006-ban egy 30 fős matematikai modellező részleggel nyitotta meg kapuit, és az elmúlt tizenöt évben a Morgan Stanley globális hálózatának fontos, mintegy 3000 kiváló szakembert foglalkoztató technológiai és analitikai központjává vált. A munkatársak közel fele informatikával – főként a bank működéséhez szükséges infrastruktúra- és alkalmazásfejlesztéssel – foglalkozik, de jelentős a pénzügyi, kockázatelemző, matematikai modellező, valamint az operációs és a jogi dokumentációs részlegeken dolgozók száma is.

A Morgan Stanley elkötelezetten alkalmazza az egyenlő bánásmód elvét. Célunk, hogy támogató és befogadó munkakörnyezetet teremtünk, amelyben mindenki a lehető legjobban tud dolgozni. Kollégáink változatos háttérrel és tapasztalatokkal érkeznek hozzánk, ami sokszínűségünk alapját adja. Ennek fenntartására figyelmet fordítunk a toborzás, a karrierfejlesztés és a munkahelyi környezet aktív alakítása során.

# Morgan Stanley

Morgan Stanley is a leading global financial services firm providing investment banking, securities, wealth management and investment management services. With offices in more than 41 countries, the Firm's employees serve clients worldwide including corporations, governments, institutions and individuals.

At Morgan Stanley Budapest, we are shaping the future of our global business and contributing to our local community. Our team works across numerous areas, including Technology, Mathematical Modelling, Finance, Risk Management, Operations and Data & Analytics from our new state-of-the-art offices near the Danube and our City Gate office in the heart of the city centre.

Morgan Stanley is an equal opportunities employer. We work to provide a supportive and inclusive environment where all individuals can maximise their full potential. Our skilled and creative workforce is comprised of individuals drawn from a broad cross section of the global communities in which we operate and who reflect a variety of backgrounds, talents, perspectives and experiences. Our strong commitment to a culture of inclusion is evident through our constant focus on recruiting, developing and advancing individuals based on their skills and talents.

## ANYAGTUDOMÁNY TAGOZAT

1. **Szász Bence (BME - TTK)**
2. **Mendei Barna (ELTE - TTK)**
3. **Bonifert Balázs (ELTE - TTK)**
4. **Kóródi Zoltán (DE - TTK)**
5. **Kálvin György (ELTE - TTK)**
6. **Kudor Mátyás (ELTE - TTK)**
7. **Vajtai Lili (BME - TTK)**
8. **Detrich Márton, Gazdag Ferenc (BME - TTK)**
9. **Horváth Viktória (SZTE - TTK)**

A Zsűri tagjai:

**Dr. Kamarás Katalin**

**Dr. Magyar Klára-Dorottya**

**Dr. Vida Ádám**

**SZÁSZ BENCE***szasz.bence2000@gmail.com*

TTK Fizika

BSc, 7. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Dr. Szaller Dávid**tudományos munkatárs, BME TTK**Dr. Bordács Sándor**egyetemi docens, BME TTK*

---

### **Antiferromágneses rendeződés alacsony frekvenciás dinamikájának vizsgálata optikai spektroszkópiával**

A modern szilárdtestfizikai kutatásokat az alaptudományi érdeklődésen túl a számítástechnikai alkalmazások lehetősége motiválja. A szigetelő mágnesekben kialakuló változatos rendeződési formák, ezen belül a kompenzált antiferromágneses rend elsősorban az adattárolás területén hasznosítható. Az antiferromágnesek alkalmazását számos előnyös tulajdonságuk (gyors dinamika, szórt mágneses terekkel szembeni robusztusság) ellenére néhány kihívás is nehezíti: a kis méretű, antiferromágnesesen rendezett tartományok (domének) detektálása és manipulálása kihívást jelent.

A TDK dolgozat keretében az alacsony hőmérsékleten ( $T < 33$  K) könnyű síkú antiferromágneses rendeződést mutató egykristály, a  $\text{SmFe}_3(\text{BO}_3)_4$  optikai tulajdonságait tanulmányoztam. A polarizált transzmisszió kísérletek során elsősorban a kialakuló mágneses rend hatására a kristály alacsony frekvenciás abszorpció spektrumában megjelenő változásokra fókuszáltam. Az itt megjelenő, optikai úton gerjeszthető kollektív mágneses gerjesztések (spin hullámok, magnonok) érzékenyek a mágneses rend változására. Ezen rezonanciák hőmérsékletfüggését modern, időfelbontásos, impulzusüzemű terahertz spektrométerrel vizsgáltam. A mérési adatok kiértékeléséhez, az időfüggő transzmisszió jelből a dielektromos állandót és a mágneses abszorpció spektrumot meghatározó, Fourier-transzformációt végző programot fejlesztettem. A szükséges alacsony mintahőmérséklet elérését az optikai spektrométer fényútjához illeszkedő, kompakt méretű, nagy betekintési szögű kriosztáttal valósítottam meg, melyet a hűtési hatások javítása érdekében a konkrét mintamérethez és kísérleti geometriához igazodva optimalizáltam.

Az anyag mágnesesen rendezett fázisában, a terahertz abszorpció spektrumokban optikai úton gerjeszthető mágneses rezonanciákat észleltem, melyeket klasszikus átlagtér spinmodell alkalmazásával értelmeztem. Ezen felül, az időfelbontott transzmisszió adatsort felhasználva optikai úton meghatároztam a minta dielektromos állandójának hőmérsékletfüggését. A kísérleteket külső mágneses tér alkalmazása mellett is megismételtem, mely során a kialakuló, spontán szimmetriasértő antiferromágneses rend stabilitását tanulmányoztam.

**MENDEI BARNA***mendeibarna@gmail.com*

Fizika

BSc, 5. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Ispánovity Péter Dusan  
egyetemi docens, ELTE TTK**Berta Dénes  
PhD hallgató, ELTE TTK*

---

### **Előterhelés és ponthibák szerepe diszlokációlavinákban**

Az emberiség történelme során folyamatosan kihasználta a fémek szívosságát, de ennek okára csak a XX. század elején tudtak választ adni a tudósok a diszlokációk felismerésével. Az utóbbi évtizedben az is ismerté vált, hogy a periodikus szerkezetek ezen vonalhibái külső nyírófeszültség hatására lavinaszerűen képesek elmozdulni, aminek a mikronos mérettartományban drámai hatása van a deformációs folyamatra. Kutatásunkban szimulációs eszközöket használva vizsgáltuk diszlokációrendszerek kollektív dinamikáját és arra a kérdésre kerestük a választ, mekkora méreteket öltenek ezek az események és hogyan változik ezek hatására a lokálisan mérhető folyásfeszültség. Meghatároztuk a lokális folyásfeszültségek eloszlását valamint annak megváltozását ponthibák jelenléte esetén. Eredményül azt találtuk, hogy a lokális folyásfeszültség-értékek eloszlása Weibull-eloszlást követ. Tiszta diszlokációrendszerekben az egész mintára kiterjedő lavinák teljesen átrendezik annak lokális folyásfeszültség-viszonyait, addig a ponthibákkal szennyezett rendszerekben a kevesebb diszlokációt megmozgató lokális események csak lokálisan eredményeznek nagy változást.

**BONIFERT BALÁZS***bonifert.balazs@gmail.com*

Fizika BSc

BSc, 5. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Berta Dénes**PhD hallgató, ELTE TTK**Ispánovity Péter Dusán**egyetemi docens, ELTE TTK*

---

**Egyszeres csúszásra orientált anyagok vizsgálata 3D diszlokációdinamikai szimulációkkal**

Kristályos anyagok, például fémek esetében bizonyos kristályhibák, az úgynevezett diszlokációk, mozgása az anyagban maradandó alakváltozást okoz, és felelős az anyag számos mechanikai tulajdonságáért, mint pl.~mérethatások, plasztikus megfolyás, alakítási keményedés, valamint fárasztás. Az anyagok belső folyamatainak ismerete nagyban hozzájárul ahhoz, hogy a speciális alkalmazásnak megfelelő anyagot készítsünk, melynek nagyobb biztonsággal tudjuk megjósolni a terhelés alatti viselkedését. Korábbi szimulációs vizsgálatokat gyakran 2D rendszereken végeztek, melyekben elhanyagolják a diszlokációk görbületét és a köztük lejárló reakciókat. A kutatásomhoz 3D diszkrét diszlokációdinamikai szimulációkat végeztem, amivel a relaxációs folyamatokat vizsgáltam egyszeres csúszási geometria mellett. A dolgozatban a szimulációk kvantitatív kiértékelését, a relaxáció méret- és sűrűségfüggését tárgyalom. Azt látjuk, hogy az eltérő skálájú és sűrűségű rendszerek hasonlóan viselkednek, szimulációval megerősíthetőek az elmélet alapján várt összefüggések. A 3D-s szimulációk eredményei számos tekintetben nagy hasonlóságot mutatnak a két dimenzióban látottakkal, ami megerősíti a 2D-s módszerek használhatóságát, és felhasználhatóvá teszi ezeknek a széleskörűen tárgyalt irodalmát a vizsgált esetben. Mindazonáltal a 3D rendszer 2D metszeteinek vizsgálata számos különbséget is felfed, elsősorban a rendszerek dinamikájának vonatkozásában, melyeket a dolgozatban részletesen bemutatok.

**KÓRÓDI ZOLTÁN***zoltankorodi.wow@gmail.com*

Fizika

BSc, 6. félév

Debreceni Egyetem

Természettudományi és Technológiai Kar

*Témavezetők:**Csarnovics István**egyetemi docens, DE TTK**Pál Petra**doktorandusz, DE TTK*

---

**Felület erősített Raman szórás vizsgálata fém nanorészecske alapú hordozókon**

A dolgozat célkitűzése az volt, hogy tiszta arany, ezüst és különböző összetételű arany-ezüst nanorészecske hordozók hatását vizsgáljuk meg a felület erősített Raman szórás folyamatára (SERS). Megfelelő gerjesztő lézer esetén, a fém nanorészecskék felületén kialakuló lokális felületi plazmon rezonancia (LSPR) által keltett elektromágneses tér, és az arany, ezüst részecskék analittal vett kémiai kölcsönhatása, együttesen a Raman szórt fotonok intenzitásának növekedéséhez vezetnek. Ezt a jelenséget felhasználva nagyságrendekkel megnövelhetjük a Raman spektroszkópiás mérések kvalitatív és kvantitatív mérési határait, továbbá felhasználhatjuk egyéb, nagy kimutatási határral rendelkező érzékelők előállítására is.

A jelenség és az elvégzett munka megértésének elősegítéséként a dolgozat elején egy rövid összefoglaló található a felületi plazmon rezonancia (SPR) folyamatáról, és egy összehasonlítás az SPR és LSPR között, ami bemutatja a nanostruktúrák alkalmazásának előnyeit detektorok előállítása során. Mivel mi elsősorban SERS hatásukkal vizsgáltuk a különböző fém nanorészecskéket, ezért a jelenség rövid leírása is megtalálható az elméleti bevezetőben, de a kísérletek elvégzéséhez használt pontos összeállítás a módszertanban található. Ezek után nagyvonalakban összeszedtük a nanorészecskék előállításának lehetséges módszereit, külön kiemelve az általunk használt arany-ezüst hordozók előállításához használt ívkisüléssel eljárást.

A mérések során 5, tömegszázalékban eltérő, Ag-Au nanorészecskéket tartalmazó hordozót vizsgáltam meg 3 különböző gerjesztő lézerrel és 2 analit koncentráció mellett. A minták morfológiai paramétereinek és összetételeinek vizsgálata érdekében pásztázó elektronmikroszkóppal, energia-diszperzív röntgen analízissel, és atomerő-mikroszkóppal is történtek mérések. Továbbá spektrofotométeres mérésekkel határoztam meg a minták plazmon rezonancia csúcsait. A SERS mérésekhez analitként a mérések során Rodamin 6G-t használtam, amelyből egy referencia mintát is készítettem, egyszerű üveglap hordozóra cseppentve. A mintákon mért intenzitás értékeket a referenciával összehasonlítva kiszámoltam az erősítés értékeket, amelyekkel az adott mintákat már jellemezni tudtam.

Összességében megvizsgáltam, hogyan befolyásolják az egyes minták a SERS hatást, az erősítés mértékét, hogy ezek alapján meghatározzam az optimális mérési paramétereiket, illetve kiválasszam a legjobb típusú mintákat és iránymutatást adhassunk a jövőbeli felhasználásukra a SERS területén.

**KÁLVIN GYÖRGY**

gyorgy.kalvin@gmail.com

Fizikus

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Pálinkás András**tud. Munkatárs, Energiatudományi Kutatóközpont*

---

### **Önrendeződő adszorbeátumok vizsgálata van der Waals anyagok felületén**

Kutatásom során pásztázószondás mikroszkópiával vizsgáltam a különböző vdW-anyagok felületén megfigyelhető sűrűlési anizotrópia doméneket és megmutattam, hogy azokat a környezetből származó önrendeződő adszorbeátumok okozzák. Több különböző anyagú (hexagonális bór-nitrid, molibdén-diszulfid, grafit és grafén) és különböző vastagságú vdW-kristályon kimutattam a sűrűlési domének jelenlétét az irodalmi megfigyelésekkel összhangban, továbbá atomerő-mikroszkópiás módszerrel megmutattam, hogy azokon az adszorbeátumot alkotó molekulák önszerveződő módon lamellákba rendeződnek.

Először sikerült a sűrűlési doméneket akaratlagosan, kontrollálható módon létrehoznom, az általam kidolgozott eljárás megerősíti, hogy a doménes rendeződésű sűrűlési anizotrópiát adszorbeátumok okozzák. Munkám egyik fontos aspektusa volt az önrendeződő molekulák által létrehozott doménes szerkezet néhány száz nanométeres skálán történő precíz manipulálása, az általam kidolgozott eljárás a sűrűlési anizotrópia domének tervezhetőségét teszi lehetővé. Sikerült feltárnom a módszer legfontosabb aspektusait, mint például a pásztázási irányt a manipulálás során. A témában fontos kérdés a létrejött molekularéteg kontrollált eltávolítása, ami során újból elérhető a tiszta, atomilag sík felület. Megmutattam, hogy vákuumban történő hőkezelés segítségével a monoréteget alkotó molekulák deszorbeálhatóak a felületről. A szakirodalomban nem található meg a környezetből származó adszorbeátumok pásztázó alagútmikroszkópos vizsgálata. Munkám egyik legmeghatározóbb eredménye, hogy elsőként sikerült pásztázó alagútmikroszkóppal leképeznem a környezetből származó, önrendező adszorbeátumokat. Sikerült olyan felbontást elérnem, mely segítségével láthatóvá váltak az adszorbeátumréteget alkotó sávok és azok belső szerkezete, azaz az egyedi molekulák is. A vdW-kristályok felületén univerzálisan kialakuló adszorbeátumréteg rontja vagy akár teljesen elfedi az felület fizikai-kémiai tulajdonságait, ezért a dolgozatban bemutatott eredményeim mind az alap kutatások, mind az alkalmazások szempontjából különösen nagy érdeklődésre tarthatnak számot.

Eredményeinket a Nature Communications folyóiratban publikáltuk. Nat. Comm. 13, 6770 (2022)



**KUDOR MÁTYÁS***kudor.matyas@gmail.com*

Fizika

BSc, 5. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:  
Kuzmann Ernő  
ny. docens, ELTE TTK*

---

**Mágneses orientációváltozás nagyenergiájú nehézion besugárzás hatására lágymágneses FINEMET ötvözetben**

A lágymágneses anyagok kulcsfontosságú szerepet játszanak a széles körben használt elektronikai eszközökben. A modern lágymágneses anyagok egyik legismertebb fajtája a  $\text{Fe}_{73,5}\text{Si}_{13,5}\text{Nb}_3\text{B}_9\text{Cu}_1$  összetételű, FINEMET fantázia nevű ötvözet. Ezt az ötvözetet olvadátkállapotból történő gyorsűtéssel állítják elő amorf szalagok formájában, majd utólagos megfelelő hőkezelést alkalmaznak, aminek következtében nanokristályos kiválások keletkeznek az amorf mátrixban, miáltal a technológiai alkalmazások szempontjából kiváló lágymágneses tulajdonságokat érnek el. A korábbi kutatásokban összefüggést mutattak ki a mágneses permeabilitás és a mágneses anizotrópia között. A mágneses anizotrópia viszont nagyenergiájú nehézion besugárzással módosítható, ami által a hőkezelt FINEMET lágymágneses tulajdonságainak kedvezőbbé tétele várható.

A  $^{57}\text{Fe}$  Mössbauer-spektroszkópia kiváló módszer a mágneses szalagokban előforduló amorf és nanokristályos fázisok vizsgálatára és arra, hogy a mágnesezettség átlagos orientációját meghatározzuk és ezáltal a mágneses anizotrópiáról információt szerezzünk.

Jelen munkám során különböző permeabilitású, hőkezelt FINEMET típusú nanokristályos anyagokban a nagyenergiájú nehézion besugárzás hatására kialakuló mágneses anizotrópia változását tanulmányoztam a  $^{57}\text{Fe}$  Mössbauer-spektroszkópia segítségével. A mágneses anizotrópia vizsgálata a mágnesezettséggel arányos belső mágneses tér átlagos irányának a Mössbauer-spektrumokból történő meghatározásán alapult. Ily módon a Mössbauer-spektrum relatív vonalterületeinek analízisével a mágneses tér átlagos irányának a minta síkjára merőleges gamma-sugárzással bezárt szögét mértem meg. Elsősorban, azt kívántam vizsgálni, hogy a besugárzás milyen hatást gyakorol a hőkezelt FINEMET szalagok mágnesezettségének orientációjára, különös tekintettel olyan mintákon, amelyek előzetesen már részlegesen besugárzásra kerültek.

A besugárzás előtt és után megmért mintákon kapott eredmények összehasonlításából arra a következtetésre jutottam, hogy a mágneses orientáció a nagyenergiájú nehézion besugárzás hatására megváltozik, amely szerint a besugárzás hatására a mágneses tér átlagos iránya a minta síkjától a sík normálisa felé fordul. Ez a hatás eltérő mértékben érvényesül a különböző permeabilitású mintákon, valamint a részlegesen és teljesen besugárzott szalagokon. Eredményeim kiegészítik és megerősítik a korábbi munkában más FINEMET mintákon más nehézionokkal történt besugárzás eredményeire vonatkozó következtetéseket.

**VAJTAI LILI**

vliliomszal@gmail.com

Fizikus

MSc, 1. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Dr. Nemes Norbert**Profesor Titular, Universidad Complutense de Madrid**Dr. Simon Ferenc**egyetemi tanár, BME TTK*

---

### **A Brown-relaxáció jelenlétének hatása ferrofolyadékok mágneses tulajdonságaira**

A nanomágneses ferritek szuszpenziójaként kialakított ferrofolyadékok a mágneses anyagok egy új családját képviselik. Ezen anyagok nemcsak a potenciális alkalmazásaik (pl. rákellenes lázterápiában vagy, mint mágnesesen rögzített kenőanyagok) miatt, hanem alapvető viselkedésük kapcsán is érdeklődésre tartanak számot. Jelenleg ezen anyagok alapvető mágneses viselkedése sem ismert változó mágneses térben. Bár az alapvető relaxációs mechanizmusok ismertek, az optimális mérési technikák területén számos nyitott kérdés akad.

A mágneses folyadékok Debye-modelljében a változó külső mágneses tér által kiváltott viselkedést két relaxációs folyamat határozza meg, az ún. Brown- és a Néel-relaxáció. A két folyamat közül a Brown-relaxáció jelenti a mágneses szemcsék tényleges mechanikai mozgását, így a rá jellemző időállandó a folyadék mechanikai tulajdonságaitól (pl. viszkozitás) függ. Emiatt bizonyos körülmények között, például fagyás után, ez a folyamat nem játszik szerepet az anyag makroszkopikusan megfigyelhető tulajdonságaiban, vagyis a két halmazállapotban lényegesen eltérő megfigyeléseket tehetünk. A méréseim során ezeket a különbségeket vizsgáltam magnetometriai módszerekkel, többek között egy ún. SQUID magnetométer segítségével, az Universidad Complutense de Madrid intézményében. A legfontosabb eredményem, hogy sikerült egyértelműen azonosítani a ferrofolyadék megfagyásakor bekövetkező változásokat a makroszkopikus mágneses jellemzőkben.

**DETRICH MÁRTON**  
*martinprius@gmail.com*

**GAZDAG FERENC**  
*gazdag.ferenc805@gmail.com*

Középiskolai hallgató

Középiskolai hallgató

Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános  
Iskola és Gimnázium

Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános  
Iskola és Gimnázium

*Témavezető:  
Lagzi István László  
egyetemi docens, BME TTK*

---

### **Szerves-fémkoordinációs vázszerkezet (ZIF-67) előállítás a gélben**

A szerves-fémkoordinációs vázszerkezetek (angolul metal-organic frameworks, MOF-ok), egy új vegyületcsalád, amelyekben fém kation rácspontokat szerves molekulákból álló élek kapcsolnak össze. Ezek az anyagok a rendhagyó felépítésükből következően különleges fizikai és kémiai tulajdonsággal rendelkeznek (pl. nagy belső fajlagos felület) és ezért számos alkalmazási területe van (katalízis, gáz tárolás). A szerves-fémkoordinációs vázszerkezetek eddigi legszélesebb körben elterjedt előállítási módja a hidro-, vagy szolvotermális eljárás. Oldatban való létrejövésük után az oldószer a kristály épségét megtartva eltávolítható, így a kristály porozitása megővható. A kutató munkánk során a gél-módszert alkalmaztuk kobalt(II)-ionokból és metimidazolból (2-metil-imidazol) képződő szerves-fémkoordinációs vázszerkezet (ZIF-67) előállítására. A módszer lényege, hogy a két kiindulási anyagfajtát egy géloszlop segítségével kezdetben térben elválasztjuk, és a ZIF-67 kialakulását nemcsak a kémiai reakció, hanem az anyagfajták diffúziója is befolyásolja. A folyamat végén a legtöbb esetben látványosan megfigyelhető volt a Liesegang-jelenség kialakulása, amely során a gélben periodikus ZIF-67 zónák jöttek létre. A kutatás fő célja, hogy megfigyeljük és jellemezzük a gélben kialakult mintázatot, illetve megvizsgáljuk, hogy a kiindulási anyagfajták koncentrációja hogyan befolyásolja a jelenséget.

Irodalom:

S. Pekker et. al., “Új szerves-fémkoordinációs vázszerkezetek”, Fizikai Szemle, Vol. 1, 11-15 (2018).

Y. Yang et al., “Separation of xylene isomers: A review of recent advances in materials“, Industrial & Engineering Chemistry Research, Vol. 56, No. 50, 19-56 (2017).

S. Farkas et. al., “Periodic precipitation of zeolitic imidazolate frameworks in a gelled medium”, The Journal of Physical Chemistry C, Vol. 126, No. 22, 9580-9586 (2022).

**HORVÁTH VIKTÓRIA***horvath.viktoria00@gmail.com*

Fizikus

MSc, 4. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezető:**Kohut Attila**tud. Munkatárs, SZTE TTIK*

---

**Szikra plazmákban előállított egy- és kétkomponensű nanorészecskéken alapuló SERS szubsztrátok előállítása és összehasonlítása**

A szikra plazmákon alapuló nanorészecske-előállítás során két vezető elektród között hoznak létre ismétlődő kisüléseket. A szikra magas hőmérséklete miatt az elektródok anyaga lokálisan párolog, majd a vivőgázzal keveredve és gyorsan lehűlve részecskéket képez. Különböző anyagú elektródok alkalmazásával az előállított nanorészecskék anyagi minősége és összetétele egyszerűen módosítható. A módszer lehetőséget ad eltérő összetételű egy- és kétkomponensű nanorészecskék azonos körülmények között történő létrehozására, így a különböző anyagú részecskék leválasztásával készített szubsztrátok felületerősített Raman spektroszkópiái (SERS) mérésekben mutatott erősítési tulajdonságaik szempontjából egymással összehasonlíthatók.

Munkám során szikrakisüléses nanorészecske generátorban állítottam elő ezüst, arany és réz, valamint arany-ezüst és arany-réz ötvözet nanorészecskéket. A részecskéket kvarclapokra leválasztva nanostruktúrákat hoztam létre, amelyek SERS-erősítést Rodamin 6G oldat Raman spektrumának mérésével vizsgáltam 532 nm és 780 nm hullámhosszú gerjesztések mellett. A SERS szubsztrátok összehasonlítását rögzített leválasztási idő és felületi részecskekoncentráció mellett készített nanostruktúrák alkalmazásával is elvégeztem. Meghatároztuk az előállított nanorészecskék méreteloszlását is, valamint a nanostruktúrákat összetételük és abszorpciós spektrumuk szerint karakterizáltuk.

Összehasonlítva az eltérő összetételű SERS szubsztrátok erősítéseit mindkét gerjesztés esetén, a legmagasabb értékek a tiszta ezüst nanorészecskék felhasználásával készített szubsztrátokra adódtak, míg a legalacsonyabb értékeket a tiszta réz nanostruktúrákra kaptuk. A legnagyobb erősítést 780 nm hullámhosszú gerjesztés mellett mértük, ennek értéke a  $10^5$ -es nagyságrendbe esett. Az 532 nm hullámhosszú gerjesztés esetén számolt erősítések akár három nagyságrenddel alacsonyabbak voltak, mint 780 nm esetén. Ezen felül a mért erősítések összetétel-függése is jelentősen eltért a két gerjesztő hullámhossz mellett, vagyis az egyes összetételekhez tartozó erősítések aránya is változott.

## **ASZTRODINAMIKA ÉS RELATIVITÁSELMÉLET**

- 1. Boldis Bercel (BME - TTK)**
- 2. Dang Quoc Phong (DE - TTK)**
- 3. Fröhlich Viktória (ELTE - TTK)**
- 4. Fóris Attila (SZTE - TTIK)**
- 5. Kovács Ádám (SZTE - TTIK)**
- 6. Takács Árpád (ELTE - TTK)**

A Zsűri tagjai:

**Dr. Rác István**

**Dr. Bartos Imre**

**Dr. Zsóka Szilárd**

**BOLDIS BERCEL***beres1000@gmail.com*

Fizikus mesterképzési szak (MSc)

MSc, 1. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Dr. Lévay Péter Pál**tudományos főmunkatárs, BME TTK*

---

**BTZ fekete lyuk duális összefonódottsági mintázatainak vizsgálata klaszter algebrák segítségével**

A modern fizika egyik alapvető kérdése, hogy a gravitáció elméletének klasszikus fizikai leírása hogyan hozható kapcsolatba a kvantummechanika jelenségeivel. Ezt a kérdést igyekszik megválaszolni az úgynevezett AdS/CFT megfeleltetés, amely kapcsolatot teremt a kvantumösszefonódottság és a gravitáció jelenségei között. Dolgozatomban ezen megfeleltetés egy speciális esetével foglalkozok.

Az AdS<sub>3</sub>/CFT<sub>2</sub> megfeleltetés kapcsolatot teremt a 2+1 dimenziós aszimptotikusan anti-de Sitter terek geodetikusai, valamint a tér kétdimenziós határán lévő konform térelméletek megfelelő tartományainak kvantum információelméleti mennyiségei között. A CFT vákuum gerjesztései a duális elméletben különböző geometriákat eredményeznek. Ilyenek például az úgynevezett makroszkópikus BTZ fekete lyukak.

A kvantum információelmélet egyik alapvető összefüggése az úgynevezett erős szubadditivitás, amely egy kvantumrendszer részrendszereinek összefonódottsági entrópiáira szolgáltat megkötések. Az erős szubadditivitás szerkezete miatt a CFT összefonódottsági mennyiségei több részrendszerre való particionálása esetén a duális gravitációs térben godetikus sokszögek triangulációin keresztül vizsgálhatók. Dolgozatomban a makroszkópikus BTZ fekete lyukak triangulációinak szerkezetéből kiindulva megmutatom, hogy a CFT tartományok entrópiái úgynevezett  $C_n$  típusú klaszter algebrákkal, kölcsönös feltételes információi pedig Zamolodchikov Y-rendszerekkel állnak kapcsolatban. Korábbi eredményeinkkel együtt így már nem csak a vákuum, hanem a magas hőmérsékletű CFT összefonódottságának is algebrai leírást adtunk.

**DANG QUOC PHONG***dqphong21@gmail.com*

fizikai

BSc, 3. félév

Debreceni Egyetem

Természettudományi és Technológiai Kar

*Témavezetők:**Dr. Cseh József**tudományos tanácsadó, ATOMKI - Atommagkutató Intézet**Dr. Szilágyi Sándor**ügyvezető, nyugdíjas*

---

**BOLYGÓRENDSZEREK VIZSGÁLATA ÉS A KEPLER-PROBLÉMA REJTETT  
SZIMMETRIÁI**

The question of whether there exists a regular connection between the orbits of planets in the Solar system has been a mystery over centuries. Kepler thought of a transformation in terms of the five regular polyhedra; nevertheless, it was not proved to be true. In the late 20th century, Barut put forward a new relation motivated by the hidden symmetry of the Kepler problem. In 2020, J. Cseh found that the symmetry-governed rule is valid in exoplanetary systems as well. That study was dealing, however, with only a few systems; therefore, a systematic investigation is highly desirable. In this project, I am going to consider all the known planetary systems having five or more planets. The results show that Barut's equations are valid to a very good approximation. It would be irrational to say that it happens accidentally. Consequently, the observations seem to support the historical guess on the regularity of the planetary orbits, in particular, the symmetry-inspired transformation rules.

**FRÖHLICH VIKTÓRIA***frohlich.viktoria@csfk.org*

Fizika

BSc, 5. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Regály Zsolt**tudományos főmunkatárs, Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Konkoly Thege Miklós**Csillagászati Intézet*

---

### **Kísérők végzetes tánca II-es típusú szupernóvák körül**

Mára ötezer exobolygó-rendszert ismertünk meg, többségében fősorozati csillagok körül. Érdekes módon azonban az elsőként felfedezett exobolygó-rendszer három bolygója pulzár körül kering (PSR B1257+12). Mivel a pulzárok II-es típusú szupernóva-robbanások (SN II) során keletkeznek, az eredeti bolygórendszer dinamikailag instabillá válhat. A bolygóbefogás kis valószínűségű, három planéta befogása pedig közel lehetetlen. E rendszerek létét második generációs bolygókeletkezési hipotézis magyarázhatja, melyben a bolygók az SN II táguló köpenyanyagából keletkezhetnek.

Dolgozatomban SN II-robbanások dinamikai hatásait modelleztem kettős- illetve hármas rendszerekben. Elsőként alkalmaztam homológ tágulási modellt a SN tömegvesztésének leírására. Ezt nagy pontosságú, változó központi tömegű numerikus N-test integrátorral ötvöztem. A szakirodalomban eddig nem volt olvasható hasonló vizsgálat. A dolgozatomban analizáltam a kötött rendszerek pályaelemeinek és sebességének, illetve a széteső rendszerek komponensei sebességében bekövetkezett változásokat.

Megmutattam, hogy a csillag SN II-robbanását bolygók csak ritkán élhetik túl stabil pályán. Ha egy 275 km/s-nál kisebb pekuliáris sebességű pulzárt figyelünk meg, feltehetjük, hogy gömbszimmetrikus SN-robbanás során keletkezett. Azonban, ha pekuliáris sebessége ennél nagyobb, az közvetett bizonyítéka lehet egy aszimmetrikus robbanásnak. Hármas rendszerekben a főkomponens körüli kísérő a robbanást követően nem maradhat kötött pályán. Ha a bolygó kettős tömegközéppontja körül keringett, hogy a kettőscsillag valamely komponense befoghatja. Csillagától elszakadó óriásbolygó holdjának excentricitása elegendően naggyá válhat ahhoz, hogy a holdon jelentőssé váljon az árapályfűtés. Így kóbor bolygók körül keringő holdon is megfelelő feltételek alakulhatnak ki a biogenezishez.

Először a témakör rövid bevezetését olvashatjuk. Ez után bemutatom a homológ köpenytágulási modellt, és az alkalmazott numerikus módszereket. A vizsgált modellkonfigurációk leírása után minden konfiguráció analizálására külön fejezetben térek ki. A dolgozat utolsó részében a legjelentősebb eredményeket foglalom össze. Az eredmények egy része az ApJ-ben került publikálásra. A kettős neutroncsillagok és excentrikus holdak keletkezését leíró cikkek kézírata szerkesztés alatt áll.



**FÓRIS ATTILA***forat19980715@gmail.com*

Fizikus

MSc, 2. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezető:  
Gergely Árpád László  
egyetemi tanár, SZTE TTIK*

---

### **Nagyfrekvenciás gravitációs hullámok és visszahatásuk erős gravitációs térben**

Felmerül a kérdés, hogy erős gravitációs térben, például a fekete lyukak közelében vagy a korai univerzumban hogyan viselkednek a gravitációs hullámok. Ezt a kérdést Richard A. Isaacson járta körül 1968-ban. Azt a feltevést alkalmazta, hogy a gravitációs hullámok hullámhossza elhanyagolható a téridő görbületi sugarához képest. Ezt geometriai optikai vagy nagyfrekvenciás közelítésnek nevezik. A perturbációk nulladik rendje a háttér-téridőre vonatkozó Einstein-egyenleteket adja. Isaacson belátta, hogy erős gravitációs térben szintén a perturbációk első rendje hullámegyenlethez vezet, azonban a szokásos d'Alembert operátor helyét az ún. Lichnerowicz-féle d'Alembert operátor veszi át. A hullámokat WKB-közelítésben tárgyalta, melynek lényege, hogy a hullám amplitúdója a vizsgált tartományon lassabban változik, mint a fázisa. Azt is belátta, hogy a perturbációk második rendje a gravitációs hullámok háttérre való visszahatását adja meg. Beláttam, hogy a Lichnerowicz-féle d'Alembert operátort tartalmazó hullámegyenlet szerint fejlődő gravitációs hullámok akárcsak a fény, null geodetikusokat követnek. Vagyis erős gravitációs tér jelenlétében is fénysebességgel terjednek a gravitációs hullámok. A gravitációs hullámok polarizációjának vizsgálatát Isaacson elemzésénél részletesebben csináltam. Beláttam, hogy a polarizációs tenzor ugyanúgy két polarizációt tartalmaz (a + és x polarizációkat) erős térben is, mint gyengeterben. Önálló számolásként bizonyítottam, hogy lineáris rendben nem változnak meg a polarizációs komponensek a közelítési eljárásban. A dolgozat második felében a hangsúly a másodrendű Einstein-egyenlet megoldásán volt, amihez szükség volt az energia-impluzus tenzorra melyben leválasztottam a forrást a mezőről, majd a kapott tagok számát a Brill-Hartle-átlagolási eljárás segítségével lecsökkentettem. Ennek az átlagolási eljárásnak a lényege, hogy a gravitációs hullám hullámhosszához képest nagy, de a téridő görbületi sugarához képest kicsi intervallumon végezzük el a hullámok összegzését. Végül pedig Isaacson nyomán megmutattam a perturbációról, hogyha a polarizációkkal fejezzük ki, akkor megkapjuk azt az eredményt, hogy ha egy Brill-Hartle értelemben vett gömbszimmetrikus gravitációs hullám végighalad a Minkowski-téridőn, akkor abból Vaidya-téridőt hoz létre. Második önálló eredményként pedig bebizonyítottam, hogyha egy hengersizmetrikus gravitációs hullám söpör végig a Minkowski-téridőn, akkor az pedig sugárzó Levi-Civita(Rao) téridőt hoz létre.

**KOVÁCS ÁDÁM**

adam010313@gmail.com

Fizika

BSc, 6. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezető:  
Gergely Árpád László  
egyetemi tanár, SZTE TTIK*

---

### **Gömbszimmetrikus téridők nagyfrekvenciás sugárzás jelenlétében**

Az általános relativitáselmélet a gravitációt téridő-görbületként kezeli. A gravitáció forrása minden anyag és energiaforma, melyek energia-impulzus tenzora az Einstein-egyenleten keresztül határozzák meg a gravitációt. A gömbszimmetria feltevése nagyban egyszerűsíti a tárgyalást. Az egyik legegyszerűbb energia-impulzus tenzor a null por, mely sugárzást ír le nagyfrekvenciás vagy geometriai optikai közelítésben. Ebben a közelítésben a sugárzás hullámhossza jóval kisebb a téridő görbületi sugaránál, így a sugárzási mező belső fejlődése nincs hatással a gravitáció dinamikájára. A null por tehát tetszőleges polarizációjú, egyirányú hullámok inkoherens szuperpozíciójának tekinthető, mely geometriai optikai közelítésben modellez elektromágneses vagy gravitációs hullámokat.

A null por által generált gömbszimmetrikus téridőt Prahalad Chunnial Vaidya találta 1943-ben. Alakja emlékeztet az Eddington-Finkelstein koordinátákban felírt Schwarzschild-téridőre, azzal a különbséggel, hogy a tömeg helyét egy advanzsált vagy retardált időtől függő függvény veszi át. Előbbi esetben a tömegfüggvény monoton növekszik, amit befele haladó sugárzás okoz. Utóbbi esetben a tömegfüggvény csökkenő, a sugárzás kifelé halad, ez egy sugárzó égitest külső tartományát írja le.

Míg a Schwarzschild-téridő egyaránt felírható idő- és térkoordináta, null- és térkoordináta vagy két null koordináta segítségével, a Vaidya-téridő dupla null koordinátás alakja csak speciális (lineáris vagy exponenciális) tömegfüggvény esetén ismert. A dupla null alak fontossága a téridő kauzális szerkezetének vizsgálatában fontos.

Tudományos Diákköri Konferencia dolgozatomban reprodukáltam a Vaidya-téridő dupla null koordinátákba transzformálásának menetét, melynek részletei nem találhatók meg a szakirodalomban. Ennek célja kettős volt. Egyrészt szeretném megvizsgálni, hogy vannak-e más tömegfüggvények is, melyek esetén lehetséges a transzformáció. Másrészt szeretnék olyan tömegfüggvényt találni, aminél a transzformáció végrehajtható a Vaidya-téridő legegyszerűbb általánosításában, az elektromosan töltött Vaidya-téridőben. Ezek a vizsgálatok folyamatban vannak.

**TAKÁCS ÁRPÁD***arpadtakacs2001@gmail.com*

Fizika

BSc, 5. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Kovács Tamás**posztdoktori kutató, ELTE TTK*

---

**Rezonáns bolygórendszerek analitikus vizsgálata a Kuramoto-modell segítségével**

A bolygórendszerek kialakulásában és fejlődésében fontos szerep jut a középmozgás rezonanciáknak, azaz amikor szükséges feltételként az égitestek keringési periódusai kis egész számok hányadosai. Az elmúlt évek exobolygó-kutatásának egyik fontos eredménye, hogy többes rendszerekben az égitestek ún. rezonancia láncokba rendeződnek. Ez a dinamikai mechanizmus a probléma nemlineáris jellegéből adódóan numerikusan kezelhető kényelmesen. Analitikus tárgyalásmódja, a perturbációs függvény pályaelemek szerinti sorfejtése, azonban jóval korábbra nyúlik vissza. Mindazonáltal a bolygók rezonáns viselkedésére teljesen általános analitikus modellt eddig nem sikerült kidolgozni. Magasabb rendű rezonanciák és több (5-6) bolygó esetén a sorfejtés bonyolult alakot ölt. Dolgozatomban egy, az eddigiektől eltérő, megközelítést használok. Más tudományterületeken sikerrel alkalmazott Kuramoto-modell által leírt csatolt oszcillátor rendszer szinkronizációjával modellezem a bolygók rezonáns mozgását. Ehhez a gravitációs probléma Hamilton-függvényét kell a Kuramoto-modell Hamilton-függvényének formájára hozni. A módszer előnye, hogy a Kuramoto-modell az oszcillátorok szinkronizációját egy a statisztikus fizikából ismert rendparaméter segítségével tárgyalja, aminek analógiája analitikus leírást ad nagyszámú bolygó rezonáns dinamikájára. Kutatásom fő feladata a megfelelő kanonikus transzformáció(k) felírása, a mozgásegyenletek levezetése és végső soron a rezonáns dinamika analitikus modelljének megadás. A dolgozatban a munka első fázisaként speciálisan három bolygó elsőrendű rezonanciába való mozgását tárgyalom a fenti módszerrel az általánosítás lehetőségét szem előtt tartva.

## ASZTROFIZIKA

1. **Kalup Csilla (ELTE - TTK)**
2. **Truszek Márton (SZTE - TTIK)**
3. **Bánhidi Dominik (SZTE - TTIK)**
4. **Varga Vázsony (ELTE - TTK)**
5. **Bora Zsófia (ELTE - TTK)**
6. **Harmati Beáta (ELTE - TTK)**
7. **Világos Blanka (ELTE - TTK)**

A Zsűri tagjai:

**Dr. Kolláth Zoltán**

**Dr. Könyves Vera**

**Dr. Mosoni László**

**KALUP CSILLA***kalupcsilla@gmail.com*

Csillagász

MSc, 5. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Dr. Molnár László**tudományos főmunkatárs, ELKH Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont**Dr. Szabó M. Gyula**igazgató, ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium*

---

**Porral takarva: dudor vidéki gömbhalmazok szín-fényesség diagramjai**

A Kepler űrtávcső K2 missziója során számos gömbhalmazról készített méréseket, melyek többségének analízisét még senki nem végezte el, mivel ez speciális eljárásokat igényel. Az egyik előző OTDK munkám során a C15-ös kampányban mért NGC5897 gömbhalmaz részletes analízisével foglalkoztam, míg a 2021/22 tanévben a C11-es gömbhalmazok vizsgálatával foglalkozom. A C11-es kampány során a Kepler a központi dudor irányába végzett méréseket, ami miatt két fő nehézséggel találkozhatjuk szembe magunkat: a nagy csillagsűrűséggel, valamint a centrum környéki jelentős és fraktálszerűen szerteágazó porfelhőkkel. A csillagsűrűség miatt a legtöbb adatredukáló pipeline nem működik megfelelően, és az asztrometriai bekötést részben manuálisan kell elvégezni, a halmazok elé inhomogén módon benyúló porfilamentek pedig csillagközi vörösödést okoznak, ráadásul nem egységesen minden csillagra, hanem a halmaz különböző pontjain lévő csillagoknál különböző mértékben.

A jelen dolgozatban tárgyalt kutatási program célja a C11 során is mért M9, M19 és NGC6293 gömbhalmazok minél tisztább szín-fényesség diagramjának felrajzolása, majd ennek segítségével a halmazok előtti változó vörösödés feltérképezése. Mivel az infravörös portérképek, melyek általánosságban az extinkciós értékeket szolgáltatják a vörösödés korrigálására, nem elég nagy felbontásúak, hogy az egyes halmazok előtti néhány ívperces változásokat is lekövezzék, ezért egy alapos és homogén fotometriai felmérésre van szükségünk ezek tanulmányozásához: a Gaia űrobservatóriumra, melynek segítségével korábban még senki nem végezte el ezeket a vizsgálatokat.

Munkám során a Gaia EDR3 katalógusát használtam, hogy létrehozzam az egyes halmazok szín-fényesség diagramjait, valamint relatív szintérképeit. Ehhez sajátmozgás alapján halmaztagság vizsgálatot végeztem, majd az EDR3 katalógusban található adatok és azok precíz felhasználásának részleteit ismertető publikációk alapján eltávolítottam a szignifikáns szisztematikus hibákat okozó adatpontokat, illetve tovább tisztítottam a halmazokról kapható szín-fényesség diagramokat. Végül a fősorozat és az óriások alakjának levonásával kiküszöböltem a halmaztagok fejlődési állapotából fakadó színkülönbségeket, és a kapott módosított színindexekből létrehoztam a halmazok relatív szintérképeit, amiket elsődlegesen már a por okozta vörösödés dominál.

**TRUSZEK MÁRTON***truszekmarci@gmail.com*

Fizika

BSc, 5. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezetők:**Dr. Mészáros Szabolcs**tudományos főmunkatárs, ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium és Multidiszciplináris**Kutatóközpont**Dr. Szalai Tamás**adjunktus, SZTE TTIK*

---

**Molekulavonalak erősségének vizsgálata a csillagok hőmérsékletének és felszíni nehézségi gyorsulásának függésében**

A James Webb űrtávcső (JWST) felbocsátásával új korszak nyílt a csillagászatban. Az MTA-ELTE Lendület Tejútrendszer Kutatócsoport a JWST műszereinek fluxuskalibrációja céljából a Space Telescope Science Institute munkatársaival együttműködve új elméleti színekadatbázist hoz létre. A kutatócsoport tagjaként ennek az adatbázisnak az elkészítésében veszek részt.

Dolgozatom témája az új színekadatbázisban lévő csillagok spektrumában található abszorpciós molekula-vonalak erősségének vizsgálata a csillag effektív hőmérsékletétől és felszíni nehézségi gyorsulástól függően. Az alacsony hőmérsékletű csillagok molekulavonalakban gazdag színekének megértéséhez elengedhetetlen fontosságú az, hogy ismerjük az egyedi molekula-vonalak viselkedését. A munkám fő célja annak meghatározása, hogy az adott molekula-vonalak, illetve vonalcsoportok milyen hőmérsékletek esetén vannak jelen a csillagok spektrumában, illetve mikor hanyagolhatóak el. Ez kiemelten fontos információ az exobolygók és csillagok spektrumvonalainak megkülönböztetésében.

A vizsgálati módszerem a spektrumszintézis, melyet a Synspec nevű kóddal végeztem el egy könnyen kezelhető python-os felületen keresztül. Az elméleti spektrumok számolásához szükség van az atomi- és molekuláris átmeneteket tartalmazó vonallistára, illetve a csillag légkörét fizikailag leíró modellatmoszférára. A munkám során a MARCS modellatmoszférák használatával számítottam elméleti csillag-spektrumokat. Összesen 23 molekula vonalerősségét vizsgáltam a csillag spektrumában olyan módon, hogy csak az adott molekulának a vonalai jelenjenek meg benne.

Azt találtam, hogy a legtöbb molekula 7000K-nél hűvösebb csillagok színekében jelenik meg. A JWST közeli és közepes infravörös hullámhossztartományában a legerősebb abszorpciós sávokkal a CO, H<sub>2</sub>O, OH, OH<sup>+</sup> és SiO molekulák rendelkeznek. Amíg H<sub>2</sub>O és SiO vonalai csak 4500-5000K alatt válnak jelentőssé, CO, OH és OH<sup>+</sup> magasabb, akár 6000-6500K hőmérsékletű, csillagok színekéből is sok fényt nyelnek el.

**BÁNHIDI DOMINIK***banhidid35@gmail.com*

Fizikus

MSc, 7. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezető:**Dr. Barna Barnabás  
adjunktus, SZTE TTIK*

---

### **Az Iax típusú szupernóvák luminozitás -sebesség relációjának vizsgálata**

A szupernóvák vizsgálata a modern asztrofizika egyik legfontosabb területe. A szupernóvák jelentősége sokrétű: a kozmikus nukleoszintézis legjelentősebb képviselői, általuk olyan fizikai folyamatok sora figyelhető meg, amelyek nagyon extrém körülmények közepette történnek, nagy luminozitásuk következtében nagy távolságokon alkalmazhatók távolságmérésre, továbbá a csillagfejlődés folyamatának is fontos szakaszát jelentik.

Munkám során az Ia típusú szupernóvák egy jelentős, legtöbb képviselőt felmutató pekuliáris alcsoportjával, az Iax típusú szupernóvával foglalkoztam. Az Ia típusú szupernóvák szoros kettős rendszerben lévő és a Chandrasekhar-határtömeget átlépő fehér törpék termonukleáris robbanásai. Az Ia típusú szupernóvák egy része standardizálható gyertya, így távolságmérésre alkalmazható akár kozmikus méretskálán, továbbá ezek szolgálták az univerzum gyorsuló tágulásának felfedezéséhez is. Az Iax típusú szupernóvák a hagyományos Ia-knál kisebb energiájú robbanást, alacsonyabb maximális luminozitást, és kisebb fotoszféra sebességet mutatnak. További fontos jellemzőjük a nagy fokú diverzitás mind az abszolút fényességet, mind a fotoszféra sebességet tekintve. A kései spektrumok alapján a robbanást követően egy maradványobjektum marad vissza szemben az Ia-kkal.

Dolgozatomban először egy, a szakirodalom szerint a többi ismert Iax szupernóvától eltérő szupernóvának, az SN 2014ck-nak a tomográfias spektrumanalízisét végeztem el egy TARDIS nevű radiatív transzferkód segítségével. A TARDIS sokkal realiztikusabb kód, mint az eredeti szakirodalmi vizsgálatban (Tomasella et al. 2016) alkalmazott SYNOW kód, így lehetőség nyílt annak felülvizsgálatára, hogy az SN 2014ck tényleg olyan különleges -e az Iax-ek között. A spektrumillesztésekből adódó eredmények szerint az említett szupernóva kevésbé különbözik az Iax-ektől, mint az eredetileg látszott.

Ezt követően azt vizsgáltam, hogy létezik-e és ha igen, akkor milyen erős a korreláció az Iax szupernóvák maximális  $V$  abszolút fényessége és a  $V$  maximumkori fotoszféra sebessége között. Ehhez a szakirodalomban fellelhető összes Iax szupernóva adatainak konzisztens összegyűjtése kellett, ahol szükséges volt interpolációk és SDSS-Bessel magnitúdó átváltások alkalmazásával. A konzisztensen összegyűjtött adatok vizsgálata és függvényillesztése kimutatta, hogy a luminozitás-sebesség reláció valóban létezik és az sokkal erősebb, mint azt a szakirodalomban eddig feltételezték.

**VARGA VÁZSONY***varga.vazsony@gmail.com*

Fizika

BSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Molnár László**tudományos főmunkatárs, ELKH Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont*

---

**Pontosabb RR Lyrae fotometriai fémességek nyomában a Gaia űrtávcsővel**

A csillagok szerkezetének, életútjának, az általuk mutatott változásoknak egyik meghatározó paramétere a fémesség, ami azt írja le, hogy a hidrogén és a hélium mellett mennyi azoknál nehezebb kémiai elem található meg bennük. Ezt általában csak színeképek felvételével tudjuk meghatározni, azonban az RR Lyrae típusú pulzáló változócsillagokban nagy lehetőség rejlik: fénygörbéjük felvételével tisztán fotometriai úton becslést adhatunk fémességükre. Ezt egy, az egyes altípusokra külön-külön érvényes empirikus összefüggés segítségével tehetjük meg, ami a fénygörbealak színszűrőfüggése miatt különböző fotometriai sávokra egyenként illesztendő.

A Gaia űrtávcső több százezer RR Lyrae csillag fotometriai adatait biztosítja, így a galaxisunk környéke fémességeloszlási trendjeinek felmérésére igen hatékonyan alkalmazható. Ennek legszélesebb és legáltalánosabban használt, G színsávjára jelenleg a szűrők különbözőségének ellenére egy, a Kepler űrtávcső Kp sávjára illesztett összefüggés van használatban a nemzetközi szakirodalomban, köztük magában a Gaia űrtávcső katalógusában is. A jelenleg használt összefüggés kalibrációs csillagai ráadásul a paramétertérnek az elvárhatónál lényegesen kisebb részét fedik le. Ezek mind jelentős szisztematikus hibát okoznak az így kapott fotometriai fémességekben.

Munkám során a két legfőbb, RRab és RRc altípusra elsőként adtam meg közvetlenül a Gaia űrtávcsőre kalibrált fotometriai fémességbecslő összefüggést. Ehhez négy nagyfelbontású spektroszkópiai adatsort, valamint a Gaia űrtávcső legújabb, DR3 jelű adatbocsátásának fotometriai méréseit használtam.

Az így kapott összefüggéssel korrigáltam a pulzációs periódust és amplitúdót ábrázoló Bailey-diagram fémességeloszlását, amelyben eddig az észleléseknek teljesen ellentmondó trendek voltak megfigyelhetőek. Emellett megvizsgáltam a Magellán-felhők RR Lyrae populációinak fémességeloszlását, az LMC-ben megerősítve a fémességgradiens jelenlétét, és pontosítva annak értékét.



**BORA ZSÓFIA***bora.zsfia2@gmail.com*

Csillagász

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Vinkó József**tudományos tanácsadó, ELKH CSFK KTM Csillagászati Intézet*

---

### **Távolságmérés Ia típusú szupernóvákval**

Tudományos Diákköri Dolgozatom célja 18 db, a Piszkestetői Observatóriumban megfigyelt Ia típusú szupernóva fotometriai analízise, és távolságmeghatározása volt fénygörbe-illesztő modellek használatával.

A szupernóvák végállapotú csillagok nagyenergiás robbanásai, melyek igen fényesek, így nagy távolságokról is megfigyelhetők. Dolgozatomban először is bemutattam ezen objektumok megfigyelésének történelmét, és osztályozásuk lényegét. Ezután részleteztem az Ia típusú szupernóvák (SNIa-k) eredetét, robbanási mechanizmusait, és megfigyelhető tulajdonságait. Az Ia típusú szupernóvák egyik legismertebb tulajdonsága, hogy standardizálható gyertyákként fontos szerepet játszanak a csillagászati távolságmérésben. Erre a célra munkám során 2 féle fénygörbe-illesztő módszert alkalmaztam: a SALT3 modellt, amely szintetikus spektrumok készítésére alapozza illesztését, valamint az MLCS2k2 kódot, amely a több színűre is kiterjesztett Phillips-relációt alkalmazza.

A munkám során vizsgált SNIa-k megfigyelését a Piszkestetői Observatóriumban végezték el 2019 és 2021 között egy 80 cm-es tükörátmérőjű Ritchey-Crétien távcsővel, ezek egy részében én is részt vettem. Az észlelt szupernóvákon képlevonásos apertúra fotometriát végeztünk el, ebben részt vett témavezetőm és konzulensem is, majd az észlelt magnitúdók standard fotometriai rendszerbe transzformálását saját kóddal számoltam.

A fotometriából megkapott többszínű fénygörbék illesztését ezután elvégeztem az előbb említett két modellel, és az így általam meghatározott távolságokat összehasonlítottam a szakirodalomban elérhető adatokkal.

Vizsgált szupernóvaim gazdagalaxisai közül 2 esetben határoztak meg korábban Ia típusú szupernóvával távolságot, valamint további általam vizsgált 4 objektumra már a szakirodalomban is elérhető távolságmeghatározás, így a mintám maradék 13 tagjára ezt elsőként tehettem meg. A kapott távolságokat a Hubble-diagram reprodukálásával ellenőriztem, és megállapítottam, hogy mind a SALT3 és az MLCS2k2 módszer is alacsonyabb Hubble-állandó értéket ad a legfrissebb, Ia szupernóvák a távolságlétra részeként használó mérésekhez képest. Ennek oka az, hogy kevés objektumot vizsgáltam, s azok kis vöröseltolódásokon helyezkedtek el, így pekuliáris sebességeik erősen hozzájárulnak a mért vöröseltolódás értékéhez.

**HARMATI BEÁTA***harmatibea@gmail.com*

Csillagász

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Mészáros Szabolcs**tudományos főmunkatárs, ELTE-GAO MKK*

---

**Csillagok luminozitásának és sugarának meghatározása új bolometrikus korrekciók alapján**

A dolgozat során a fő célom az volt, hogy az elméleti spektrumokból kapott Gaia és 2MASS magnitúdókat és bolometrikus korrekciókat (BC) minden korábbinál pontosabban meghatározzam, ezzel pedig az APOGEE égboltofelmérő program által észlelt csillagok sugarát és luminozitását még pontosabban ki tudjam számolni.

A munka során a Gaia és a 2MASS égboltofelmérő programok szűrőire számoltam szintetikus magnitúdókat, ezeket kombinálva pedig színindexeket állapítottam meg. A színindexek a legnagyobb mértékben a csillagok effektív hőmérsékletével állnak korrelációban, de ezen felül a fémesség, illetve a felszíni gravitáció is hatással van azok értékeire. Miután a szintetikus magnitúdókból a színindexek értékeit kiszámoltam, azokat összevettem a Gaia DR3 adataival, melyekkel jó egyezést mutattak az általam számolt értékek.

Ezt követően a szintetikus magnitúdókat bolometrikus korrekciók kiszámítására használtam fel. Ezek a BC értékek az eddigiéknél pontosabbak, ugyanis a számolások során új modelleket használtam, melyekbe egy új, eddig korábban nem alkalmazott kémiai elem, a szén jelenléte is figyelembe van véve, valamint az alfa-elemek az eddigiéknél szélesebb tartományban jelennek meg. Az ezek alapján megkapott bolometrikus korrekció értékek segítségével interpolációs eljárást alkalmazva az APOGEE által észlelt csillagokra is megkaptam a BC-eket, azok segítségével pedig új luminozítás- és sugárértékeket számolhattam ki.

Az új BC értékek segítségével egy új Hertzsprung-Russel diagramot tudtam ábrázolni az APOGEE által észlelt csillagokra, melyeken kirajzolódnak a diagram ágai. Ezt összevettem a Gaia adatbázisában található adatokkal, az abból (ugyanezen csillagok alapján) ábrázolt HRD-vel, és az új BC-k az APOGEE pontosabb adataival kombinálva egy kisebb szórású HRD-hez vezettek. Összességében megállapíthattam, hogy az APOGEE helyesen azonosította a csillagkeletkezési régiókban lévő csillagokat, amelyek a Gaia esetében nem látszanak, valamint a különböző fejlődési állapotok esetén szintén konzisztensebben helyezkednek el a csillagok az APOGEE pontosabb effektív hőmérsékletei illetve a precízebben meghatározott bolometrikus korrekciók alkalmazásának következtében.

**VILÁGOS BLANKA***blanka.vilagos@gmail.com*

Fizika

BSc, 5. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Cseh Borbála**Tudományos segédmunkatárs, Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Konkoly Thege**Miklós Csillagászati Intézet**Dr. Kovács József**Tudományos főmunkatárs, ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium és Multidiszciplináris**Kutatóközpont*

---

**Báriumcsillagok elemgyakoriságai gépi tanulással**

A báriumcsillagok (Ba csillagok) spektrumában olyan, vasnál nehezebb elemeket találhatunk nagy mennyiségben, amelyeket a lassú neutronbefogásos folyamat (*s*-folyamat) termelt. Ez a folyamat a kistömegű csillagok utolsó aktív életszakaszában, az aszimptotikus óriásági (AGB) fázisban zajlik, viszont a Ba csillagok ennél fiatalabbak, tehát önmaguk még nem termelhetek ilyen elemeket. Valójában minden ilyen csillag kettős rendszer tagja, ahol a társa már átesett az AGB fázison, és ekkor anyagot adott át a mai Ba csillagnak. Az ilyen rendszerek vizsgálata kiemelten fontos az *s*-folyamat körülményeinek pontosabb megismeréséhez.

Korábbi munkámban már megkezdtem egy olyan eljárás kifejlesztését, ami a Ba csillagok spektrumában észlelt kémiai elemek mennyisége alapján meghatározta, hogy milyen fémességű és tömegű AGB csillagtól származhat eme dúsulás. Ehhez Ba csillagok elemgyakoriságainak egy homogén mintáját használtam, és ezeket AGB nukleoszintézis modellek eredményéhez hasonlítottam. Ezen kutatásban ezt az eljárást továbbfejlesztettem a gépi tanulás módszereinek segítségével olyan csillagokra is, amelyekre nem becsülték meg korábban más szerzők a csillag tömegét, az átadott tömeg mennyiségét realizisztikusabban, szabad paraméterként kezelve.

Három, egymástól független algoritmust (ún. klasszifikátort) használva mintám mind a 169 csillagára beazonosítottam a legvalószínűbb AGB modelleket, amik a dúsítást végezhetnék az egyes Ba csillagokra. A három klasszifikátor közül egyet én fejlesztettem ki, ami a random forest nevű módszert alkalmazza és konzisztens eredményeket mutat a többivel.

Azt is megvizsgáltam, hogy az egyes elemek mutatnak-e a mintában szisztematikus eltérést a legjobbnak ítélt modell és a Ba csillagokban megfigyelt mennyiség között. Azt találtam, hogy igen, három elem esetén az észlelésekben jelentős hiány tapasztalható a többi elemhez képest a modellek eredményeiben. Így valószínűleg a modellek figyelmen kívül hagynak egy olyan folyamatot, ami ezeket az elemeket termeli.

Emellett megvizsgáltam a csillagok tömegének, valamint az átadott tömeg arányának eloszlását is, amik alátámasztják a Ba csillagokra vonatkoztatott irodalmi eredményeket is. Ezek értelmében a Ba csillagok összetételét kistömegű AGB csillagokkal való kölcsönhatás hozza létre, ami révén a csillag külső köpenyének kis részét köszönheti társának.

## ELMÉLETI SZILÁRDTESTFIZIKA

1. **Berke Martin (BME - TTK)**
2. **Penc Patrik (BME - TTK)**
3. **Kránitz Péter (BME - TTK)**
4. **Holló Áron (ELTE - TTK)**
5. **Máth Benedek Huba (BME - TTK)**
6. **Király Csaba Zoltán (SZTE - TTIK)**
7. **Csépányi István (BME - TTK)**

A Zsűri tagjai:

**Dr. Papp György**

**Dr. Csaba György**

**Dr. Vancsó Péter**

**BERKE MARTIN***berke.martin01@gmail.com*

Fizikus

MSc, 3. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Dr. Csonka Szabolcs  
egyetemi docens, BME TTK*

---

### Szupravezetők kapuzásának vizsgálata keresztkorrelációval

Szupravezető építőkövekből felépülő integrált áramköröknek számos kedvező tulajdonsága lenne, ilyen például a nagy számítási sebesség és a kis energiaigény. Az elmúlt években rendkívül érdekes jelenséget figyeltek, melynek lényege, hogy a szupravezető nanovezeték közelébe helyezett elektródára feszültséget kapcsolva a szuperáram elnyomható. Ez a jelenség lehetőséget kínál arra, hogy szupravezető anyagok segítségével is készüljenek kapuelektrodával vezérelhető áramköri elemek, hasonlóan a térvezérelt tranzisztorokhoz. A jelenséget eddig több különböző anyagon vizsgálták, azonban a mikroszkopikus magyarázatáról nincs tudományos konszenzus. Dolgozatomban InAs nanopálcákra epitaxiális eljárás segítségével létrehozott Al szupravezető rétegen vizsgálom a jelenséget.

Korábbi vizsgálataink alapján a hibrid nanopálcák ígéretesek szupravezető elektronikák létrehozására, hiszen a teljes szuperáram elnyomás viszonylag alacsony kapufeszültséggel megvalósítható, így az eszközök integrálhatósága a szokványos elektronikai elemekkel megoldott. Jelen munka során demonstrálom a kapuzási mechanizmust, majd a kapcsolási áram eloszlás mérések analízisével alkotok mélyebb képet a jelenségről. Az új eredményeket régi munkánkkal összevetve megállapítható, hogy a szupravezető vezeték anyagától függetlenül hasonló trendet figyelhetünk meg a kapcsolási áram eloszlásokban.

Elsőként vizsgáltam a szupravezető nanovezeték és a kapuelektroda szivárgási áramának zaját. A két zaj jel kereszt spektrumában jelentős koherenciát mutattam ki, amivel igazoltam, hogy a szupravezető szuperáramának kapuelektroda általi elnyomása, illetve a vezeték és kapuelektroda között mérhető szivárgási áram szoros kapcsolatban állnak. Kísérleti eredményeim alapján több mikroszkopikus magyarázatot ki tudunk zárni a jelenség lehetséges magyarázatai közül, ezáltal közelebb kerülve a szupravezető kapuzás alapos megértéséhez, mely elengedhetetlen a jövőbeli gyakorlati felhasználás szempontjából.

**PENC PATRIK***pencpatrik@t-online.hu*

Fizika

BSc, 5. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Dr. Werner Miklós Antal**tudományos munkatárs, BME TTK*

---

**Fa-tenzorhálózat állapotok alakjának optimalizálása rendezetlen spinrendszerekben**

Kölcsönható kvantumrendszerek numerikus vizsgálata nehéz feladat, mivel a rendszer állapotterének dimenziója a szabadsági fokok számának exponenciális függvénye. Azonban, ha a vizsgált kvantumállapot összefonódottsági struktúráját ismerjük, az lehetőséget ad az állapotvektor tömörítésére. Egydimenziós kvantumláncok kvantumállapotai – melyek összefonódottsága térben jól lokalizált – például ezért közelíthetők jól úgynevezett mátrixszorzat-állapotok segítségével. Hosszútávon kölcsönható modellekben azonban várakozásaink szerint nem a mátrixszorzat-állapotok adják a leghatékonyabb tárolást [1]. Kutatómunkám során az úgynevezett kvantum (merőleges térű) Sherrington-Kirkpatrick modell alapállapotát vizsgáltam egzakt diagonalizációval kezelhető rendszerméretekre [2]. A modell a merőleges tér növelésével egy kvantum-fázisátalakuláson megy keresztül, így az alapállapot összefonódottsága a térerősség függvényében erőteljesen változik, ezért az összefonódás alapú tömörítés hatékonysága jól vizsgálható benne.

Az egzaktul meghatározott alapállapotokat mátrixszorzat-állapot (MPS) és fa-tenzorhálózat-állapot (TTNS) alakban próbáltam tömöríteni, majd a rácshelyek sorrendjének, valamint a fagráf alakjának optimalizálásával azt vizsgáltam, hogy mennyivel hatékonyabb a kvantumállapotokat fa-tenzorhálózat segítségével eltárolni, mint mátrixszorzat-állapotban. A megfelelő Schmidt-dekompozíciók meghatározásával meg tudtam határozni adott pontosság megkövetelése mellett az állapotok tárolási költségét MPS és TTNS állapotok esetén. A legkisebb tárolási költséghez tartozó fagráfot és MPS spinsorrendet a vizsgált állapotok esetén szimulált-hőkezelés algoritmus segítségével határoztam meg. A legjobb MPS és TTNS tárolási költségeket különböző merőleges térerősségek és rendezetlenség realizációk esetén is meghatároztam, majd pedig összehasonlítottam őket. Az eredményeim alapján a TTNS tárolási költsége valóban kisebb, mint az MPS-é, azonban az általam vizsgált kis méretű rendszerben a különbség nem drasztikus, nagyobb különbséget csak nagy rendszerméreteken esetén várnánk, ehhez viszont túl kell lépünk az egzakt diagonalizáció által elérhető rendszerméreteken.

Hivatkozások:

[1] Ulrich Schollwöck. "The density-matrix renormalization group in the age of matrix product states." *Annals of Physics*, 326:96–192, Jan 2011.

[2] A. P. Young. "Stability of the quantum sherrington-kirkpatrick spin glass model." *Phys. Rev. E*, 96:032112, Sep 2017.

**KRÁNITZ PÉTER***kranitz.pepe@hotmail.com*

Fizika

BSc, 1. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Dr. Penc Karlo**tudományos tanácsadó, Wigner Fizikai Kutatóközpont*

---

**Alapállapotú sokaságok frusztrált mágnesekben**

A piroklórok (kémiai képletük  $AB_2O_7$ , ahol A és B fémionok) és spinellek ( $AB_2O_4$ ) mágneses ionjai sarokosztásos tetraéderekből felépülő piroklór rácsot alkotnak. A piroklór rács rendkívül frusztrált, ahol a klasszikus Heisenberg-model  $T=0$  hőmérsékletig rendezetlen marad. Az  $S=1/2$  spinek viselkedéséről azonban sokkal kevesebbet tudunk. Egy nemrégiben végzett numerikus számítás bizonyítékot szolgáltatott az inverziós szimmetriasértésre a kvantum  $SU(2)$  szimmetrikus Heisenberg-model alapállapotában [1].

Ezek az eredmények felbuzdulva konstruáltam egy olyan Hamilton operátort, amelynek egzakt alapállapotai sértik az inverziós szimmetriát: minden második tetraéderen a spinek szingletteket alkotnak, a hullámfüggvény ilyen szinglettek szorzata. Mivel minden tetraéderen két lineárisan független  $SU(2)$  szinglett lehet, az alapállapotok egy erősen elfajult sokaságot alkotnak, amely dimenziója  $2 \times 2^{(N_{tet}/2)}$ , ahol  $N_{tet}$  a tetraéderek száma.

A Hamilton operátor előállításához egy 7-rács helyű, két sarokosztású tetraéderből felépített alakzattól indulok ki. Továbbá megkövetelem, hogy az egyik tetraéderben szinglettet alkotó spinek hullámfüggvényei az alakzat Hamilton operátorának két- és négy-spin cserékből álló sajátállapotai legyenek. A teljes Hamilton operátor így a rácsot lefedő alakzatok Hamilton operátorainak összege. Ezt a konstrukciót a sakktábla rácsra alkalmazom, amely a piroklór rács kétdimenziós analógja. A 16 és 20 helyű periodikus klaszterek numerikus egzakt diagonalizálása után visszakaptam az alapállapot sokaságának várt degenerációját, továbbá pontos alsó korlátot is adok a sakktáblás klaszter energiájára.

[1] I. Hagymási, R. Schäfer, R. Moessner, D. J. Luitz, Possible Inversion Symmetry Breaking in the  $S=1/2$  Pyrochlore Heisenberg Magnet, Phys. Rev. Lett. 126, 117204 (2021)

**HOLLÓ ÁRON***aronhollo.8@gmail.com*

Fizika

BSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Cserti József**egyetemi tanár, ELTE TTK**Oroszlány László**egyetemi adjunktus, ELTE TTK*

---

### **Elektronoptika és szórás ABC grafénben**

A grafén felfedezése óta kísérletileg és elméletileg is intenzíven kutatják a van der Waals-féle kötéssel kialakuló, többrétegű szerkezetek elektronállapotainak tulajdonságait. Ilyen anyag például az általunk vizsgált, ABC sorrendben egymásra helyezett N-rétegű grafén szendvics szerkezet. Kapcsolódva a hazai és nemzetközi kutatásokhoz, célunk a többrétegű ABC rétegződéssel jellemzett grafén minták elektron-sáv szerkezetének és az elektronállapotainak elméleti vizsgálata inhomogén külső elektrosztatikus potenciál jelenlétében.

Jelen dolgozatban olyan elektrosztatikus potenciált vizsgálunk, amely körszimmetrikus és egy R sugarú tartományon belül és kívül is állandó, de különböző értékű.

Meghatározzuk a rendszert leíró forgásszimmetrikus Hamilton-operátor lehetséges elektronállapotait a Bessel-függvények segítségével.

Tanulmányozzuk a kapott elektron-hullámfüggvény szerkezetében kialakuló kausztikákat rövidhullámhosszú határesetben.

Ezeknek a kausztikáknak az alakját geometriai optikai határesetben számítjuk ki, és összevetjük az egzakt számolásból kapott hullámfüggvénnyel.

Megmutatjuk, hogy N rétegszámú ABC grafénben megfelelő paraméterek választása mellett a kialakuló kausztikák maximális száma N. Ez az eredményünk különleges, ugyanis az ABC grafénben a potenciál-változás határán az elektronok többestörése lehetséges, ellentétben a kristályos anyagokkal, ahol a fénysugárnak maximum kettőstörésére van lehetőség.

Tudomásunk szerint ezt a többestörő elektronoptikai jelenséget még nem publikálták az irodalomban.



**MÁTH BENEDEK HUBA***math.benedek@gmail.com*

Fizika

BSc, 6. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Dr. Udvardi László**tud. főmunkatárs, BME TTK*

---

### **Paraméteres rezonancia elméleti vizsgálata mágneses vékonyrétegekben**

A mágneses anyagok elméleti és kísérleti vizsgálata napjainkban is széles körben kutatott terület. Gyakorlati szempontból az adattárolás az egyik legfontosabb ágazat, de a jövőben fontos szerep jut a spintronikai alkalmazásoknak is. A spintronika aktívan fejlődő ágazata a magnonika<sup>1</sup> amelyben az információ továbbítására és feldolgozására spinhullámokat használunk. Az egyik fontos feladat, amely gyakorlati megvalósításra vár a spinhullámok generálása és erősítése.

Kísérletileg is sikerült igazolni a felületi akusztikus hullámok és magnonok közötti kölcsönhatást<sup>2,3</sup>. Dolgozatomban egy egyszerű modellen keresztül szeretném megmutatni, hogy felületi akusztikus hullámok is gerjeszthetnek spinhullámokat. Feltételezzük, hogy a felületi hullám a piezoelektromos felületre párologtatott mágneses vékonyrétegben periodikus mechanikai feszültséget hoz létre, amely befolyásolja annak mágneses anizotrópiáját. Mivel az akusztikus hullám hossza lényegesen nagyobb a magnonok hullámhosszánál az általunk szimulált tartományon, az anizotrópia változása térben homogénnek tekinthető. Vizsgálódásaink során a mágneses monoréteg energiáját egy klasszikus, kiterjesztett Heisenberg-moddal írtuk le, amelyet időben harmonikusan változó egytengelyes anizotrópiával is kiegészítettünk. Modellrendszerünkben egy centrált téglalap rácsot vizsgáltunk ferromágneses legközelebbi szomszéd csatolással és másodsomszéd Dzyaloshinskii-Moriya (DM) kölcsönhatással.

Munkám során implementáltam egy Landau-Lifshitz-Gilbert (LLG) egyenlet megoldására alkalmas eljárást<sup>4</sup> és az általam fejlesztett spindinamika programot alkalmassá tettem időben változó mágneses anizotrópia kezelésére. Egyszerű ferromágneses rendszerre megmutattam, hogy spin-hullám közelítésben az LLG egyenlet átírható egy paraméteres harmonikus oszcillátor egyenletére. A paraméteres rezonancia jelenlétét spindinamika szimulációkkal is sikerült kimutatni. Szimulációk segítségével megvizsgáltam, hogy milyen hatással van a rendszerre a második szomszédok között fellépő DM-kölcsönhatás. Tanulmányoztam azt az esetet is, amikor az alapállapot a DM-kölcsönhatás következményeként egy spin-spirál állapot.

#### **Irodalom**

1. A. Barman et al. J. Phys.: Condens. Matter 33 413001 (2021)
2. J.-Y. Duquesne et al. Phys. Rev. Applied 12, 024042 (2019)
3. X. Li, D. Labanowski, S. Salahuddin, C.S. Lynch, Journal of Applied Physics 122, 043904 (2017)
4. G.P. Müller et al. Phys. Rev. B 99, 224414 (2019)

**KIRÁLY CSABA ZOLTÁN***kiraly.csaba2000@gmail.com*

Fizikus

MSc, 7. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezető:**Dr. Iglói Ferenc**egyetemi tanár, SZTE TTIK*

---

### **Kvantumos spinláncok nemegyensúlyi stacionárius állapotában fellépő összefonódás vizsgálata**

Dolgozatom témájának az XY-modell által leírt spinlánc globális kvencs utáni, nemegyensúlyi stacionárius állapotában fellépő összefonódás vizsgálatát választottam. Első lépésként, a rendszer Hamilton-operátorát írtam fel szabad-fermion reprezentációba, ehhez a Jordan-Wigner-, a Fourier-, valamint a Bogoliubov-transzformációt alkalmaztam. Ezután azt vizsgáltam, hogy mi történik, ha globális kvencs éri az alapállapotába helyezett rendszert. A kvencs a rendszer alapállapot  $\hbar_0, \gamma_0$  paramétereit megváltoztatja  $\gamma, \hbar$ -ra. Mivel a rendszer így nem egy sajátállapotába kerül, ezért elindul a dinamika. Kellő idő múlva a rendszer stacionárius állapotba kerül, ami valamilyen kevert állapota a dinamika során fellépő állapotoknak. Az összefonódást az összefonódási tanúk segítségével vizsgáltam. Ezek olyan operátorok, amelyek várható értéke minden szeparálható állapotra pozitív, összefonódott állapotok esetén pedig negatív (az összefonódási tanútól nem várjuk el hogy minden összefonódott állapotot jelezzon). A sűrűségmátrix, valamint az elsőszomszéd korrelációk segítségével felírhatjuk a negativitáson alapuló összefonódási tanút, ami nem más, mint a sűrűségmátrix parciális transzponáltjának kisebbik sajátértéke. Az összefonódási tanú, a hőmérséklet függvénye. Az alapállapot energiáját egyenlőnek tekintve a kvencs utáni nemegyensúlyi stacionárius állapotban lévő rendszer energiájával, megkaphatjuk az effektív hőmérsékletet adott  $\hbar, \hbar_0$  értékek mellett. Ezt az effektív hőmérsékletet helyettesítettem be a összefonódási tanúba, így megkaptam, hogy a  $\hbar, \hbar_0$  által kifeszített sík mely pontjainál jelez a tanú összefonódási állapotot, illetve azt is megkaptam, hogy mely sajátérték szolgáltatja az összefonódási tanút. Ezen kívül rögzített  $\gamma, \hbar$  értékek mellett vizsgáltam az effektív hőmérsékletet  $\hbar_0$  függvényében.

**CSÉPÁNYI ISTVÁN***csepanyiistvan011@gmail.com*

Fizikus

MSc, 1. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Dr. Kormos Márton**tudományos munkatárs, BME TTK*

---

### **A skálázó Ising térelmélet dinamikai korrelációs függvényeinek vizsgálata zérus és véges hőmérsékleten**

Az egydimenziós kvantumos Ising modell paradigmikus szerepet tölt be az elméleti fizika különböző ágaiban. Statisztikus fizikai jelentőségét egyrészt a zérus hőmérsékleten bekövetkező kvantum fázisátalakulása, másrészt a kétdimenziós klasszikus modellel való kölcsönös megfeleltetése adja.

Az elmélet integrálható, a Jordan—Wigner transzformáció segítségével szabad fermionok nyelvére képezhető le, így számos fizikai mennyiség analitikusan vizsgálható benne, többek között a mágnesezettség dinamikai (kétidejű) korrelációs függvénye. Dolgozatomban ezt a mennyiséget tanulmányoztam.

A mágnesezettség korrelációs függvényeinek meghatározására az egyik legtermészetesebb módszer az úgynevezett alakfaktor-kifejtés, melynek során egy végtelen sor írható fel a keresett mennyiségekre. Az Ising modell különlegessége, hogy az ebben megjelenő alakfaktorok analitikusan ismertek, ami további manipulációkra ad lehetőséget. Dolgozatomban megmutatom, hogy ennek segítségével a végtelen sor felösszegezhető, ezzel egzakt eredményt adva a kívánt kétpontfüggvényre. A végeredmény egy sokszoros integrál alakjában adódik, mely Monte Carlo módszerrel numerikusan kiértékelhető.

Munkám első felében a zérus hőmérsékleten végzett sorfejtést tanulmányozom. Kidolgozok egy Monte Carlo integrálási technikán alapuló numerikus eljárást a dinamikai korrelációs függvények egzakt meghatározására, és közlöm az ezzel kapott eredményeimet. A módszer véges hőmérsékletre való kiterjesztése sajnos problémákba ütközik az ott megjelenő antirészecske gerjesztések következtében, ami a sor konvergenciájának elromlását jelenti. Ahogyan azt dolgozatom második felében megmutatom, ez a probléma az integrálok komplex síkra való kiterjesztésével megoldható, az eljárás átvihető, tehát a dinamikai korrelációs függvények ez esetben is vizsgálhatóak ezzel a módszerrel.

## **GALAKTIKUS ÉS EXTRAGALAKTIKUS CSILLAGÁSZAT**

- 1. Ádám Rozália (ELTE - TTK)**
- 2. Világos Blanka (ELTE - TTK)**
- 3. Kőmíves Janka (ELTE - TTK)**
- 4. Horti-Dávid Ágoston (ELTE - TTK)**
- 5. Szabó Alex (OE - NIK)**
- 6. Koncz Bendegúz (ELTE - TTK)**

A Zsűri tagjai:

**Dr. Hegedűs Tibor**

**Dr. Rácz István**

**Dr. Székely Péter**

**ÁDÁM ROZÁLIA**

rozaliaadam29@gmail.com

Csillagász

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Hajdu Tamás**tudományos segédmunkatárs, EKE TTK**Dr. Molnár László**tudományos főmunkatárs, ELKH Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Konkoly-Thege**Miklós Csillagászati Intézet*

---

**Az OGLE-IV rejtett kincsei: új változók és többes rendszerek nyomában**

A fedési kettőscsillagok vizsgálata az asztrofizika királyi útját képviseli, mely segítségével a többes rendszerek paramétereit kellő pontossággal megbecsülhetjük. Az olyan sűrű csillagmezők, mint például a galaktikus dudor vizsgálta során mindig felmerül az összemérés lehetősége. A fedési kettősök fénygörbéinek pontos azonosítása lehetővé teszi, hogy a megtisztítva tőlük a görbéket a háttérrel vizsgáljuk meg.

A kutatásom célja, hogy az OGLE-IV kettőscsillag-katalógusát, amely közel félmillió kettőscsillagot tartalmaz, átvizsgáljam háttérbeli változók után kutatva, melyekből egy átfogó katalógust készítek külön figyelmet fordítva arra, hogy a rendszerek között van-e fizikai kapcsolat. Ehhez először levontam a fedési kettős átlagfénygörbéjét és a reziduál görbét elemeztem 0,1–10 periódusértékek között. Amely rendszerek szignifikáns jelet mutatnak a kettőstől eltérő periódusnál, ott elkészítem azok O – C diagramjait fényidő-effektus jeleit kutatva, hogy megállapítsam, hogy van-e köztük fizikai kapcsolat. Megvizsgáltam a fedési kettősök és a katalogizált változók távolságát, hogy megállapítsam mely esetekben van szó blendről, illetve kontaminációról. Az ismert változók okozta kontamináció következtében azonosított jelölteket kizártam katalógusomból.

Katalógusomban 292 darab új változócsillag periódusát és típusát határoztam meg. Négy új négyes rendszer modellezését végeztem el és számítottam ki pályaparamétereiket. Továbbá egy  $\delta$  Scuti változót tartalmazó szoros kettőst és távoli harmadik komponenst is magában foglaló csillagrendszert is felfedeztem.

**VILÁGOS BLANKA***blanka.vilagos@gmail.com*

Csillagász

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Mészáros Szabolcs**Tudományos főmunkatárs, ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium*

---

### **Az alfa-elemek kémiai fejlődése a Tejútrendszerben**

A galaktikus kémiai fejlődés (GCE, galactic chemical evolution) elmélete azzal foglalkozik, hogy egy galaxisban hol és mikor keletkeztek a különböző kémiai elemek, valamint hogyan változott a rendszer összetétele időben. Erre számos különböző modell létezik már az irodalomban. Dolgozatomban erről elsőként egy irodalmi áttekintést nyújtok, ami magyar nyelven az első összefoglalónak tekinthető a témában.

Kutatómunkám során egy ilyen GCE modellt, az OMEGA+-t kíséreltem meg finomhangolni annak érdekében, hogy eredménye magyarázza a Tejútrendszer kémiai összetételét. Ehhez az APOGEE égboltfelmérő program által közölt elemgyakoriságokat használtam, amelynek célja a galaxisunk kémiai térképének elkészítése volt. Munkámban az O, Mg, Si, S, Ca, Ti elemeket vizsgáltam, amelyek ún.  $\alpha$ -elemek, azaz nagy tömegű csillagok szupernóva-robbanása előtti fúziós lépéseiben keletkeztek. Az APOGEE észleléseiben az látható, hogy a fémesség függvényében az  $\alpha$ -elemek eloszlása két, jól elkülöníthető ágat rajzol ki. Ezek a Tejútrendszer vastag és vékony korongjának feleltethetőek meg, amelyek csillagai kinematikailag és kémiaiilag is különböznek egymástól.

Annak érdekében, hogy az OMEGA+ eredménye egyszerre leírja az észlelésekben tapasztalt két ágat, módosítottam a modell forráskódját úgy, hogy két, egymástól időben elkülönített gázbehullás érje a galaxist, amelyekből az első magyarázza a vastag, míg a második a vékony korong kialakulását. Ennek köszönhetően elsőként sikerült elérnem, hogy az OMEGA+ által kirajzolt görbe az  $[\alpha/\text{Fe}]$ – $[\text{Fe}/\text{H}]$  síkon áthaladjon mindkét korongkomponenshez tartozó ágon. Ezek után a modell bemeneti paramétereit finomhangolva el tudtam érni az észlelt kémiai mintázatot. Emellett egyéb, globális paraméterek ma észlelt értékének (pl. a csillagok össztömege) is megfelel az általam javasolt paraméterekkel futó modell, valamint a Nap kialakulásakor tapasztalható összetételt is indokolja. Összességében tehát a modell keretein belül szimulációm képes megmagyarázni a Tejútrendszer történetét.

**KŐMÍVES JANKA***janka.komives@gmail.com*

Csillagász

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Szentirmayné Dr. Gabányi Krisztina Éva  
egyetemi adjunktus, ELTE TTK*

---

**Egy neutrínóforrás-jelölt blazár rádióinterferométeres vizsgálata**

Dolgozatomban bemutatom az aktív galaxismagokat és azok egy fajtáját, a blazárokat. Röviden összefoglalom a nagyon hosszú bázisvonalú rádióinterferometria működését és előnyeit, ezután ezen technika segítségével megfigyelt blazár forrás vizsgálatát mutatom be egy rádiócsillagászok számára létrehozott képmegjelenítő program segítségével. Modellezem a forrás fényességeloszlását és modellkomponenseket illesztetek a magra és a jetre, ennek segítségével vizsgálom a szerkezetében bekövetkező változásokat 1996 és 2021 között. A blazár pozícionálisan lehetséges nagyenergiás neutrínó-esemény forrása, ábrázolom a szerkezet időbeli változását az esemény időpontjának megjelölésével és megpróbálom következtetéseket levonni a blazár rádió tartományban megfigyelhető tulajdonságai és a neutrínó-esemény kapcsolatáról. Megvizsgálom továbbá, hogy tapasztalhatunk-e a blazárokra jellemző relativisztikus effektusokat, mint a látszólag fénysebességnél nagyobb sebességű mozgás a jetben vagy a forrás intenzitásának látszó növekedése, vagyis a Doppler-erősítés.

**HORTI-DÁVID ÁGOSTON***aggi0520@gmail.com*

Csillagász

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Vinkó József**tudományos tanácsadó, Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont*

---

**Tranziens objektumok keresése és fotometriai nyomon követése az M31 galaxisban a  
Piszkéstetői Obsz...**

Dolgozatomban bemutatom az általam fejlesztett programkódot, amivel a Piszkéstetői Observatórium 60 cm-es Schmidt távcsövével készített M31 felvételek képfeldolgozását, és az elkészült képeken tranziens objektumok keresését folytattam. A program által elvégzett munkafolyamatok sorrendben a következők: a felvételek bias-, dark- és flat-field- korrekciója, a CCD szenzoron található folt eltüntetése a képekről, koordinátaháló illesztése, a felvételek egymáshoz igazítása és egységnyi expozíciós időre normálása, a felvételek medián kombinációja, az M31 galaxis levonása a kombinált képről, korábbi differencia felvétel kivonása a háttér levont képből és végül tranziens objektumok keresése a differencia képen. Ezen kívül írok még az új kamera kiolvasási zajának és a sötét áramának az elmúlt 2 év során tapasztalt változásairól, továbbá dolgozatom végén részletesen bemutatom az eddig felfedezett 2 nóva általam készített fénygörbéit, és a fénygörbékből kapott néhány paramétert, ami alapján el lehet végezni ezeknek az osztályozását, valamint további 3 megfigyelt tranziens is ismertetek hasonló módon.



**SZABÓ ALEX***edalja88@gmail.com*

Mérnökinformatikus

BSc, 7. félév

Óbudai Egyetem

Neumann János Informatikai Kar

*Témavezető:  
Pintér Ádám  
tanársegéd, OE NIK*

---

### **Galaxisok észlelése és osztályozása égboltképeken neurális hálózattal**

A galaxisok észlelése és osztályozása kulcsszerepet tölt be a csillagászati kutatásoknál. Elsősorban a főosztályok megállapítására van szükség, ami lehet spirális vagy elliptikus. Gyűrűs szerkezetek spirális galaxisoknál figyelhetők meg, ritkán fordulnak elő és még kevésbé ismertek. Felismerésük emberek számára sem mindig egyszerű. Jelenleg mintegy 2 trillió galaxis létezik, ezek közül teleszkópjaink évente több milliót térképeznek fel. A projekt célja az észlelés és osztályozás automatizálása egy erre kifejlesztett szoftverrel, ami jelentősen felgyorsítaná a folyamatot.

A dolgozatomban az elérhető módszerek és hasonló megoldások áttekintése alapján a galaxisok osztályozására két különböző módszer került kialakításra. Elsőként egy Faster R-CNN alapú neurális hálózat lett kifejlesztve, ami különböző méretű és arányú határolókeretekre osztja fel a képet és azokban keresi az objektumot. A RoI pooling a Mask R-CNN-nél bemutatott RoIAlign-ra lett cserélve, mivel a feature mapek kimetszésénél bilineáris interpolációt alkalmaz, így több információt őriz meg. A számítás intenzív függvények, mint pl. a határolókeret átfedések kiszámítása GPU-n kerülnek végrehajtásra. Tanításához egy égboltkép generáló lett létrehozva, amely a Galaxy Zoo projekt katalógusa segítségével letöltött SDSS égboltfelmérés galaxis és háttérképekből készít képet, azokat augmentációs módosítások után véletlenszerűen elhelyezve. A másik módszer észleléshez DBSCAN-t, osztályozáshoz pedig egy-egy CNN-t használ.

Az eredmények alapján a DBSCAN alapú módszer bizonyult a jobbnak, ami főosztály esetén 99,7%-os, gyűrű esetén pedig 94,9%-os pontosságot és 94,91%-os F1 scoret ért el a Faster R-CNN 93,0%-os főosztályú és 86,0%-os gyűrű pontosságú eredményeihez képest. A betanított hálózathoz egy grafikus felületű program is készült, ahol tetszőleges égboltképen észlelhetők, lementhetők a galaxisok.

**KONCZ BENDEGÚZ***konczbendeguz@gmail.com*

Csillagász

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Joó András Péter**doktorandusz, ELTE TTK**Tóth L. Viktor**egyetemi adjunktus, ELTE TTK*

---

**Ütköző galaxisok vizsgálata az Illustris szimulációban**

Dolgozatomban az IllustrisTNG kozmológiai szimuláció adatainak feldolgozásával vizsgáltam meg a galaxisok fémtartalmának fejlődését, valamint az egyesülő galaxisok fémességének, csillagkeletkezési rátájának és tömegének változását a vöröseltolódás függvényében.

Munkám célja, hogy az Illustris TNG100-1 Merger Tree adatfájlok segítségével megvizsgáljam az ütköző galaxisok paramétereit, és összehasonlítsam az LGRB anyaggalaxisok jellemzőivel. A hosszú gammakitörések (LGRB) alacsony fémtartalmú, nagy tömegű csillagok végstádiumában keletkező robbanások következményei. Ezek a kitörések  $t > 2$  másodpercig tartanak, legtöbbször kis tömegű és fémtartalmú galaxisokban mennek végbe. Azokat a galaxisokat, amelyek LGRB-t produkálhatnak, LGRB anyaggalaxisnak (LGRB host galaxy) nevezzük. Az LGRB-k vizsgálatával információt szerezhetünk az anyaggalaxisban uralkodó körülményekről, így a galaxisok fejlődéséről. Az LGRB-keket kozmikus időskálán vizsgálva a csillagképződés folyamatának esetleges időbeli változásait mutathatjuk ki. Az IllustrisTNG kibővített fizikai modelleinek és megnövekedett kapacitásának köszönhetően a korábbiakhoz képest pontosabb képet kaphatunk például a csillagkeletkezésről. Az adatfeldolgozáshoz az IllustrisTNG weboldalán található útmutató segítségével Python szkripteket készítettem. Ezek használatával a galaxisok paramétereire feltételeket lehet megadni, kiválogatva azokat a jellemzőket, amelyek szerepet játszanak az LGRB-k kialakulásában. Kiszámítottam a galaxisok fémtartalmának súlyozott átlagát  $z = 2$ -nél, az így kapott értéket az alacsony fémtartalom felső korlátjának választottam. Ezt követően kiválogattam azokat a galaxisokat, amelyek ütközésben vettek részt, és alacsony fémtartalommal rendelkeznek. Az ütközéstörténeti fát (Merger Tree) felhasználva megkerestem az ezen galaxisokhoz tartozó ütköző párokat, valamint ezek leszármazottait. Az így megkapott galaxisok paramétereit vizsgáltam a vöröseltolódás függvényében. Az eredményeken látható, hogy az utód galaxisokban jelentős csillagkeletkezés indul meg, megemelve a galaxisok fémtartalmát. A csillagkeletkezési ráta  $z = 3$ -nál maximumot mutat, amely egybeesik a Ghirlanda és mtsai. által talált GRB keletkezési ráta maximummal. Ebből arra következtethetünk, hogy az ütköző galaxisok mintája jó minta lehet lehetséges LGRB anyaggalaxisokra. A tömegeket vizsgálva arra következtethetünk, hogy rengeteg törpegalaxis-ütközés történik az utód galaxisok fejlődése során.

## **KLASSZIKUS FIZIKAI PROBLÉMÁK**

- 1. Rossz Koppány, Tasnádi Bálint (ELTE - TTK)**
- 2. Viczián Anna (BME - ÉPK)**
- 3. Kadlecsik Ádám (ELTE - TTK)**
- 4. Benedek Kristóf (RO BBTE)**
- 5. Szederkényi Kincső (ELTE - TTK)**

A Zsűri tagjai:

**Dr. Biró Tamás Sándor**

**Dr. Varga Szabolcs**

**Dr. Beszeda Imre**

**ROSSZ KOPPÁNY***rossz.koppany@eotvos-tata.org*

Középiskolai hallgató

Eötvös József Gimnázium és Kollégium

**TASNÁDI BÁLINT***tasnadi.balint@eotvos-tata.org*

Középiskolai hallgató

Eötvös József Gimnázium és Kollégium

*Témavezető:**Szeidemann Ákos**középiskolai tanár, Eötvös József Gimnázium és Kollégium, Tata*

---

### **Hidrofób folyadékfelületen létrejövő csepprobbanás jelenségének vizsgálata**

Kísérleteinkben egy ismert áramlástanai jelenség, a Marangoni-effektus egyik izgalmas esetét vizsgáltuk. Magával a problémával a 2022-es IYPT verseny kiírásában találkoztunk, így több hónapos kutatómunkánk eredményeit mutathatjuk be a dolgozatban. A jelenség lényege, hogy ha egy hidrofób folyadékfelületre egy jól megválasztott folyadékelegy (pl. víz-etanol) egy cseppjét ejtjük, akkor bizonyos kezdeti feltételek esetén a folyadék felszínére hulló csepp szétterülés után kisebb cseppekre esik szét. A jelenség alapvető oka az elegy illékonyabb komponensének párolgása miatt a hidrofób felülettel való érintkezés közben kialakuló felületi feszültség gradiens.

Méréseink célja elsősorban a szakirodalomban található eredmények reprodukálása volt. Ez önmagában kihívást jelentett számunkra, ugyanis sem a vizsgálatra alkalmas technikai összeállítás, sem a változtatható paraméterek és változók mérése, majd az eredmények kiértékelése nem triviális. A csepprobbanást nagy méretű Petri-csészében hoztuk létre. A megfelelő képanyag elkészítéséhez saját fejlesztésű, speciális megvilágítást (használt lapmonitorból) alkalmaztunk. Méréssorozatainkban változtattuk mindhárom folyadék anyagi minőségét (olyan esetet is, amelyre nem találtunk irodalmi adatot), az elegy százalékos összetételét, valamint a csepp méretét. A kiértékelés során vizsgáltuk a csepp területének, majd összehúzódásának időbeli lefolyását, a kialakuló cseppek méretét és számát.

A jelenségnek számos természeti és ipari alkalmazása van, ezért a folyamat létrejöttének határeseteit, illetve a dinamikáját is érdemes pontosan feltárni. Középiskolai laboratóriumban végzett munkánkkal ezt kívántuk támogatni.

VICZIÁN ANNA

*viczian.anna@gmail.com*

Fizika

BSc, 3. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:*

*Dr. Török János*

*egyetemi docens, BME TTK*

---

### **Kölcsönhatás mentes kemény gömbök ütközési statisztikája**

Manapság a fizika egyik legérdekesebb kihívása olyan komplex rendszerek viselkedésének előrejelzése, amik sok részecskéből állnak, és bár ezek között a kölcsönhatások egyszerűek, a kapott viselkedés igen szerteágazónak bizonyul (pl. esőfelhők, naprendszerek keletkezése, állatok csoportos mozgása, kavicsok kopása, stb.). A legtöbb ilyen tanulmány homogén, azonos tulajdonságú részecskékkel dolgozik, mert a probléma tovább bonyolódik, ha a rendszer részecskéinek tulajdonságai igen változatosak. Ilyen jellegű vizsgálat még a legegyszerűbb esetekben is kevés van.

A dolgozatban ezért egy olyan heterogén rendszer méretfüggő ütközési statisztikáját tanulmányozzuk, amelyben a részecskék között a tökéletesen rugalmas ütközésen kívül nincs kölcsönhatás. Elsőként a rendszert eseményvezérelt szimulációval vizsgáljuk, itt kiderül, hogy az ütközések száma a sugár függvényében nem monoton. A dolgozat hátralévő részében ezen görbe matematikai leírásával foglalkozunk.

Modellünk lényege, hogy egy részecske ütközéseit a hozzá rögzített vonatkoztatási rendszerből vizsgáljuk, és feltesszük, hogy a többi (szabad) gömb bármely irányból, de csak az átlagos sűrűségből származtatott távolságból érkezik. Ahhoz, hogy a tér egy adott irányából érkező szabad gömb ütközhesen a vizsgált gömbsel, sebességvektorának szöge csak egy bizonyos intervallumba eshet. A vizsgált gömb ütközési gyakoriságát az ütközési lehetőségek sebességgel súlyozott integráljaként kapjuk. Az integrál numerikus megoldásával kapott görbe közel tökéletesen megegyezik az eseményvezérelt szimuláció során látott görbével, több különböző sugáreloszlás esetén is.

**KADLECSIK ÁDÁM***adam.kadlecsik@gmail.com*

Fizika

BSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Vincze Miklós**tudományos főmunkatárs, ELKH-ELTE Elméleti Fizikai Kutatócsoport*

---

**Tranziens nyírási instabilitások vizsgálata**

A nyírási instabilitások a hidrodinamika egy máig kutatott jelenségkörét jelentik. Természetes körülmények között is gyakran előfordulnak, illetve több jól reprodukálható kísérleti összeállításban is előállíthatók. Erre egy jó példa az, amikor egy vödör aljába helyezünk egy a vödörtől függetlenül forgatható tányért. A tányér megfelelő frekvenciájú forgatásakor a vödörben lévő víz felszíne egy forgó, szokszögszerű formát vehet fel, mely a tányér egyenletes forgása mellett egy stabil állapotnak tekinthető. Felmerül a kérdés, hogy ezen jelenségek hogyan alakulnak ki.

Ezen dolgozat célja a tranziens nyírási instabilitások vizsgálata. Ezek nem stabil kialakult rendszerek, így kísérleti megfigyelésük jóval nehezebb. Az eljárásunk a következő: egy magas falú hengeres edényt forgatunk, melyben a víz mozgását a felszínéhez közel figyeljük meg, PIV (Particle Image Velocimetry) módszerrel. Erre azért van szükség, hogy az edény alja már ne befolyásolja a jelenséget. Azt vizsgáljuk, hogy a forgást megkezdő edény falától hogyan terjed beljebb a vízfelszín közepéig a határréteg a már forgó és a még nyugalomban lévő vízrétegek között, illetve hogy ez a nyírás eredményez-e rövid időtartamú instabilitásokat. A jelenségről a kísérletek mellett készítettem szimulációkat is, melyekből a kísérletekkel egyhangú eredmények születtek.

**BENEDEK KRISTÓF***buzasbesenyo@gmail.com*

Fizika

BSc, 6. félév

Babeş-Bolyai Tudományegyetem

*Témavezetők:**Néda Zoltán**Egyetemi tanár, RO BBTE**Sándor Bulcsú**Egyetemi adjunktus, RO BBTE*

---

### Szimmetriasértés inhomogén komplex rendszerekben

Kölcsönható oszcillátor sokaságokban a rendszert jellemző paraméterek homogén megválasztása a kollektív viselkedésnek egy erős stabilitásához vezet. Nemrég megmutatták, hogy létezik azonban a paramétereknek egy olyan heterogén kiosztása, amely ennél is stabilabb megoldást eredményez. Ez a nem várt szimmetriasértés komplex fizikai és biológiai rendszerekben számos gyakorlati alkalmazással rendelkezik. Kutatásaink során kimutattuk ezen szimmetriatörés jelenlétét különböző topológiájú dinamikus rendszerekben. Két egyszerű, általános fizikai modellt tanulmányoztunk: rugó-tömb rendszereket illetve Kuramoto típusú oszcillátorokat. Megfigyeltük ezen nemtriviális szimmetriasértés jelenségét lineáris rugó-tömb rendszerek esetén, és két lehetséges megvalósítást adunk aszimmetrikus optimális paraméter kiosztásra. Kutatási módszereink a dinamikus rendszerek stabilitás vizsgálatára és számítógép szimulációs kísérletekre alapszanak.

Általánosan a módszerek lineáris rugó-tömb és klasszikus/tehetetlenségi Kuramoto rendszerek esetén is fixpont körüli sajátérték vizsgálatokra és statisztikus jellegű szimulációkra alapszanak. Különböző paramétereket tartva variációs bemeneteknek, ahol lehetséges átalgató vizsgálatokat végzünk. Ezek a teljes dinamikai folyamatot jellemzik, nemcsak a fixpont közeli dinamikát, így egy jobb rálátást adnak a szimmetritörés mibenlétére, mint az egyensúlyi állapot körüli analízisek.

A vizsgálódásaink megmutatták, hogy az átlag idő vizsgálatok szimmetriatörés megjelenését indokolják. Fixpont körüli analíziseink alátámasztják a nem-triviális szimmetriabontás meglétét, azaz stabilitás és konvergencia sebesség javulását aszimmetrikus paraméterkiosztás esetén. Eddigi eredmények alapján, ezen szimmetriabontás csak fixpont körüli perturbációk esetén kap jelentőséget.

Végül, vizsgáltuk a szétcsatolt tehetetlenségi Kuramoto rendszert. Ekkor eredményeink határesetben visszaadják a rugótömb esetén kapott megoldásokat, melyek konzisztensek más csoportok munkájával.

**SZEDERKÉNYI KINCŐ***kincso.szederkenyi@gmail.com*

Középiskolai hallgató

Budapesti Német Iskola - Thomas Mann  
Gymnasium*Témavezető:  
Hömöstre Mihály  
mestertanár, ELTE TTK*

---

**Hártyára ejtett labda**

A dobok hangja mindenki számára ismerős lehet, és forrása elsőre triviálisnak tűnhet. A hangot és annak okát jobban megvizsgálva egy nagyon érdekes, összetettebb jelenségcsoportot fedezünk fel. A hang létrejöttének pontosabb megértéséhez a dobok működését egyszerű eszközökkel reprodukáljuk, egy műanyag pohárra erősített membránra ejtett fém golyó segítségével. A membránra érkező golyó becsapódása során létrejövő hang különböző frekvenciáit és intenzitását megvizsgálva különleges jellegzetességeket és szabályosságokat figyelhetünk meg, amik a fizikai értelemben egyszerű elméleti modellünk eredményeivel is jól összeegyeztethetőek. Ez alapján látható, hogy egy ilyen dobszerű rendszernél mely tagok játszanak domináns szerepet a hang létrejöttében. Méréseinkből kiderül, hogy a modellünk a vizsgált jelenségre megfelelő pontossággal alkalmazható, így egy összetett rendszer leírását sikerült egy egyszerű, akár középiskolai szintén értelmezhető modellel és kísérleti összeállítással megalkotni.



## KOMPLEX RENDSZEREK

1. Jánosi Dániel (ELTE - TTK)
2. Fábián Hajnalka (PE - MK)
3. Markó István (BME - TTK)
4. Rusu András Pál (RO BBTE)
5. Gombási Róbert Krisztián (BME)
6. Harkó Csanád, Herczeg Ágnes (RO BBTE)
7. Farkas László (ELTE - TTK)

A Zsűri tagjai:

**Dr. Kun Ferenc**

**Dr. Bende Attila**

**Dr. Börzsönyi Tamás**

**JÁNOSI DÁNIEL***janosidaniel22@gmail.com*

Fizikus

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Tél Tamás**emeritusz professzor, ELTE TTK*

---

**Klíímaváltozás mechanikai rendszerekben: párhuzamos dinamikai időfejlődések vizsgálata pillanatkép szemlélettel**

Ebben a dolgozatban megmutatjuk, hogy a belső dinamikához képest nem elhanyagolható időskálával rendelkező paraméterváltozásnak kitett mechanikai rendszereket tekinthetjük úgy, hogy keresztülmennek a saját klímaváltozásukon. Mivel az ilyen rendszerek általában kaotikusak, adott pillanatban sok lehetséges állapotuk lehet, így az időfejlődésüket - a valódi klímához hasonlóan - különböző kezdőfeltételekből indított párhuzamos dinamikai időfejlődések sokaságának segítségével követhetjük. Ennek a szemléletnek a segítségével, a sokaságból számított átlagokkal leszünk képesek leírni a rendszer pillanatnyi állapotát. A módszert három típusú rendszeren mutatjuk be: (i) gerjesztett disszipatív és (ii) Hamiltoni, valamint (iii) gerjesztetlen disszipatív rendszereken. Megmutatjuk, hogy legmegfelelőbb leírás a kiindulási sokaság megfelelő megválasztásával érhető el; ez a választás csak a gerjesztett disszipatív rendszerek (i) esetén tetszőleges, a gerjesztett Hamiltoni (ii) esetben a stacionárius fázistér KAM tóruszait vagy kaotikus tartományait, míg a gerjesztetlen disszipatív (iii) esetben a súrlódásmentes fázistér KAM tóruszait érdemes választani. A választott sokaság időfejlődésének pillanatképeken való ábrázolása remekül illusztrálja a fázistérben végbemenő változásokat, úgy mint a káosz erősödését, gyengülését, vagy eltűnését. Kimutatjuk továbbá egy Smale lópatkó struktúra (kaotikus nyereghalmaz) jelenlétét mindhárom esetben, melynek az eltűnése a káosz megszűnésének geometriai jele. A káosz erősségének mérésére az időfüggő sokaságban megfelelő eszköznek bizonyul az ún. sokaságtárolt páronkénti távolság, amely görbéjének a meredeksége egy pillanatnyi Ljapunov-exponensnek tekinthető, zérus értéke pedig a káosz megszűnését jelzi. Illusztratív példaként tipikusnak tekinthető alacsony dimenziós bistabil rendszereket használunk, melyekben csökkenő gerjesztést alkalmazunk az (i, ii) esetekben, hogy fenntartsuk az analógiát a (iii) esettel, ahol a gerjesztés hiánya miatt a teljes energia folyamatosan csökken.

**FÁBIÁN HAJNALKA***fabianhajnalka@gmail.com*

Vegyésmérnöki

BSc, 7. félév

Pannon Egyetem

Mérnöki Kar

*Témavezetők:**Dr. Valiskó Mónika**Egyetemi docens, PE MK**Dr. Boda Dezső**Egyetemi tanár, PE MK*

---

**Kálium és kalcium ionok versengése nanopórusokban: redukált modell építése és kísérleti adatokhoz való kalibrálása**

A dolgozat célja nanoeszközök, ezen belül nanopórusok működési mechanizmusainak megértése mikroszkopikus modellek és számítógépes szimulációk segítségével. Modellalkotási módszerem az eszköz alapú megközelítésen nyugszik, mely szerint a modell célja az eszköz válaszfüggvényének, azaz a bemeneti és kimeneti mennyiségek közötti összefüggésnek a reprodukálása. Egy negatívan töltött nanopórusban a kísérletileg vezérelhető bemeneti paraméterek a membrán két oldala között lévő elektromos feszültség illetve az ionkoncentrációk, míg a kimeneti paraméterek az ionáramok. Monovalens és divalens kationok közötti versengést vizsgálok a divalens kation móltörtjének függvényében. Megmutatom, hogy ez a versengés jól leírható egy redukált modell segítségével, melyben az ionokat explicit, míg a vizet implicit módon modellezzük, a nanopórust pedig egy véges hosszúságú hengerként vesszük figyelembe. Szimulációs módszerünk a Nernst-Planck transzportegyenlethez csatolt Lokális Egyensúlyi Monte Carlo (NP+LEMC) módszer, ami a póruson keresztül folyó ionáramok értékét szolgáltatja különböző feltételek mellett. A dolgozatban bemutatom a modell építésének folyamatát, hogy hogyan illesztjük a modell paramétereit kísérleti adatokhoz, illetve az eredmények különböző paraméterektől (pórus hossza, elektromos feszültség) való függését. A nanopórus falán a felületi töltéseket deprotonált karboxil csoportok hordozzák. Ha ezeket lokalizált töltések formájában vesszük figyelembe, a kísérletekkel jobban egyező eredményeket kapunk, mivel ezeknél a csoportoknál az erős ionkorrelációk miatt a divalens ionokat előnyben részesítő töltésinverzió lép fel.

**MARKÓ ISTVÁN***markoistvan02@gmail.com*

Fizika

BSc, 4. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:  
Dr. Török János  
Docens, BME TTK*

---

## A Wikipédia szerkesztői tevékenységének modellezése

### A probléma

A Wikipédia kiváló példája egy sikeres kollaborációnak, ahol önkéntes szerkesztők összessége tart fent egy szerteágazó tudástárt. Az egész rendszer minden eleme nyilvános, így kiváló alpanyaga kutatásoknak, ahol az emberi kollaborációt, vagy a páros gráfok tulajdonságait szeretnénk vizsgálni. A Wikipédia reprezentálható úgy, mint egy súlyozott páros gráf, ahol a csúcsok a cikkeket, illetve a szerkesztőket, az őket összekapcsoló élek pedig a szerkesztéseket jelölik. A dolgozatom célja egy olyan egyszerű modell felépítése és vizsgálata, amely a Wikipédián megmérhető mértékeket minél pontosabban reprodukálni tudja.

### A modell

A modell alapja két megfigyelés, az egyik szerint az emberek nem nagyon végeznek lényegi módosítást olyan cikkeken, amik tartalma túlmutat a saját tudásukon, a másik szerint a cikkek tartalmától függetlenül viszont az emberek sokszor kijavítják az apró stilisztikai, ill. egyéb hibákat a cikkeken, amiket meglátogattak. A modellen a hálózatelmélet alapvető mértékein kívül megmérünk két újonnan bevezetett önkonzisztens mértéket [1], a cikkek komplexitását és a szerkesztők szétszórtságát. Megmutatom, hogy az empirikus adatokkal való egyezéshez a legfontosabb annak a figyelembe vétele, hogy a felhasználók a felkapottabb cikkeket nagyobb valószínűséggel választják ki szerkesztésre, illetve az, hogy a tartalmi szerkesztések erőfeszítést igényelnek, így ezek befolyásolják a következő szerkesztések valószínűségét. Megmutattam továbbá, hogy a modell képes a paraméterek függvényében két eltérő fázist mutatni, az egyikben a cikkek kiforrottak, míg a másikban félkészek maradnak, mert túl sok új cikket hoznak létre a szerkesztők. Az empirikus adatok alapján a Wikipédia a második fázisban van.

### Hivatkozások

[1] F. Ogushi, J. Kertész, K. Kaski, and T. Shimada, „Ecology of the digital world of wikipedia,” *Scientific reports*, vol. 11, no. 1, pp. 1–10, 2021.

**RUSU ANDRÁS PÁL***rusandris@gmail.com*

Fizika

BSc, 6. félév

Babeş-Bolyai Tudományegyetem

*Témavezető:  
Sándor Bulcsú  
adjunktus, RO BBTE*

---

**Töredezett figyelem: komplex fluktuációk egy Lotka–Volterra-féle modellben**

A dinamikai rendszerek tudományága sok komplex, időben fejlődő rendszer viselkedését segíthet megérteni. Az utóbbi évtizedekben egyre gyakrabban alkalmazzák sikeresen ösztársadalmi jelenségek, szociális rendszerek vizsgálatára is. A társadalom kollektív figyelme napjainkban töredezettnek mondható, hiszen az internetnek köszönhető szinte valós idejű információáradat az éppen aktuális hírek és beszédtemák gyors váltakozását eredményezi. Nemrég megjelent kutatási eredmények alapján, egy Lotka-Volterra-típusú modell, amely szerint ezek egy közös erőforrásért, a kollektív figyelemért versengenek, jó egyezést mutat internetes aktivitást mérő adatok egyes statisztikai tulajdonságaival. A modellben egy bizonyos témával kapcsolatosan egységnyi idő alatt megjelent tartalom mennyiségét a más témákkal való versengés, illetve ugyanennek a múltban megjelent mennyisége (telítődés) gátolhatja.

Munkánk során megmutatjuk, hogy ezen módosított modellben, a szimmetrikus paraméter-választás esetében a lineáris stabilitás-analízist analitikusan is el lehet végezni, annak ellenére, hogy a fixpontok száma a témák számával exponenciálisan, pontosabban  $2^N$  szerint nő. Innen belátható az is, hogy a fixpont-attraktorokon kívüli más, érdekes viselkedés (határciklus és káosz) a paramétertér egy jól körülhatárolható tartományában jöhet létre. Numerikus vizsgálat során kiderül, hogy a komplex fluktuációk létrejöttében és újra eltűnésében a fixpontok bifurkációi játszanak szerepet. Kis rendszereknél vizsgáljuk ezen bifurkációk skálázási törvényeit, valamint nagyobb rendszernél a tranziens káosz átlagos élettartamára állapítunk meg hatványfüggvényszerű összefüggést. Az aszimptotikus viselkedés jellemzésére a karakterisztikus Lyapunov-kitevőt használjuk. A témák közti csatolást, mint kontrollparaméter függvényében kis rendszereknél a stabil fixpont-attraktorok mellett határciklusokat találunk, nagyobb rendszerek esetén megjelenhet az empirikus adatokra hasonlító, kaotikus dinamika is. Összehasonlítva a klasszikus versengő Lotka-Volterra dinamikával számos érdekes különbséget figyelhetünk meg.

**GOMBÁSI RÓBERT KRISZTIÁN**

*gombasirobert831@gmail.com*

Középiskolai hallgató

Eötvös József Gimnázium és Kollégium

*Témavezető:*

*Dr. Szeidemann Ákos*

*mentor, Eötvös József Gimnázium és Kollégium*

---

## Ülepedés

Mindenki tudja, hogy ha egy folyadékba, a folyadék sűrűségénél nagyobb sűrűségű anyagot teszünk, az lesüllyed a folyadékra. A jelenleg használatban lévő ülepitési rendszerek arra az egyszerű elvre támaszkodnak, hogy a folyadék sűrűségétől függően a szennyező anyagok a fenékre, vagy a felszínre kerülnek. Ezen gépek, jelenleg az áramlásokat többnyire zavaró jelenségként kezelik.

A természetben ritkán megfigyelhető jelenség lép fel bizonyos körülmények teljesülésével, viszont a körülmények mesterségesen költséghatékonyan előállíthatók. Az elméleti háttér egyes részein vannak kidolgozott részek, de kutatásomban arra törekedtem, hogy ezeket egyesítsem és így a geometriai értelmezés határain belül (Navier- Stokes vagy numerikus szimulációk nélkül), azok határait kibővítve megmutassam, hogy a bonyolult áramlástan egyenleteket is le lehet írni egyszerűen, szimulációk használata nélkül is.

Kutatásom során az irodalomban új, rendkívül egyszerű és szemléletes összehasonlító képletet sikerült felfedeznem, mely megadja, hogy két zárt rendszer közül melyikben ülepedik le a törmelék hamarabb.

A zárt és véges részecskeszámú ülepitésnél viszont jelentősen gyorsítható az ülepedés folyamata, melynek gyakorlati felhasználhatósága például a vér komponenseire való bontása, vagy egyéb laboratóriumi ülepitések.

Az elméleti eredmények gyakorlati felhasználása, egy adott részecskeméretre fókuszált csőátmérőt jelent, melyben az adott méretű szemcsék rövidebb idő alatt válnak el azonos mértékben a víztől, mint a gyakorlatban használt megfelelőiknél.

**HARKÓ CSANÁD***harkocsanad@gmail.com*

Mérnöki fizika

BSc, 8. félév

Babeş-Bolyai Tudományegyetem

**HERCZEG ÁGNES***herczegagnes16@gmail.com*

Fizika

BSc, 6. félév

Babeş-Bolyai Tudományegyetem

*Témavezető:**Sándor Bulcsú**Egyetemi adjunktus, RO BBTE*

---

**Hat lábú robotok irányítása oszcilláló neuronokkal**

Napjainkban a robotok vezérlésének elmélete rohamosan fejlődik. A klasszikus robotika, valamint a mesterséges intelligenciára épülő módszerek mellett újabb, az önszerveződő mechanizmusokkal foglalkozó irányzat is kezd egyre fontosabbá válni. A hagyományos módszerek esetében a lépkedő robotok helyváltoztatása jól koordinált mozgásokat feltételez, mely során az egyes csuklók közötti fázisviszonyokat a megfelelő paraméterek beállításával pontosan tudjuk szabályozni. Számos eredmény azonban arra utal, hogy a mozgásokhoz szükséges dinamika önszerveződő módon is kialakulhat.

Dolgozatunkban egy PhantomX típusú hat lábú robot egy lehetséges vezérlési modelljét vizsgáljuk. A tizenhét csuklója közül tizenkettőt oszcilláló neuronokkal irányítunk, melyek direkt módon, valamint a lábak csuklószögeinek mérésén keresztül vannak csatolva. A modellt először egy számítógépen szimulált fizikai környezetbe helyezük, majd egy valós roboton is teszteljük. A neuronok közötti csatolás erősségének függvényében mindkét esetben többféle lépésmintázat is létrehozható, melyek részben önszerveződő módon alakulnak ki.

**FARKAS LÁSZLÓ***leslie.wolf.04@gmail.com*

Középiskolai hallgató

Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános  
Iskola és Gimnázium*Témavezető:  
Jenei Péter  
egyetemi adjunktus, ELTE TTK*

---

**Kerek edényben keringetett golyósokaság forgásirány-változásának vizsgálata**

Azonos méretű és anyagú golyókat kerek edényben, örvény-szerűen mozgatva, megfigyelhető azok forgásirányának változása a darabszám növelésével. Kis darabszám esetén a golyók összessége azonos irányban forog az edény keringésének irányával. Nagy darabszám esetén pont az ellentétes irányban forognak.

Ezen jelenséget vizsgálom kísérletek sorozatával, amikhez egy olyan gépet használok, ami a kívánt mozgást szabályos körpályán, konzisztensen képes végezni. Egy leegyszerűsített modell segítségével megmagyarázom, hogy mitől foroghat egy test visszafelé az edényben. A keringés szögsebességének, amplitúdójának, az edény sugarának, a golyók méretének, illetve a golyó-golyó és a golyó-fal súrlódási együtthatók változtatásával meghatározom azt a darabszámot, aminél már a golyósokaság forgásiránya ellentétes a keringetésével, majd meghatározom az összefüggéseket ezen adat és a fenti paraméterek között.

Megmutatom, hogy a súrlódás a legkritikusabb paraméter a forgásirány-változás szempontjából. A golyók közti, illetve a golyók és az edény fala közti súrlódás megakadályozza az egymás mellett lévő golyók független mozgását, és nagy sűrűség esetén a golyósokaság egy összefüggő testté áll össze, ami az edény falán történő gurulása közben a saját tengelye körül forog, a keringetés irányával ellentétesen.



## KVANTUMFIZIKA

1. **Fitos Bence (BME - TTK)**
2. **Hollósy Péter (ELTE - TTK)**
3. **Király Csilla (BME - TTK)**
4. **Szondi Máté Álmos (BME - TTK)**
5. **Bukor Benedek (SK CE)**
6. **Gurzó József (ELTE - TTK)**

A Zsűri tagjai:

**Dr. Lévai Géza**

**Dr. Kiss Tamás**

**Dr. Nagy Sándor**

**FITOS BENCE***fitos5bence@gmail.com*

Fizikus

MSc, 4. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Dr. Andai Attila**Egyetemi docens, BME TTK*

---

### **A gömbfelület kvantumos elemi részecskéinek meghatározása reprezentációelmélet alkalmazásával**

Egy kvantummechanikai rendszer logikája egy komplex szeparábilis Hilbert-tér zárt lineáris altéréből felépülő projektív geometriát alkot. A téridő szimmetriacsoportjának reprezentáns operátorai ezen projektív geometria megfelelő automorfizmusai. A fizikában különösen fontos az elemi részecskék meghatározása, melyek a megfelelő szimmetriacsoport gyengén irreducibilis folytonos projektív ábrázolásaival azonosíthatók. Ezek jól ismert példája a Galilei- és Poincaré-csoport ábrázolása, melyek alapján adódnak a megszokott elemi részek.

A kutatás célja hasonló eljárással azonosítani az idővel kiegészített kétdimenziós gömbfelszín elemi részecskéit, valamint a kapott irreducibilis ábrázolásokat részletes vizsgálat alá venni. Először a translációk csoportját azonosítjuk, és meghatározzuk azok megfelelő ábrázolásait. Ha a translációk alkotta csoportot ki szeretnénk bővíteni forgó rendszerbe való áttérésekkel, akkor nehézségekbe ütközünk. Hogy csoportot kapjunk, bizonyos egyszerűsítéseket kell véghezvinnünk, így jutunk el a másik vizsgálandó csoporthoz.

Felhasználva Wigner tételét, a projektív ábrázolásokat visszavezetjük unitér reprezentációkra. A csoport folytonos irreducibilis unitér ábrázolásainak meghatározásához alkalmazzuk a Mackey-féle reprezentációs tételt, mely alapján bizonyos nem kompakt, nem kommutatív csoportok ábrázolásai kiszámításához elegendő néhány részcsoportjának irreducibilis reprezentációját meghatározni. Végül megvizsgáljuk a generátoroknak az adott unitér ábrázolás által meghatározott lineáris reprezentációját, és összevetjük a kvantummechanikában használt szokásos fizikai mennyiségeket leíró operátorokkal.

**HOLLÓSY PÉTER***hollosy.pe@gmail.com*

Fizika

BSc, 5. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Jeszenszki Péter**tudományos munkatárs, ELTE TTK**Mátyus Edit**tudományos munkatárs, ELTE TTK*

---

**Perturbatív és variációs relativisztikus módszerek összehasonlítása héliumszerű ionok finomszerkezeti felhasadásának példáján**

Az anyagok atomi, esetenként molekuláris tartományú vizsgálatánál egy régóta ismert és érdekes jelenség a finomszerkezeti (vagy a molekuláris kémiában ún. spin-pálya) felhasadás. A jelenség magyarázata a relativisztikus kvantummechanikában rejlik. Ezen leírásmódot vizsgáltam numerikusan, mind perturbatív, mind variációs módszerekkel. A dolgozat írása alatt részt vettem az ismert vezető rendű ( $m\alpha^4$ , általánosan alkalmazható  $N$ -elektronos) perturbatív kifejezések programozásában. A numerikus számítás expliciten korrelált Gauss-függvények (explicitly correlated Gaussian, ECG) nyújtotta bázisban történik. A megírt programmal számításokat végeztem kételektronos (héliumszerű,  $Z = 2, \dots, 18$  rendszámú) atomokra egyrészt az általam programozott perturbatív eljárással, másrészt a kutatócsoportban kifejlesztett kételektronos variációs módszer segítségével. A variációs módszer a Bethe–Salpeter egyenletből levezethető equal-time egyenlet közelítő megoldását, a relativisztikus kvantumkémiában használatos no-pair Dirac–Coulomb–Breit[DC(B)] egyenlet megoldását biztosítja. A számított eredmények alapján, megfigyeltem, hogy míg az  $m\alpha^4$ -rendig helyes perturbatív energia és a variációsan számolt no-pair DCB energia hamar jelentős eltérést mutat a  $Z$  rendszám növelésével, addig a finomszerkezeti felhasadás meglepően jól egyezik. Ez arra a következtetésre vezet, hogy a finomszerkezeti felhasadás esetén a perturbációs számítás magasabb rendű tagjai (részlegesen) kiejtik egymást, aminek jobb megértése további formális megfontolásokat igényel. A megfigyelés a kémiában átmeneti fémek esetén is gyakran, empirikusan használt spin-pálya felhasadás modellt fizikai hátterére világít rá. Bár az adott rendű perturbatív energia messze a kémiai folyamatok jellemző energiaváltozásainál ( $\sim 0.03$  eV) nagyobb hibával terhelt, a felhasadás hibája mégis ezen energiaérték alatt marad, és ezért használható jól a szokásos, egyszerű modell.

**KIRÁLY CSILLA***kiralycsilla20000604@gmail.com*

Fizikus

MSc, 1. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:  
Lencsés Máté**Tudományos munkatárs, Wigner Fizikai Kutatóközpont Részecske- és Magfizikai Intézet Elméleti  
Fizikai Osztály Holografikus Kvantumtérelmélet "Lendület" kutatócsoport*

---

**Kvencs dinamika a Blume-Capel modellben**

Az egydimenziós soktest kvantumrendszerek kritikus jelenségeinek vizsgálata aktívan kutatott terület. A Blume-Capel modell is egy ilyen rendszer, amely a jól ismert kvantum Ising-lánc kiterjesztése. A modell trikritikus pontjához közeli kvantumrendszerek nemegyensúlyi dinamikáját az úgynevezett kvantum kvencs utáni időfejlődéssel vizsgálhatjuk. Ez sok érdekes kérdést felvet, mint például a mérhető mennyiségek relaxációja vagy a kvantum összefonódás változása. A modell paramétereitől függően a dinamika különböző erősen kölcsönható kvázirészecskék segítségével jellemezhető. A modell trikritikus pontját pedig egy konform térelmélet írja le. Ennek egy termális perturbációja az  $E_7$  modell, melyben hét stabil részecske található. Az egyik leghatékonyabb séma a kvencs utáni dinamika tanulmányozására a végtelen időfejlesztő blokkdecimációs módszer. Az OTDK dolgozatban a célunk ennek a módszernek a segítségével vizsgálni az  $E_7$  modellt és az eredményeket összevetni a skálázó határesetben ismert térelméleti jóslatokkal.

**SZONDI MÁTÉ ÁLMOS**

szondimate@outlook.com

Építészmérnök

Osztatlan, 6. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Építészmérnöki Kar

*Témavezető:**Dr. Andai Attila**Egyetemi docens, BME TTK***A kvantummechanikai állapotter egy felbontása által indukált geometria**

A statisztikában kulcsfontosságú Fisher-információ általánosítása a nemkommutatív esetre (egészen pontosan a kvantummechanikai állapotterre) Petz Dénes egyik kimagasló eredménye [3, 4], mely alapköve a nemkommutatív információgeometriának. A klasszikus esettel ellentétben, a nemkommutatív esetben nem egyértelmű a Fisher-információ, hanem azok bizonyos operátormonoton függvényekkel indexelhetők. Ezek a Fisher-információk Riemann-metrikának tekinthetők az állapotteren, ami magyarázza a monoton metrika elnevezésüket. Ezek a monoton metrikák a kvantuminformáció elmélet számtalan ágában kapnak kiemelkedő szerepet (például: paraméterbecslésben, határozatlansági relációkban, Bayes-statisztikában, állapotter és kvantumcsatornák geometriájának vizsgálatánál, állapotok összefonódottsági mértékének meghatározásában stb.). A qubit-qubit rendszerben az állapotok szeparálhatóságának, illetve összefonódottságának a vizsgálatánál Lovas Attila és Andai Attila megmutatták [2], hogy a  $2n$  dimenziós Hilbert-tér feletti  $M_{2n}$  állapotteret lehet és érdemes is felbontani a  $M_{2n} \simeq M_n \times B_n \times E_n$  módon, ahol  $M_n$  az  $n$  dimenziós Hilbert-térhez tartozó állapotter,  $B_n$  azon  $n \times n$ -es mátrixok tere, melyek operátornormája egynél kisebb, valamint  $E_n$  az  $n \times n$ -es mátrixok terében a  $] -I, I[$  intervallumot jelöli. A dolgozatban meghatározom, hogy a fenti felbontásban szereplő komponenseken milyen metrikát indukálnak az  $M_{2n}$  téren értelmezett monoton metrikák, mely segít megérteni két  $M_n$  térbeli részecskéből álló összetett rendszer állapotterének a geometriáját. Továbbá induktív módon kiterjesztem ezt az eljárást a  $mM_{2^k n}$  állapotter egy felbontására, melyet Lovas Attila írt le PhD dolgozatában [1].

## Hivatkozások

[1] Attila Lovas. „Application of information geometry to quantum mechanical systems”. Dissz. BUTE, Applied Mathematics, 2017.

[2] Attila Lovas és Attila Andai. „Invariance of separability probability over reduced states in  $4 \times 4$  bipartite systems”. Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical 50.29 (2017), 295303. old. url: <http://stacks.iop.org/17518121/50/i=29/a=295303>.

[3] D. Petz. „Monotone metrics on matrix spaces”. Linear Algebra Appl. 244 (1996), 81–96. old. issn: 0024-3795.

[4] D. Petz és Cs. Sudár. „Geometries of quantum states”. J. Math. Phys. 37.6 (1996), 2662–2673. old. doi: <http://dx.doi.org/10.1063/1.531535>. url: <http://scitation.aip.org/content/aip/journal/jmp/37/6/10.1063/1.531535>.

**BUKOR BENEDEK***bukor.benedek@gmail.com*

Elméleti fizika

MSc, 1. félév

Univerzita Komenského v Bratislave  
(Comenius Egyetem, Pozsony)*Témavezető:  
Mgr. Juraj Tekel, PhD.  
adjunktus, SK UKB*

---

**Gömb-szimmetrikus potenciálok tárgyalása 3D-s nemkommutatív kvantummechanikában**

In this paper, we examine the energy spectra of three well-known, three-dimensional, rotationally invariant quantum systems in standard quantum mechanics (QM) affected by introducing a noncommutative (NC) structure into the systems' configuration space. NC structure blurs the configuration space at short distances and the parameter in charge of describing the extent of this blur is  $\lambda$ .

In the present case, we investigate the bound states of electron in the NC Coulomb potential, the NC 3D isotropic harmonic oscillator and quarkonium systems in the NC Cornell potential. Since complete analytic results for the latter two potentials are unattainable, the radial WKB approximation is adopted. Furthermore, for the Cornell potential the Pekeris-type approximation is utilized, too.

We calculate the energy of electron in the NC Coulomb potential of arbitrary-order, the energy of the NC 3D isotropic harmonic oscillator and the NC Cornell potential of the second order in  $\lambda$ ; besides, we obtain corrections to the charmonium ( $c\bar{c}$ ), bottomonium ( $b\bar{b}$ ) and bottom-charmed meson ( $c\bar{b}$ ) masses. For the fundamental length at the Planck scale ( $\lambda \approx 10^{-35}$  m) we obtain relative correction at the order of  $10^{-50}$  for the hydrogen atom and for the 3D isotropic oscillator,  $10^{-39}$  for the quarkonium, and taking into account the current experimental data, we obtain the upper bound at the order of  $10^{-18}$  m for the fundamental length scale of space.

Keywords: noncommutative quantum mechanics, Planck's scale physics, radial WKB approximation

**GURZÓ JÓZSEF***gur.jo04@gmail.com*

Fizika

BSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Fejős Gergely**tudományos munkatárs, ELTE TTK*

---

**Valószínűségi-hullámcsomagok transzmissziója és reflexiója potenciálgáton való áthaladás során**

A klasszikus és relativisztikus kvantummechanikában is gyakran előkerülő probléma különböző hullámszámú síkhullámok potenciálgátakkal történő ütközése. A feladat a kvantummechanika tankönyvek egyik legegyszerűbb problémája, de fontos hangsúlyoznunk, hogy realiztikus vizsgálatok során mindig hullámcsomagokkal kell dolgozni, mely egy jóval összetettebb megoldást igénylő problémára vezet. Dolgozatomban az időfüggő Schrödinger-egyenlet megoldásaként vizsgálom különböző szélességű hullámcsomagok viselkedését adott potenciálokkal való kölcsönhatás során. Az egydimenziós potenciállépcső és a potenciálgát problémájának részletes elemzésével közelítő analitikus formulákat vezetek le a reflexió és transzmisszió leírására, melyek érvényességét numerikus megoldások segítségével ellenőrzöm le. Az eredményekre építkezve modellezem az alfa-bomlást.

## KVANTUMTECHNOLÓGIA

1. **György Zoltán (ELTE - TTK)**
2. **Svastits Domonkos (BME - TTK)**
3. **Rácz Csaba Szilárd (ELTE - TTK)**
4. **Tibiássy Adalbert István (ELTE - TTK)**
5. **Halmos Balázs Paszkál (BME - TTK)**
6. **Domokos Bálint (BME - TTK)**
7. **Bene Róbert (ELTE - TTK)**
8. **Márton Áron (BME - TTK)**

A Zsűri tagjai:

**Dr. Vecsernyés Péter**

**Dr. Szalay Szilárd**

**Dr. Gurin Péter**



**GYÖRGY ZOLTÁN***betmenvees@gmail.com*

Fizika

BSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

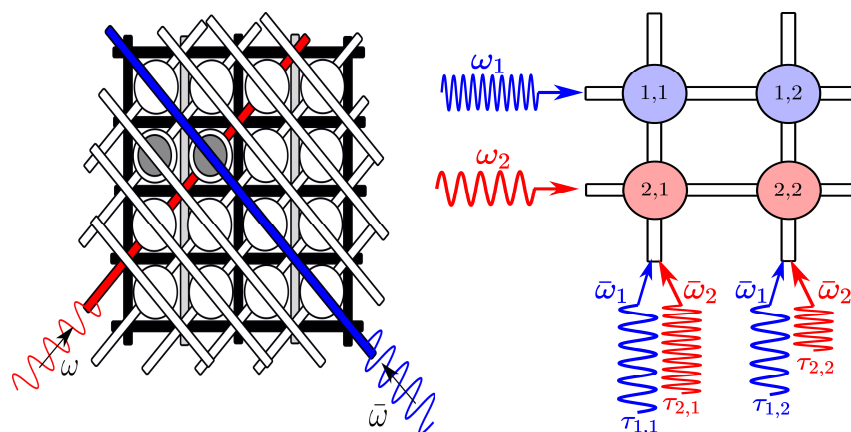
Természettudományi Kar

*Témavezető:  
Széchenyi Gábor  
egyetemi adjunktus, ELTE TTK*

### Négyzetrácsban elhelyezett kvantumbitek megszólitása

A félvezetőkben megvalósított spin-alapú kvantumbitek a jövő kvantumszámítógépeinek alapjául szolgálhatnak [1]. Az EDSR (electrically driven spin resonance) [2] egy jól bevált módszer a kvantumbitek vezérlésére, azonban egy problémába ütközik, nehezen skálázható az így működtetett rendszer. Erre egy lehetséges megoldás a négyzetrácsos elrendezése a kvantumbiteknek (crossbar architecture) [3], kevés vezérlő elektróda mellett. A dolgozatban elméleti úton vizsgáljuk az EDSR bikromatikus változatát [4], mely egy négyzetrácsos elrendezésben teszi lehetővé a kvantumbitek szelektív vezérlését, kevés elektróda használatával. Két különböző frekvenciájú vezérlő elektromos impulzust alkalmazunk, amelyek frekvenciáinak összege megegyezik a kvantumbit Larmor-frekvenciájával. Egy kettős kvantumdotba csapdázott elektronnak a spinjét használjuk kvantumbitként (flopping-mode qubit) [5] spin-pálya kölcsönhatás segítségével. Kiszámoljuk a Rabi frekvenciának és a Bloch-Siegert eltolódásnak a függését a rendszer paramétereitől, illetve bemutatjuk a bikromatikus EDSR alkalmazásait, a szelektív vezérlést és az egyqubites műveletek párhuzamos végrehajtását ezen a kétdimenziós kvantumbit rácson. Az analitikus eredményeket numerikus szimulációkkal erősítjük meg.

- [1] - Loss, Daniel, and David P. DiVincenzo. "Quantum computation with quantum dots." *Physical Review A* 57.1 (1998): 120.
- [2] - Pioro-Ladriere, M., et al. "Electrically driven single-electron spin resonance in a slanting Zeeman field." *Nature Physics* 4.10 (2008): 776-779.
- [3] - Li, Ruoyu, et al. "A crossbar network for silicon quantum dot qubits." *Science advances* 4.7 (2018): eaar3960.
- [4] - György, Zoltán, András Pályi, and Gábor Széchenyi. "Electrically driven spin resonance with bichromatic driving." *Physical Review B* 106.15 (2022): 155412.
- [5] - Benito, Mónica, et al. "Electric-field control and noise protection of the flopping-mode spin qubit." *Physical Review B* 100.12 (2019): 125430.



**SVASTITS DOMONKOS***domi.svastits@gmail.com*

Fizika

BSc, 4. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Pályi András**egyetemi docens, BME TTK*

---

### **Shor-algoritmus zajos kvantumszámítógépeken**

A Shor-algoritmus az egyik legismertebb kvantumalgoritmus, mely az egész számok prímtényezőkre való felbontásának problémáját oldja meg polinomiális időben. Ez nem lehetséges a jelenleg ismert klasszikus algoritmusokkal. A Shor-algoritmus lehetővé teszi a mindennapokban használatos nyilvános kulcsú titkosítási eljárások feltörését, hiszen ezek biztonságát a prímtényezőkre bontás nehézsége garantálja. Munkám során először a fizikai hibáktól mentes esetben vizsgáltam, hogy a faktorizálható egész számot növelve hogyan nő az algoritmusban használandó qubitek száma, a kvantumkapuk száma, illetve az algoritmus futásideje. Napjaink kvantumszámítógép-prototípusaiban gyakran a qubitek kiolvasása a domináns hibaforrás, ezért a vizsgálatot általánosítottam arra az esetre, amikor a kvantumkapuk tökéletesnek tekinthetők, de a qubitek mérése hibával terhelt. A dolgozatban bemutatott módszerek és eredmények elősegíthetik a Shor-algoritmus gyakorlati megvalósítását.

**RÁCZ CSABA SZILÁRD***raczszilard@student.elte.hu*

Fizika

BSc, 5. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:  
Ivány Viktor  
egyetemi adjunktus, ELTE TTK*

---

**Félvezető anyagokban mozgó elektron spin kvantumbit koherencia idejének tanulmányozása**

Az elmúlt évtizedekben a kvantumszámítástechnika területére jelentős figyelem irányult, amely alól ezen TDK dolgozat sem kivétel. A kontrollálható és koherens kvantumbitek fizikai megvalósítására számos megoldás látott napvilágot ezidáig, melyekbe fektetett tudományos erőfeszítések fogják ezen gyümölcsöző terület termő földjét adni. Ezek közé tartoznak az olyan kvantumbitek, amelyek nem helyhezköttöttek, hanem mozognak, ezáltal úgynevezett repülő kvantumbitek hozva létre, melyek várhatóan fontos szerepet fognak betölteni a térben elkülönülő kvantum rendszerek összekapcsolásában. Munkánkban, félvezetők vékony rétegeiből kialakított kvantumpöttyökbe helyezett és azokon keresztül mozgó elektron spinnek koherencia idejét vizsgáltam. A TDK munkám során kifejlesztett és implementált szimulációs eljárás segítségével modellezük az elektron spin magspinekkel való hiperfinom kölcsönhatást és az ebből következő dekoherencia jelenségét. A koherencia időt a magsűrűség és a külső beállított mágneses tér függvényében vizsgáltam. Az eredményeinket kísérleti cikkekben foglalt mérések eredményeivel vetettük össze. Azt tapasztaltam, hogy az elektron sebességének növelésével, a spin koherencia ideje is növekszik, amivel egy lépéssel közelebb kerülhetünk a skálázható kvantum számítógépek megépítéséhez.

**TIBIÁSSY ADALBERT ISTVÁN***tibiassy.adalbert@gmail.com*

Fizikus

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:  
Ivány Viktor  
egyetemi adjunktus, ELTE TTK*

---

**Multispin-koherencia jelenségek vizsgálata VB(-) spin kvantumbit esetén**

A dolgozatban a bór-nitridben fellelhető spin kvantumbit viselkedését figyeltem meg. A megfigyelt rendszer egy triplet elektronspinből, és három darab nitrogén magspinből állt. A rendszerrel kapcsolatban ellentétes eredmények születtek, mind elméleti, mind kísérleti kutatások során. Az időfejlődést numerikus úton vizsgáltam, mivel a rendszerre külső mikrohullámú gerjesztést kapcsoltam. A dolgozatban bemutattam, hogy a magspinek jelenléte következtében számos olyan újabb jelenség tűnt fel, melyek az egyedül álló elektronspin esetében nem jelent meg. Többek között kiderült, hogy a rezonanciacsúcsok eltolódhatnak és ki is szélesedhetnek a gerjesztés hatására, kirazolódott a magspinek okozta hiperfinom felhasadás. Sőt tiltott elektronátmenetek is megvalósulhattak a magspinek jelenlétének következtében. A jelenségek megmagyarázása várhatóan fontos technikai alkalmazásokat fog lehetővé tenni.

**HALMOS BALÁZS PASZKÁL***halmosbideiglenes@gmail.com*

Középiskolai hallgató

Budapest II. Kerületi II. Rákóczi Ferenc  
Gimnázium*Témavezető:  
Dr. Asbóth János  
egyetemi docens, BME TTK*

---

**Koherens és inkohereus hibák vizsgálata ismétléses kóddal kvantumszámítógépeken**

A kvantumszámítógépeken, még ha nem is végzünk műveleteket, a kvantumbitek nincsenek biztonságban a zajtól, hibáktól, ezek ellen védekeznünk kell. Kutatásomban kétféle hibamodellt hasonlítok össze - nem tökéletes kiolvasások esetén - egy olyan kvantumszámítógép-memóriában, amely ismétléses kódot használ az információ védelmére. Az első modell, hogy az adatbiteken véletlen Pauli-X hibák történhetnek egy bizonyos valószínűséggel, a második, hogy az összes bitre egy koherens forgatás hat. Kutatásomban áramköri szintű numerikus szimulációval, a python qiskit szoftverfejlesztő készletével készített programommal, megmutatom, hogy a két hibamodell ugyanakkora veszélyt jelent az eltárolt információra, a kód méretének növelése csökkenti, az ismétlések számának növelése azonban növeli a hűtlenséget.

**DOMOKOS BÁLINT***domokos.balint@gmail.com*

Fizika

BSc, 5. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Dr. Asbóth János**egyetemi docens, BME TTK*

---

**Kvantumos hibajavítás áramköri szintű zajelemzése a felületi kódon**

Összetett kvantumos algoritmusok futtatására alkalmas kvantumszámítógép építéséhez elengedhetetlen a kvantumos hibajavítás. A kvantumbitek rövid koherenciaideje mellett problémát jelentenek a gépek működése közben fellépő, pl. kalibrációs hibák is, ezek torzításai ellen aktívan védeni kell a kvantuminformációt. E célt szolgálják a hibajavító kódok, ahol egy-egy logikai kvantumbitet több fizikai kvantumbit összefonódott állapotában tárolunk, a környezeti zajoktól védett módon. Az összefonódott állapoton végzett megfelelő mérések segítségével információt nyerünk a kvantumos memória sérüléséről. A mérési eredmények ismeretében pedig megpróbáljuk kijavítani a hibát. Az egyik legígéretesebb kvantumos hibajavító konstrukció az úgynevezett felületi kód.

Dolgozatomban a  $d=3$  kódtávolságú felületi kódot vizsgáltam, mint kvantumos memóriát. Ennek kvantumos áramköri szintű kivitelezéséhez  $9+8$  kvantumbitre van szükség. A környezet zaját a kvantumbiteken kétféleképpen modelleztem: véletlenszerűen alkalmazott Pauli-Z operátorokkal, illetve úgynevezett koherens-Z hibákkal. Numerikus szimulációval, a qiskit python szoftverfejlesztő készlettel meghatároztam a logikai kvantumbit hűségét a fizikai kvantumbitek környezeti és kiolvasási hibájának függvényében.

**BENE RÓBERT***robertbene97@gmail.com*

Fizika

BSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:  
Ivány Viktor  
egyetemi adjunktus, ELTE TTK*

---

### **Klaszter közelítésen alapuló szimulációs módszerek fejlesztése ponthiba kvantumbitek vizsgálatához**

A szobahőmérsékleten milliszekundumos koherenciaidővel rendelkező ponthiba kvantumbitek mára új távlatokat nyitottak az anyagtudományi és biológiai mérés technika területén. Jelen pillanatban a ponthiba-alapú kvantumalkalmazások vizsgálata és optimalizálása döntően kísérleti úton történik, azonban a modern kvantummechanikai szimulációk részletes betekintést nyújtanak a jelenségek fizikai hátterébe és új lehetőségeket kínálnak ezek bizonyos aspektusainak kvantitatív leírására. Kutatásommal a ponthiba kubit rendszerek dinamikai leírását egy új szemszögből közelítettem meg, melynek során egyetlen módszert fejlesztettünk, amely sokféle kubit-rendszer és ezek több alkalmazásának leírására alkalmas. Eljárásunk gerincét az adja, hogy a klaszter közelítésben leírt kis alrendszerek mester egyenletét kiegészítjük egy unitér kölcsönhatással és ezen keresztül az alrendszereket egymással összecsatoljuk. Az ilyen módon kifejlesztett közelítés egyik fő újítása a kvantum állapotok relaxációjának és dekoherenciájának elsődleges forrásainak, a környezeti kölcsönhatásoknak a hű, Markovi közelítésen túlmutató leírása. Az említett módszer lehetővé teszi bizonyos mennyiségek, mint például a teljes energia vagy teljes mágnesezettség, a klaszter közelítésen belüli megmaradását, melyek alap esetben, az eddig ismert klaszter közelítési módszerek bevezetésével sérülnek (Lásd gCCE).

**MÁRTON ÁRON**

*martontfse@gmail.com*

Fizika

BSc, 5. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:*

*Dr. Asbóth János*

*Egyetemi docens, BME TTK*

---

### **Kvantumos hibajavítás a felületi kódban - koherens hibák és kiolvasási hibák vizsgálata**

A gyakorlatban jól használható kvantumszámítógépekhez elengedhetetlen a kvantumos hibajavító kódok használata, amelyekkel meg lehet védeni a kvantumbiteket a környezeti zajtól. A legígéretesebbnek tartott kvantumkód az úgynevezett felületi kód, ami véletlenszerű bit-flip, illetve fázishibákkal szemben is bizonyítottan hatékonyan védi a kvantuminformációt. Az úgynevezett koherens hibák - ahol a környezet valamilyen kis unitér transzformációval hat a kvantumbitekre - hatása viszont nehezen modellezhető a felületi kódban numerikusan.

A koherens hibák egy osztályára Bravyi és szerzőtársai [1] a Fermionikus Lineáris Optika elméleti eszközeit használó szimulációs eljárást dolgoztak ki. Munkájukban azonban nem vették figyelembe a kiolvasási hibák hatását, amelyek a mai kvantumszámítógép-prototípusokban nagyon jelentősek.

Dolgozatomban a felületi kód hibajavítási hatékonyságát vizsgáltam a koherens hibák és kiolvasási hibák egyidejű fellépése esetén, Bravyiék szimulációs eljárását kiterjesztve. Meghatároztam a koherens és kiolvasási hibák együttes hibaküszöbét: ez közelítően megegyezik az inkoherens hibák és kiolvasási hibák együttes hibaküszöbével (ez utóbbi az irodalomból ismert). Ugyanakkor a szimulációkból kiderült, hogy a küszöb alatt, azaz kellően kis mértékű környezeti zajok mellett, a koherens hibák nagyobb logikai hibákhoz vezetnek, mint az inkoherens hibák, a kiolvasási hibák jelenlétében is.

A dolgozatomban bemutatott eredmények biztatóak lehetnek a felületi kód megvalósítását célzó projektek számára is.

[1] Bravyi, S., Englbrecht, M., König, R. et al. Correcting coherent errors with surface codes. npj Quantum Inf 4, 55 (2018)



## LÉZERFIZIKA

1. Csépanyi István (BME - TTK)
2. Sallai Krisztina (SZTE - TTIK)
3. Sárközi Bálint (ELTE - TTK)
4. Tóth Balázs (DE - TTK)
5. Lehotai Levente (SZTE - TTIK)
6. Ligeti Gábor Mihály (ELTE - TTK)
7. Gilinger Tibor (SZTE - TTIK)
8. Zakariás Etelka (RO BBTE)

A Zsúri tagjai:

**Dr. Kántor Zoltán**

**Dr. Tóth György**

**Dr. Pálfalvi László**

**CSÉPÁNYI ISTVÁN***csepanyiistvan011@gmail.com*

Fizikus

MSc, 1. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Dr. Dombi András**Tudományos munkatárs, WIGNER Fizikai Kutatóközpont Kvantumoptika és Kvantuminformatika  
Kvantumoptika "Lendület" kutatócsoport csoport*

---

### **Keskeny vonalszélességű lézer építése Kvantumoptikai kísérletekhez**

A kvantumoptikai kísérletek és azok megvalósítását elősegítő eljárások és technológiák folyamatos fejlődésben vannak. Az egyik fejlesztési irány a minél kisebb vonalszélességek elérése, lézerek és üregrezonátorok esetén is, mivel ezek szükségesek egyes metrológiai, interferometriai és kvantumkommunikációs feladatok elvégzéséhez. A Wigner Fizikai Kutatóközpont Kvantumoptika és Kvantuminformatikai osztályán tervezett új kísérletekhez is kell egy MHz alatti vonalszélességű lézer. Mivel az ott használt hullámhossz tartományban, 780.24 nm, többnyire Mhz vagy az feletti vonalszélességű lézerek érhetőek el, ezért szükséges egy, helyben megépíthető, vékony vonalszélességű lézer kifejlesztése.

Ismert, hogy rezonátoros optikai visszacsatolás segítségével egy MHz tartományban működő dióda vonalszélességét több nagyságrenddel csökkenteni lehet, elérve kHz-es értékeket [1]. Munkám során ezt a módszert teszteltem egy Distributed Feedback (DFB) lézerdión [2]. Ennek egyik nagy előnye, hogy külső rezonátor nélkül is képes egymódusú működésre, azaz a módusugrásokból származó pontatlanság automatikusan ki van szűrve.

Az eddigi kísérleteim során sikerült demonstrálnom az említett optikai visszacsatolás pozitív eredményeit. Azonban a külső, környezeti hatások, mechanikai rezgések, légáramlatok, illetve a vezérlő egységekben fellépő hőmérséklet és áramfluktuációk jelentősen megnehezítik a kívánt vonalszélesség-csökkenés elérését. A felmerülő problémák megoldása érdekében terveztem egy mechanikai stabilitást nyújtó lézertartó dobozt és összeállítottam többféle Proportional–Integral–Derivative (PID) szabályzáson alapuló elektronikai visszacsatolást [3].

A dolgozatomban bemutatom ezeket a módszereket, a mérési elrendezésemet, a jelenlegi eredményeimet és a jövőbeli fejlesztési terveket.

[1] Qian Lin, Mackenzie A. Van Camp, Hao Zhang, Branislav Jelenkovic, and Vladan Vuletic. Long-external-cavity distributed bragg reflector laser with subkilohertz intrinsic linewidth. *Opt. Lett.*, 37(11):1989–1991, Jun 2012.

[2] S Kraft, A Deninger, C Trück, J Fortágh, F Lison, and C Zimmermann. Rubidium spectroscopy at 778–780 nm with a distributed feedback laser diode. *Laser Physics Letters*, 2(2):71–76, Feb 2005.

[3] A. Boghossian, J. Brown, and S. Zak. P, I, D, PI, PD, and PID control. LibreTexts, May 2022.

**SALLAI KRISZTINA***krisztina.sallai3@gmail.com*

Fizikus

MSc, 4. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezetők:**Dr. Czirják Attila**tud. Munkatárs, SZTE TTIK**Dr. Hack Szabolcs**tud. Munkatárs, SZTE TTIK*

---

### **Egydimenziós atomi modellpotenciálok az attoszekundumos fizikában: optimalizálás a HHG-spektrum számítására**

Megfelelően nagy intenzitású lézerpulzus hatására egy atom alagúteffektus révén is ionizálódhat, az így kiszabadult elektron a lézerpulzusból energiát nyerve visszatérhet az ionhoz és rekombinálódhat, ekkor az ionizációs energiájánál jóval nagyobb energiájú fotont bocsát ki. Ez a folyamat az alapja a nemesgázokban történő magas harmonikus keltésnek (HHG), pontos kvantumfizikai szimulációja az attoszekundumos fizika fontos és komoly kihívást jelentő területe, ugyanis ekkor az atomi elektron kvantum dinamikájának leírására a perturbációs számítás már nem alkalmazható.

Több-elektronos atomokra a legpontosabb számítások is csak közelítő modellekkel lehetségesek, de egy-elektronos esetben is nagy numerikus igényűvé válhat a szimuláció, például ha a lézerpulzus központi hullámhossza az infravörös tartományba esik. Ezért fontosak az olyan redukált dimenziós modellek, amelyek hatékonyan csökkentik a numerikus költséget, de megőrzik a valódi folyamat lényeges sajátosságait. Lineárisan polarizált lézerpulzus esetén a dinamika igazán fontos része a lézerpulzus elektromos terének irányával párhuzamosan történik. Ebben az esetben különböző egydimenziós atomi modellpotenciálok szoktak alkalmazni, amelyek hasznos eredményeket adnak, de ehhez gyakran van szükség empirikus skálázásokra.

A dolgozatomban a hidrogénatom egydimenziós modellezésére ismert modellpotenciálok továbbfejlesztésével keresek olyan új modellpotenciált, amellyel az időfüggő Schrödinger-egyenlet egydimenziós numerikus megoldásából kiszámított HHG-spektrum minél jobban közelíti a háromdimenziós numerikus eredményt, a legfontosabb paraméterek minél szélesebb tartományában. Megvizsgálom, hogyan változik a HHG-spektrum két különböző paraméterezésű soft-Coulomb potenciál Dirac-delta potenciállal képzett lineáris kombinációi esetén. Az így szerzett tapasztalataim alapján, a két soft-Coulomb potenciál kedvező tulajdonságainak segítségével új modellpotenciált definiálok és bemutatom, hogy ez a kísérletek szempontjából releváns paraméter-tartományban pontosabb HHG-spektrumok kiszámítását teszi lehetővé.

**SÁRKÖZI BÁLINT***sabalint7@gmail.com*

Fizikus

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Vukics András**tudományos főmunkatárs, Wigner Fizikai Kutatóközpont Kvantumoptika Kutatócsoport*

---

**Hidegatom-kísérlet vezérlésének fejlesztése és diagnosztikája abszorpciós leképezéssel**

Atomok csapdázása és hűtése nagy precizitást és magas szintű kontrollt igénylő feladat, különösen akkor, ha a  $10\text{-}100\ \mu\text{K}$  hőmérsékletű tartományban dolgozunk. Ennek elérése mellett komoly kihívás a létrejövő atomfelhő tulajdonságainak diagnosztikája is, melyre csak közvetett módszerek adnak lehetőséget. Egy ilyen módszer az úgynevezett abszorpciós leképezés, mely során a vizsgált atomokat egy kiszemelt atomi átmenettel rezonáns kollimált lézernyalábbal világítjuk meg, melynek egy részét azok elnyelik, a továbbengedett fényt pedig egy CCD kamerával rögzítjük. A leképező fény elnyelődéséből létrehozott képekkel megállapíthatjuk az atomfelhő geometriáját, mely megfelelő kalibráció segítségével lehetőséget ad a felhő méretének, atomszámának és hőmérsékletének meghatározására.

Kutatási munkám során kifejlesztettem egy olyan szoftveres vezérlőrendszert, amely képes a teljes kvantumoptikai kísérlet lefuttatására, és ezen belül lehetővé teszi az abszorpciós leképezés tetszőleges időzítését. Ezzel lehetőség adódik a felhő állapotának monitorozására, és így a kísérlet összes csapdázási és hűtési fázisának optimalizálására is. A vezérlő rendszer és a leképezés segítségével fel tudtam építeni a kísérlet atomfelhőt preparáló szakaszait, valamint vizsgálatokat kezdtem a kísérlet során mágnesesen csapdázott atomokkal. Kidolgoztam egy módszert, amellyel a mágneses csapdát vizsgálva megmérhető a kamra belsejében jelen lévő mágneses tér, valamint elemeztem a csapdázás adiabatikustól eltérő viselkedését is.

**TÓTH BALÁZS***toth.balazs.e.pub@gmail.com*

Fizikus

MSc, 1. félév

Debreceni Egyetem

Természettudományi és Technológiai Kar

*Témavezető:**Dr. Csehi András**egyetemi docens, DE TTK*

---

### **Dinamikus Stark eltolódások szerepe kétfotonos átmenetekben és rezonancia fokozott ionizációban**

A dolgozatomban lézer által indukál elektromágneses térben lévő atomok viselkedésével foglalkoztam. A vizsgált folyamatok során az atom energiaszintje időben megváltozik, amit dinamikus Stark eltolódásnak nevezünk. Ez a jelenség megnehezíti az atomok lézerrel történő kontrollját. A munkám során azt vizsgáltam miként lehet egy alapállapotban (3s) lévő Na atom vegyértékelektronját gerjesztett állapotba (4s) juttatni kétfotonos átmenettel, illetve milyen hatással van a Stark eltolódás az ionizált elektron spektrumára. A kölcsönhatáskor a két állapot energiaszintje a lézer időfüggő intenzitásával arányosan eltávolodik egymástól, így a rezonáns fotonenergiájú lézer nem képes a hatékony állapotátmenet megvalósítására. Számos cikk született arról, hogyan lehet a dinamikus Stark eltolódást változó frekvenciájú, megfelelő pulzushosszú vagy állandó frekvenciájú lézer segítségével kompenzálni, ám ezekben az atom egyszerű, két, illetve három állapotú modelljét használják. Ezekkel a korábbi munkákkal szemben én az atom egzakt, sokállapotú modelljét használom.

A folyamatot az időfüggő Schrödinger egyenlet írja le. Az egyenlet megoldása negyedrendű Runge-Kutta algoritmussal történik. Ehhez egy saját fejlesztésű Python nyelven megírt programot hoztam létre, amit magam optimalizáltam, kihasználva azt, hogy a legtöbb elektronállapot közötti átmeneti dipólus momentum nulla. Terawatt intenzitású, 10-190fs pulzushosszú lézer hatását vizsgáltam. A dolgozatomban sikerült bebizonyítanom, hogy nem csak két, illetve három állapotú modellben lehet hatékony átmenetet megvalósítani, hanem egzakt, sokállapotú modellben is.

Mindezen felül foglalkoztam azzal, milyen hatással van a dinamikus Stark eltolódás az ionizált vegyértékelektron spektrumára. A számításokhoz a Li atom ionizált állapotokkal kiegészített modelljét használtam, mivel a Li atom vegyértékelektronja a 2s alapállapota és 4s gerjesztett állapota között megvalósított kétfotonos átmenet után a 4s állapotról egyetlen további foton felvételével ionizálódik. Számos lézerintenzitással is végeztem számításokat és az eredményeim alapján a Li atom vegyértékelektronjának különböző intenzitásbeli spektrumcsúcsaiból meghatározható a 4s gerjesztett állapot Stark eltolódásának csúcserőteke.

**LEHOTAI LEVENTE***lehotai.levente@gmail.com*

Fizikus

MSc, 4. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezető:**Dr. Nagymihály Roland Sándor**Tudományos Munkatárs, Szegedi Tudományegyetem - Nemzeti Lézeres Transzmutációs**Laboratórium*

---

**Nagyenergiájú lézerimpulzusok nemlineáris poszt-kompressziójának 3+1D szimulációja vékony dielektrikum lemezekben**

A nagyenergiájú néhány optikai ciklusból álló lézerimpulzusok elengedhetetlen eszközökké váltak az attoszekundumos impulzusok létrehozásában felületi magasharmonikus keltés révén. A lézeres iongyorsítási kutatások alapján a két- és egyciklusú lézerimpulzusok megfelelő energiával nagy hatásfokú neutron generálása is alkalmasak, amely révén radioaktív hulladékok transzurán transzmutáláshoz is felhasználhatóak lehetnek. A lézererősítő rendszerek spektrális limitációi miatt a néhány optikai ciklusból álló impulzusok általában nem érhetőek el. Nemlineáris optikai folyamatok felhasználásával a lézerimpulzusok spektruma azonban kiszélesíthető, és a folyamat során akkumulálódott spektrális fázist utólag kompenzálva akár egy optikai ciklusú impulzushossz is elérhető. Eddig három főbb metódust javasoltak a lézerimpulzusok poszt-kompressziójára, ezek közül a nagyenergiájú impulzusok esetén a legígéretesebb a vékony lemezek sorozatán alapuló elrendezés. A vékonylemezes metódus magas transzmissziója mellett viszonylag kompakt, illetve rugalmasan változtatható a spektrális szélesedés a lemezen alkalmazott csúcsintenzitás hangolásával. A módszer hátránya, hogy a nyalábprofil inhomogenitása közvetlenül megjelenik a spektrum térbeli eloszlásában, vagyis jelentős tér-időbeli csatolódások jelenhetnek meg. A tér-időbeli torzulások elemzésére kifejlesztettem egy 3+1 dimenziós numerikus szimulációs környezetet, amely segítségével elvégezhető a vékonylemezes elrendezések optimalizációja. A szimuláció legnagyobb előnye más megvásárolható vagy open-source kódokhoz képest, hogy a lineáris terjedések során a fejlett Fourier-transzformációt használja, amellyel matematikailag egzakt módon tud korlátlan nagyságú terjedést szimulálni akár egy asztali számítógépen is.

Dolgozatomban tárgyalom a numerikus szimuláció matematikai és fizikai alapjait, bemutatom annak működését. Emellett validálom a szimulációt az irodalomban fellelhető kísérleti eredményekkel történő összehasonlítással. Végül pedig megvizsgálom egy kísérletileg megvalósítható elrendezés működését az ELI-ALPS SYLOS Experimental Alignment lézerének kimeneti paramétereire nézve.

**LIGETI GÁBOR MIHÁLY***ligetigabor99@gmail.com*

Anyagtudomány

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Kiss Gellért Zsolt**tudományos munkatárs, Wigner Fizikai Kutatóközpont**Dombi Péter**tudományos tanácsadó, Wigner Fizikai Kutatóközpont*

---

### **Ultragyors nanoplazmonikus fotoemisszió infravörös lézerekkel**

A felületi plazmonok a fémfelületi töltéssűrűség kollektív oszcillációi, melyeket egy külső elektromágneses tér (lézertér) rezonánsan is kelthet megfelelő méretű nanorészecskéken. A plazmonikus közeltér egy érdekes tulajdonsága, hogy a felület közelében a lokális elektromos térerősség akár 100-szorosa is lehet a gerjesztő térerősségnek. Ezt hívjuk térnövekménynek, mely a plazmonikus terek egyedi tulajdonsága. A felületi plazmonoknak az alap- és alkalmazott kutatásokban jónéhány alkalmazása is megjelent. Akár a felületerősített Raman spektroszkópiában a jelszintek nagyságrenddel való növelésében, vagy az ultragyors időfelbontásos pásztázó elektronmikroszkópok fotoemitterének fejlesztésében meghatározó szerepük van. A felületi plazmonokat ultrarövid, femtoszekundumos lézerimpulzusokkal is lehet gerjeszteni, az intenzív lézertér hatására pedig fotoelektron-emisszió is bekövetkezik.

A Wigner Fizikai Kutatóközpont Ultragyors Nanooptika Kutatócsoportja megmutatta, hogy a fotoelektronok segítségével képesek meghatározni a nanoplazmonikus térnövekményt. További érdekes effektusok tanulmányozhatók akkor, ha a plazmonoszillációkat közép-infravörös lézertér kelti, az elektronok energiája ugyanis a hullámhossz négyzetével skálázódik. Az ilyen fotoemissziós kísérleti eredmények pontos értelmezéséhez az elméleti/szimulációs háttér kialakítása is elengedhetetlen.

A dolgozatomban a lézeres potenciálra és lézeres gerjesztése implementáltam az egy dimenziós (1D) időfüggő Schrödinger-egyenletet a Thomas-algoritmus segítségével és különböző szimulációkat végeztem nanoplazmonikus terekre. Dolgozatom első részében az elméleti háttérét mutatom be a Crank-Nicolson módszernek és a Thomas-algoritmusnak, majd a következő részekben megmutatom, hogy mind 800 illetve 2000 nm-es középponti hullámhosszra, egy illetve több optikai ciklusú impulzusok esetén is visszkapjuk a  $10^5$  skálázást a fotoelektronspektrumok levágási energiájából.

A csoport eddigi kísérletei azt mutatták, hogy a közeli infravörös tartomány nagyobb hullámhosszaira, tipikusan 2000 nm-es hullámhossz felett már nem a  $10^5$  skála érvényesül a fotoemissziós spektrumok levágási energiájára, ugyanis a levágási pont a vizsgált cél-nanotérnyak esetén elmozdul a  $10^7$  érték irányába. A dolgozatban ennek a jelenségnek is bemutatom az elméleti háttérét. A dolgozat harmadik szakaszában ezen kísérleti munkákhoz szorosan kapcsolódó szimulációs eredményeket fogok bemutatni.

**GILINGER TIBOR***gilinger.tibor@gmail.com*

Fizikus

MSc, 7. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezetők:**Dr. Füle Miklós Jenő  
egyetemi docens, SZTE TTIK**Dr. Kovács Attila Pál,  
adjunktus, SZTE TTIK*

---

**Optikailag átlátszó, szubmikrométeres vastagságú lézeres céltárgyak vastagságának mérése**

A Nemzeti Lézeres Transzmutációs Laboratóriumban folyó kutatások célja a nukleáris hulladékok lézeres technológián alapuló transzmutációjának kifejlesztése. A kutatás része többek között a nagy ismétlési frekvenciájú lézeres részecskegyorsítás, a lézer-anyag kölcsönhatás termékeként létrejövő ionokból álló nyaláb, valamint az ezen ionnyaláb segítségével kelthető neutronsugárzás tanulmányozása.

A nagy ismétlési frekvencia megköveteli olyan céltárgyak kifejlesztését, melyekkel ez a tulajdonság kihasználható. Ezek a céltárgyak lehetnek szilárd, folyadék, illetve gáz halmazállapotúak. Részecskegyorsítás szempontjából a céltárgyak rendkívül fontos tulajdonsága a vastagságuk, az e célnak megfelelő vastagság a 100 nm-es tartományon, illetve ez alatt helyezkedik el.

Jelen dolgozatomban ismertetem azon eredményeimet, melyet az optikailag átlátszó vékonyrétegek, fóliák, valamint a folyadékjetek által létrehozott folyadékhártyák, mint lehetséges céltárgyak vastagságának mérése terén eddig elértem. Kifejlesztettem egy eljárást, mely a vékonyrétegekről reflektált / transzmittált, modulált spektrum vizsgálatán alapul, és segítségével a réteg vastagsága meghatározható. Megépítettem a mérésekhez szükséges kísérleti elrendezéseket, valamint megírtam az adatok kiértékeléséhez szükséges Python programot, s elvégeztem a szükséges méréseket. Vizsgálataimat normál és saját készítésű deuterizált PET fóliákon, valamint nagy tisztaságú vízzel működő folyadék mikrojetek által létrehozott folyadékhártyán végeztem. A munkám során sikeresen elvégeztem többek között 200 nm-es vastagságú, folyadék mikrojetek által létrehozott folyadékhártya vastagságának valós idejű mérését is, mely nemzetközi viszonylatban is egyedi eredménynek számít.



**ZAKARIÁS ETELKA***zakariasetelka@gmail.com*

Mérnöki fizika

BSc, 8. félév

Babeş-Bolyai Tudományegyetem

*Témavezető:  
Borbély Sándor  
dékánhelyettes, RO BBTE*

---

**Lézernyaláb paramétereinek meghatározása abláció segítségével**

Ha egy anyagtömböt nagy intenzitású lézernyalábbal világítunk meg, akkor az anyagtömb egy része eltávolodik. Ezt a folyamatot lézer-ablációnak nevezzük. Ha az anyagtömbünk kellően vékony, akkor a lézernyaláb lyukat képezhet benne.

Dolgozatomban különböző anyagú vékonyrétegekbe (papírlap, fémréteg tükör hátulján és szigetelőszalag) lézer-ablációval lyukakat hoztam létre. Lemérve a keletkező lyukak nagyságát a lézerfej-vékonyréteg távolság függvényében sikerült meghatároznom a használt lézernyaláb tulajdonságait (nyalábsugár, nyaláb M2 jósági paraméter).

## **MAGFIZIKA, ALKALMAZOTT NUKLEÁRIS MÓDSZEREK**

- 1. Malatinszky Adél Klára (ELTE - TTK)**
- 2. Kovács Sándor (DE - TTK)**
- 3. Sándor Szende (ELTE - TTK)**
- 4. Dang Quoc Phong (DE - TTK)**
- 5. Kovács Balázs Csaba (ELTE - TTK)**
- 6. Csatlós Botond Csaba (ELTE - TTK)**

A Zsűri tagjai:

**Dr. Czifrus Szabolcs**

**Dr. Kis Dániel Péter**

**Dr. Podolyák Zsolt**

**MALATINSZKY ADÉL KLÁRA***malatinszky.adel@gmail.com*

Fizika

BSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Hirn Attila**laboratóriumvezető, Energiatudományi Kutatóközpont*

---

**Különböző sugármérési rendszerek összehasonlítása meteorológiai ballonos kísérletekben**

A troposzféra és a sztratoszféra alsóbb légrétegei részben a meteorológiai ballonos méréseknek köszönhetően sugármérési szempontból aránylag jól definiáltak, azonban az elmúlt években megnőtt az emberi aktivitás a régióban. Az úrturizmus megjelenésével a sugárzási tér ismeretének jelentősége fokozatosan nő, hiszen eddig nem látott mennyiségben lesznek emberek kitéve a kozmikus eredetű ionizáló sugárzás hatásainak. A sugárzási tér elégséges megismeréséhez mindemellett elengedhetetlen a megfelelő mérési struktúra kialakítása, egyes mérési összeállítások korlátainak ismerete. Kutatómunkámmal az Energiatudományi Kutatóközpont Úrkutatói Laboratóriumának régóta fennálló úridőjárési és ürdozimetriai munkájába kapcsolódtam be, ahol 2020 nyarán a Stratolab Kft. közreműködésével Bácsszentgyörgyről felbocsájtott sztratoszféra ballon által gyűjtött adatok kiértékelésével foglalkoztam. A mérés során egy GMC-300 típusú Geiger-Müller számláló és egyéb kiszolgáló eszközök repültek, közel 3 órán keresztül, egészen 33,7 km tengerszint feletti magasságig. A mért eredményekből numerikus módon, függvényillesztéssel meghatároztam a sugárzási tér intenzitásának maximumát, az úgynevezett Pfozter-maximumot, melynek értéke:  $19,2 \text{ km} \pm 1,8 \text{ km}$ , továbbá megvizsgáltam ezen érték érvényességét és a mérés korlátait. Dolgozatomban mindezek mellett kiemelt figyelmet kap a kutatócsoport egy korábbi ballonos mérése, mely az Európai Űrügynökség BEXUS diákprogramja keretein belül a svédországi ESRANGE Space Centre-ből valósult meg, ahol több különböző típusú aktív és passzív detektorral vizsgálták a sugárzási teret a Föld északi poláris régiójában. A BEXUS projekt mérési eredményeinek bevonásával, illetve az irodalomban fellelhető hasonló mérések figyelembevételével arra keresem a választ, milyen körülmények közt szolgálhatnak elégséges adatokkal a bácsszentgyörgyihez hasonló kisméretű ballonos mérések. A mérési geometriák összehasonlításából levont következtetéseket a 2022-re tervezett HEMERA projekt keretein belül megvalósuló, szintén az ESRANGE állomásról felbocsátandó mérési összeállítás optimalizálásához nyújt majd alapot, segíti a majdani mérések kiértékelését.

**KOVÁCS SÁNDOR**

kovacs.sandor1999@gmail.com

Fizikus

MSc, 3. félév

Debreceni Egyetem

Természettudományi és Technológiai Kar

*Témavezető:**Kiss Gábor Gyula**tudományos főmunkatárs, Atommagkutató Intézet (Atomki)*

---

 **$\beta$ -bomlás paraméterek és a ritkaföldfém r-folyamat gyakoriságcsúcs keletkezése**

Dolgozatom a földi körülmények között is megtalálható legnehezebb stabilis izotópok (U, Th), valamint vasnál nehezebb izotópok körülbelül 50%-ának keletkezéséért felelős neutronbefogásos r-folyamattal foglalkozik. Fő témája az r-folyamat kifagyási szakaszában létrejövő ritkaföldfém gyakoriságcsúcs kialakulásában meghatározó szerepet játszó egzotikus neutrongazdag ritkaföldfém magok béta-bomlásának vizsgálata. Az asztrofizikai számításokban szignifikáns bizonytalanságot jelentő nukleáris paraméterek (tömeg, héjszerkezet,  $\beta$ -bomlás paraméterek, hasadási paraméterek stb.) kísérleti meghatározása kritikus fontosságú. A mérési adatok hiányában ezen egzotikus magok tulajdonságaira a különböző modellek nagyságrendileg eltérő jóslatokat adnak, melyek megszorítása az r-folyamat jobb megértését, az asztronómiai megfigyelések pontosabb értelmezését teszi lehetővé.

Kiértékelésem alapjául a RIKEN Nishina Központban végzett kísérletből (NP1612-RIBF148) származó mérési eredmények szolgálnak. A RIBF gyorsító segítségével az elsődleges urán nyalábot Be céltárggyal ütköztetve változatos proton-neutron arányú izotópokból álló ún. kóktélnyaláb jön létre. Ezen nyalábot a BigRIPS szeparátoron keresztül az AIDA-BRIKEN rendszerbe vezetik, ahol detektálhatóak az implantációs,  $\beta$ -bomlás,  $\gamma$ -bomlás események. Időbélyegek segítségével elkészíthető az implantáció-béta (i- $\beta$ ) hisztogram, melyen az implantációt követően az eltelt idő függvényében vannak feltüntetve az i- $\beta$  koincidencia események hozamai, melyek Bateman-formula segítségével illeszthetők.

Az implantáció-béta-gamma hisztogramok exponenciális illesztéséből megkapható az adott magra jellemző felezési idő, mellyel ellenőrzöm a Bateman-formula segítségével történt illesztésből kapott felezési időket.

A  $\beta$ -bomlás egy különleges módját, az ún.  $\beta$ -késleltetett neutron kibocsátást is vizsgálom. Ennek során a  $\beta$ -bomlás a leánymag neutronszeperációs energia feletti nívóra vezet, ezért azt (akár többszörös) neutronkibocsátás követheti, melyet a kibocsátás valószínűségével ( $P_n$ -érték) jellemezzük. Vizsgálva az adott maghoz tartozó i- $\beta$  és implantáció-béta-neutron koincidencia események eloszlásának integráljainak hányadosát a  $P_n$ -érték meghatározható.

Dolgozotomban összesen 28 darab  $^{159-166}\text{Pm}$ ,  $^{161-168}\text{Sm}$ ,  $^{165-170}\text{Eu}$ ,  $^{167-172}\text{Gd}$  izotóp felezési idejét és késő neutron kibocsátási valószínűségét határoztam meg. Eredményeimet is tartalmazó The Astrophysical Journal folyóiratban megjelent cikk elkészültében társszerzőként vettem részt.

**SÁNDOR SZENDE**

szendesandor17@gmail.com

Fizikus

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Kasztovszky Zsolt**tudományos munkatárs, Energiatudományi Kutatóközpont*

---

**Roncsolásmentes analitikai módszerek alkalmazása lápisz lazuliból készült régészeti leletek eredevizsgálatára**

A Budapesti Kutatóreaktornál a Szépművészeti Múzeum 20 feltételezetten lápisz lazuli anyagú egyiptomi amulettjét vizsgáltuk. Elsődleges célunk annak eldöntése volt, hogy a tárgyak valóban lápisz lazuliból készültek-e. Ezen túlmenően, a tárgyak nyersanyageredetének azonosítására, a mért összetétel adatokat összehasonlítottuk a különböző nyersanyaglelőhelyekről származó geológiai referenciaanyagok összetételével. A legtöbb hagyományos analitikai vizsgálat óhatatlanul a régészeti leletek sérülésével jár, illetve mintavételt igényel. Az általunk alkalmazott módszerek – prompt-gamma aktivációs analízis (PGAA), Raman- és közeli infravörös (NIR)-spektroszkópia – vitathatatlan előnye a roncsolásmentes vizsgálat. Már az első NIR-, és Raman-spektroszkópiai mérések azt mutatták, hogy nem mindegyik lelet készült valóban lápisz lazuliból, amit a PGAA mérések megerősítettek. A nyersanyagok eredete a jelenleg rendelkezésre álló adatok alapján nem minden esetben határozható meg egyértelműen.

**DANG QUOC PHONG**

*dqphong21@gmail.com*

Fizika

BSc, 5. félév

Debreceni Egyetem

Természettudományi és Technológiai Kar

*Témavezetők:*

*Dr. József Cseh*

*tudományos tanácsadó, ATOMKI - Atommagkutató Intézet*

*Dr. Judit Darai*

*egyetemi docens, DE TTK*

---

### **Alfa-típusú atommagok alakizomer állapotai és a többkonfigurációs dinamikai szimmetria**

The multiconfigurational dynamical symmetry (MUSY) connects the shell, collective and cluster models of atomic nuclei for the multi-major-shell problem. Therefore, it is able to give a unified description of different phenomena, which are usually treated by separate methods. In this work, I examine how MUSY can perform in relation with the shape isomers of alpha-like ( $N=Z=\text{even}$ ) nuclei. In particular, I explore the following questions:

1. What kind of shape isomers can be obtained from the study of the stability and self-consistency of the connecting  $U(3)$  symmetry? Do they concur with those found from the energy-minimum calculation of the alpha-cluster model?
2. What kind of binary cluster configurations are allowed in the shape isomers? They determine the possible entrance or exit reaction channels of the states.
3. MUSY is usually applied with very simple, dynamically symmetric Hamiltonian. Previous studies show that it is able to describe the spectra in the ground, superdeformed, and hyperdeformed valleys in a unified way. I investigate if they can give the complete spectra of shape isomers in the whole range of deformation, up to the linear alpha-chain states.

As a conclusion, it is found that the shape isomers from the symmetry considerations are in good agreement with those of the energy-surface calculations. I also determined an enormous number of allowed binary clusterizations (reaction channels). Moreover, it turns out that the simple symmetric Hamiltonians of MUSY can describe the entire spectra of the shape isomers.

**KOVÁCS BALÁZS CSABA***kovacsbc@gmail.com*

Fizika

BSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:  
Veres Gábor  
egyetemi tanár, ELTE TTK*

---

### **A $^{60}\text{Co}$ gamma-fotonjai közötti szögkorreláció és a forrás abszolút aktivitásának mérése koincidencia-módszerrel**

A radioaktív minták aktivitásának pontos ismerete számos tudományterület és technikai alkalmazás számára nagy jelentőséggel bír. Esetünkben az abszolút aktivitás mérésének fő motivációja egy nagy pontosságú, gamma spektrometriában használt félvezető detektor hatásfokmérésének előkészítése volt. Az aktivitásmérés pontosítása érdekében sok tényezőt figyelembe kellett vennünk.

Munkám célja egy  $^{60}\text{Co}$  forrás aktivitásának minél pontosabb megmérése és a  $^{60}\text{Co}$  béta-bomlását követően kisugárzott két gamma-foton közti szögkorreláció kísérleti vizsgálata. Méréseim során nagy hangsúlyt fektettem a mérési bizonytalanságok csökkentésére és azok gondos elemzésére.

A koincidencia-módszer alkalmazásával megmértem a minta abszolút aktivitását, és ehhez először megvizsgáltam a mért szögkorreláció távolság- és szögfüggését is. A  $^{60}\text{Ni}$  atommag különböző spinű energiaszintjei közötti átmenetektől várt elektromos kvadrupól sugárzásra adódó elméleti szögfüggést összevettem a kísérleti adatokkal és elemeztem az eltérések lehetséges okait. Emellett létrehoztam egy szimulációt a mérési összeállításról a GEANT4 programcsomag segítségével, ami jó egyezést mutat kísérleti adatainkkal, és aminek segítségével kontrollálni tudtam a detektorok hatásfokának hatását a mérési eredményekre.

**CSATLÓS BOTOND CSABA**  
*csatlos.botond.csaba@gmail.com*  
Fizikus  
MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem  
Természettudományi Kar

*Témavezetők:*  
*Hamar Gergő*  
*tudományos főmunkatárs, Wigner Fizikai Kutatóközpont*  
*Nagy Márton*  
*egyetemi adjunktus, ELTE TTK*

---

### **Kozmikus müonok szóródásán alapuló képalkotás vizsgálata**

A kozmikus sugárzásnak a Földet elérő komponense müonokból áll, ezek nagyenergiás, nagy áthatoló képességű töltött részecskék, amik anyagon áthaladva szóródhatnak és elnyelődhetnek. A szóró- és elnyelődési centrumokból következethetünk az anyag minőségére és mennyiségére. Ez a nem roncsoló passzív vizsgálati eljárás ígéretes lehet a más eljárásokkal nem, vagy csak nehezen vizsgálható objektumok belső struktúrájának feltérképezésében.

A dolgozatomban bemutatom a Wigner Fizikai Kutatóközpont REGARD Innovatív Detektorfejlesztő kutatócsoport által épített müon-szóródáson alapuló mérési összeállítást, az úgynevezett MuonSecurity berendezést. A kísérletből származó adatok analízisét én végzem, a dolgozatomban a képalkotás és a berendezés működésének alapjait vizsgáltam. A munkám legfontosabb része a berendezés képalkotó eljárásának kidolgozása volt, először az adatok megfelelő előkészítését és szűrését végeztem el, vizsgáltam a különböző paraméterek függvényében a képalkotás minőségét. Megvizsgáltam a berendezés mélységelességét, ami a jövőben megvalósuló háromdimenziós képalkotás első lépése. A munkám során sikerült a szóródási müográfia kísérletek közül először az impulzus-szeperációt megvalósítani, az eseményeket szétválasztani kis-, közepes- és nagy impulzusúakra. Többféle minta összehasonlításával megmutattam, hogy a különböző minőségű és mennyiségű anyagok képei elkülöníthetőek, az impulzus-szeperáció segíthet az anyag klasszifikációban. A dolgozatom egy koncepciótanulmány, a célom vele, hogy elvégezzem a szükséges előkészítő vizsgálatokat a jövőben megépülő, nagyobb méretű, akár a gyakorlatban is használható berendezéshez.



## NAPRENDSZERKUTATÁS VÁLTOZÓ CSILLAGÁSZAT

1. Magyar Laura Gréta (ELTE - TTK)
2. Pusztai Henrik Antal (OE - AMK)
3. Kisvárdai Imre (ELTE - TTK)
4. Takács Nóra (ELTE - TTK)
5. Gáliková Barbara, Pádár Noémi (ELTE - TTK)
6. Sági Petra (ELTE - TTK)

A Zsűri tagjai:

**Dr. Robertus von Fay Sieberbürgen**

**Dr. Borkovits Tamás**

**Dr. Opitz Andrea**

**MAGYAR LAURA GRÉTA**

*magyarlaura01@gmail.com*

Geofizikus

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:  
Petrovay Kristóf  
egyetemi tanár, ELTE TTK*

---

### **Történelmi napciklusok epocháinak rekonstrukciója proxy adatok alapján**

A Földünket érő kozmikus sugárzás fluxusa és a napaktivitás közvetlen mérőszámát jelentő foltcsoportszám közötti antikorrreláció jól ismert. A köztük lévő kapcsolat alapot szolgáltat a közel 11 éves periódusidejű napciklusok történelmi időkre vonatkozó rekonstrukciójához. Az alacsony földrajzi szélességeken észlelt sarki fény megfigyelések további adattal szolgálnak ezen rekonstrukciók helyességének ellenőrzésére.

Dolgozatomban különféle proxy adatok felhasználásával megkíséreltem rekonstruálni a Spörer- és Maunder-minimumok közötti hozzávetőlegesen évszázados hosszúságú időszak napciklusainak minimum és maximum epocháit.

Az általam empirikusan meghatározott legjobbnak ígérkező szűrési eljárás alapját <sup>10</sup>Be fluxus adatok képezik. A módszer kalibrációját foltcsoportszám adatokkal végeztem az 1700 és 1994 közötti időszakra vonatkozóan.

Ezt követően a rekonstrukció eredményeit összevettem Usoskin et al. [2021] és Fogtmann-Schulz et al. [2019] <sup>14</sup>C adatokon végzett napciklus rekonstrukciójának epocháival, továbbá a Křivský és Pejml [1988] által összegyűjtött alacsony földrajzi szélességeken megfigyelt sarki fény észlelésekkel.

A rekonstruált napciklusok számozásához bevezetem a T<sub>n</sub> jelölést, ahol T az első távcsővel megfigyelt napciklust jelenti („teleszkópikus”), míg n az ehhez képesti napciklusok számát.

A 16. századra vonatkozóan 6 darab egymást követő (T-3-tól T+2-ig) napciklus epocháit sikerült rögzítenem, ahol az általam vizsgált proxy adatsorok egyezést mutatnak. Ezenkívül arra a következtetésre jutottam, hogy a főminimumok előtti és utáni időszakokra nézve a napciklus rekonstrukció bizonytalanná válik megnehezítve az önálló Schwabe-ciklusok pontos beazonosítását.

**PUSZTAI HENRIK ANTAL**

*pusztaihenrik12345@gmail.com*

Földmérő és földrendező mérnök

BSc, 3. félév

Óbudai Egyetem

Alba Regia Műszaki Kar

*Témavezető:*

*Dr. Molnár Gábor Péter  
egyetemi docens, OE AMK*

---

### **Apollo-11 leszállás elemzése a Holdkompból készült filmfelvétel alapján**

Az Apollo-11 küldetés az első Holdraszállás volt 1969-ben. Az akkor technikai színvonalon magát a leszállást nem tudták televízióra közvetíteni, de egy a Holdkompban elhelyezett kamera végig vette az eseményt.

A digitalizált filmfelvétel képkockái a Hold felszínét mutatják, a leszállási pályától jobbra. A képkockákra a légi fotogrammetriai kiértékelő eljárásokat alkalmazva elő lehetett állítani az ábrázolt terület felszínmodelljét és számolni lehetett a Holdkomp pályáját a felvételezés során.

A film digitalizált állományából az egyes képkockákat külön-külön képi állományokba mentettem. Ezeket a felvételeket az Agisoft programmal dolgoztam fel. A képek maszkolásával kitakartam a felvételek azon részleteit, amelyek zavarták a feldolgozás következő lépését, a képek automatikus korreláltatását, amit képpáronként azonos képrészletek azonosításával végez el a program. A korreláltatás után a kamera paramétereit becsültem és a felszínmodellt állítottam elő. A felvételeken holdi illesztőpontokat tudtam kijelölni a leszállási területről készült nagyfelbontású Lunar Reconnaissance Orbiter felvételek alapján, ezzel lehetővé vált a felszínmodell skálázása és holdi koordinátarendszerbe illesztése.

**KISVÁRDAI IMRE***kisvardaiimre02@gmail.com*

Földtudományi

BSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Kurfis-Pál Bernadett**tudományos segédmunkatárs, CSFK CSI - Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont**Csillagászati Intézet**Kereszturi Ákos**tudományos főmunkatárs, CSFK CSI - Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont**Csillagászati Intézet*

---

**Az Enceladus porozitása és hatása a belső szerkezetre**

A szakirodalomban a Szaturnusz közepes méretű jeges holdja, az Enceladus belső szerkezetéről különböző evolúciós modellek találhatók. Az ezen modellek közötti eltérések okai az eltérő számítási módok. A különböző modell típusok helyességének vizsgálatának céljából egy új módszert alkalmaztam a belső szerkezet modellezésére. A belső szerkezet egyik fontos paraméterére, a porozitásra fókuszálva földi körülmények között empirikus módon származtatott egyenletet használtam az Enceladus porozitásának modellezésére. A számításokat hasonló módon elvégeztem a Földre és a Marsra is, hogy összehasonlíthassam a nagyobb kőzetbolygók és kisebb jeges holdak porozitás viszonyait. Kondrit minták mért minimum és maximum porozitásértékeit választottam bemeneti paramétereim határértékeinek.

Az Enceladus belseje nem kompaktálódik az eredményeim alapján, a középpontjában is 3%-os porozitással rendelkezik. Összehasonlításképpen ugyanekkora porozitásérték a Földön és a Marson 2,78 km-es és 7,30 km-es mélységben található. Az alapul vett egyenletek alapján az összpórusfogattra és összpórusfelületre vonatkozó egyenleteket származtattam. Saját egyenleteimből felépített modellemmel kiszámítottam az összpórusfogatot a vizsgált égitestekre, az Enceladus esetében  $1,6 \cdot 10^7 \text{ km}^3$ -et, a Földre pedig  $2,1 \cdot 10^8 \text{ km}^3$ -et kaptam eredményül. Az összpórusfelületre vonatkozó számításaim az Enceladus felszínének adott  $1 \text{ km}^2$ -es felszíne alatt  $1,58 \cdot 10^7 \text{ km}^2$ -et adtak eredményül, míg a Földön ez az érték csak  $4,42 \cdot 10^5 \text{ km}^2$ . A modellem eredményei alapján kijelenthető, hogy az Enceladus porózusabb égitest, mint a vizsgált kőzetbolygók, mivel a Földön és a Marson a pórusok térben erősen koncentrálnak a felszín közelében, míg az Enceladus belsejében egyenletesebben elosznak minden mélységben. Eredményeim jelentős hasonlóságokat mutatnak a szakirodalomban megtalálható belső szerkezet modellek közül azokkal, melyek differenciálódott, de erősen porózus szerkezetet eredményeznek.

**TAKÁCS NÓRA**

no08rika@gmail.com

Csillagász

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Kiss Csaba**tudományos tanácsadó, Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Konkoly Thege Miklós**Csillagászati Intézet**Pál András**tudományos főmunkatárs, Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Konkoly Thege Miklós**Csillagászati Intézet*

---

### **A felszín szórásának hatása a fővi kisbolygók alak és forgástengely modellezésére**

Az utóbbi években a kisbolygókutatásban egyre népszerűbbé vált a fénygörbe inverzió módszere, melyben a vizsgált objektumok alakját tudjuk rekonstruálni, többirányból mért fénygörbék alapján (Kiss et al., 2016).

Dolgozatomban ezt a módszert alkalmaztam fővi kisbolygók alakjának vizsgálata során. Ehhez a TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite, lásd: Ricker et al., 2015) publikusan elérhető adatait használtam fel, amely eredetileg egy exobolygó kutatásra tervezett űrtávcső. Működése során az égboltot szektorokra osztva vizsgálja, ahol egy szektor egy holdhónapnyi (átlagosan ~27,5 napnyi) mérési időt és 96-szor 24 fokos égterületet jelent.

Már a földi mérésekhez képest is megsokszorozta a kisbolygó-fotometriai adatokat, viszont nagy jelentőségűvé akkor vált a kisbolygókutatásban, amikor a 42. szektortól a 46. szektoráig a látómezejét az ekliptikába fordították.

Munkám során több feltételnek eleget tevő kisbolygót válogattam össze. A legfontosabb ezen feltételek közül, hogy legalább három, egymástól relatíve távol levő irányból legyen rá TESS mérés. Ha ez a kikötés teljesül, meghatározhatóvá válik a feltekert fénygörbékéből kapott forgási frekvencia alapján a forgástengely lehetséges iránya, mellyel már el lehet végezni az adott objektumra egy egyszerű alakmodellezést, melyben a kisbolygók alakját a legegyszerűbb módon egy háromtengelyű ellipszoiddal közelítjük. E mellett elvégeztünk egy összehasonlítást az általunk kapott forgástengely irányokra, melyekhez a földi méréseken alapuló Database of Asteroid Models from Inversion Techniques (DAMIT) adatbázisban található koordinátákat használtuk fel, ahol bonyolultabb alakmodellezést alkalmaznak földi mérésekre (Durech et al., 2010).

Számításaink során teljes visszaszórást tételezünk fel, amely csak a keresztmetszettől függ, viszont nem hanyagolható el, hogy a valóságban egy ellipszoid különböző irányokban másképp szór a megvilágítástól függően. E mellett a fázisszög is a pólus irányultságnak megfelelően fog adni egy plusz korrekciót. A pontosítások elvégzése után már precízebb forgásirányokat kaphatunk, melyekből pontosabb alakmodellt lehet származtatni.

Több objektumra elvégezve a fent leírt egyszerű alakmodellezést, kapunk egy eloszlást a pólusirányultságokra és a tengelyarányokra, melyeket Naprendszer keletkezését vizsgáló modellekben felhasználva tudunk mondani valamit a kisbolygóövek keletkezésének körülményeire vagy ütközési fejlődésükre, melyekről eddig még nincs ismeretünk.

**GÁLIKOVÁ BARBARA***galikbarbara@gmail.com*

Csillagász

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

**PÁDÁR NOÉMI***padar.noemii@gmail.com*

Csillagász

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Forgácsné Dr. Dajka Emese  
egyetemi adjunktus, ELTE TTK*

---

### **A napaktivitás előrejelzése – az empirikus és numerikus vizsgálatok összekapcsolásának lehetőségei**

A napaktivitási ciklus előrejelzésének lehetőségei egyre inkább előtérbe kerülnek, mivel a Nap változékonysága befolyásolja az űridőjárást, ami pedig szélsőséges esetekben jelentős károkat okozhat a modern technológiai eszközökben és veszélyeztetheti az űrhajósok egészségét is. Az napaktivitás előrejelzésére kétféle lehetőség adódik: (i) napfolt adatbázisokból kinyert adatok segítségével; és (ii) dinamómodellek használatával. Jelen munkával a célunk, hogy egy majdani előrejelzési modell elkészítését megalapozzuk, melyhez az empirikus adatokból nyert információkat szeretnénk kombinálni egy dinamómodellel. Az empirikus vizsgálatok esetében a Greenwich Photoheliographic Results (GPR) és a Debrecen Photoheliographic Data (DPD) napfolt-adatbázisokat használjuk, míg a numerikus szimulációkat a SURYA nevű FORTRAN nyelven megírt dinamókód segítségével futtatjuk. A dolgozatban az észlelési adatok segítségével szeretnénk empirikus eloszlásfüggvényeket megadni, illetve az eloszlások vizsgálata hozzásegíthet minket az aktivitási ciklus jellegzetességeinek megértéséhez, esetleges kapcsolatok felfedezéséhez. A numerikus vizsgálatok során pedig szeretnénk feltérképezni a különböző paraméterek változtatásának hatásait, így lehetőséget teremtve arra, hogy úgy randomizáljuk ezeket a paramétereket, hogy felhasználjuk az észlelésből kapott eloszlásokat.

**SÁGI PETRA***xapriel@student.elte.hu*

Fizika

BSc, 5. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Kiss Csaba**tudományos tanácsadó, CSFK Konkoly Thege Miklós CSI**Forgácsné Dr. Dajka Emese**egyetemi adjunktus, ELTE TTK*

---

**Neptunuszon túli törpebolygók holdjainak árapályfejlődése**

Kettős rendszerek pálya- és forgási fejlődésének kiindulási- és végállapota között a fellépő árapályerők tartanak kapcsolatot, amelyek hatására a fejlődés végén szinkronizált állapot alakul ki. Ez a jelenség ugyanúgy fellép a Naprendszer külső részén keringő törpebolygó-hold pároknál, mint akár a Föld-Hold esetén. Az árapály okozta dinamikai fejlődés időbeli lefolyásának vizsgálatával megkaphatjuk a rendszer kezdeti paramétereit, így következtetéseket vonhatunk le a hold keletkezéséről. Munkám során egy egyszerűsített árapálymodellből készítettem egy kódot, amellyel meghatározható a keringési pálya időbeli fejlődése különböző kezdeti paraméterekkel egy kettős rendszer esetén. A kóddal több Neptunuszon túli törpebolygó-hold rendszert vizsgáltam, különös figyelemmel az Eris-Dysnomia rendszerre, amelyben a fő égitest forgási periódusa eddigi tudásunk alapján feltételezések egy széles skáláján mozgott. A modell felhasználásra került Szakáts et al. (2022) munkájában, amely a Gaia adatai alapján sikeresen meghatározta az eddig vitatott forgási periódus értéket és bizonyította, hogy az Eris-Dysnomia rendszer duplán szinkronizált.

## NUKLEÁRIS SZIMULÁCIÓK

1. **Jeczko Levente (BME - TTK)**
2. **Jancsovics Janka (BME - TTK)**
3. **Borkovits Bendegúz (ELTE - TTK)**
4. **Illés Gergely (BME - TTK)**
5. **Mészáros Péter (BME - TTK)**
6. **Illés Gergely (BME - TTK)**

A Zsűri tagjai:

**Dr. Gadó János**

**Dr. Temesvári Emese**

**Dr. Horváth Ákos** (Energiatudományi Kutatóközpont)



**JECZKÓ LEVENTE***jeczkolevente@gmail.com*

Fizika

BSc, 6. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Ványi András Szabolcs  
Doktorandusz, BME TTK*

---

### **Rúdejtéses mérések vizsgálata az inverz kinetika módszerével**

A modern diffúziós kódok a megfelelő paraméterek ismeretében egy reaktor teljes kampányát képesek szimulálni. A programok validálásához, illetve a számítások kezdeti- és peremfeltételeinek meghatározásához reaktoros mérések szükségesek. Ebbe a csoportba tartozik a reaktivitásértékeség mérése is, amelynek egyik praktikus módja az inverz kinetika. Ezt a módszert a pontkinetikai egyenletrendszerből vezethetjük le, ez egyben limitálja érvényességi körét is. Az inverz kinetika alkalmazásával a neutrondetektorok által az aktív zónában mért beütésszámokból kiszámítható a reaktivitás időbeli alakulása. A detektáláshoz használhatók az általános monitorozás céljából vagy speciálisan a mérésekhez beépített detektorok, míg a számoláshoz ismernünk kell többek között a rendszert jellemző későneutron-paramétereket, a neutrondetektorok becsült holtidejét, valamint a holtidőkorrekció matematikai figyelembevételének módját. Inverz kinetikával történő reaktivitásértékeség-meghatározás céljából a BME Oktatóreaktorban is számos mérés történt az elmúlt 15-20 évben, ahogyan a Paksi Atomerőműben rendszeresen végeznek hasonló méréseket.

TDK munkám során MATLAB környezetben inverz kinetikai megoldó programot fejlesztettem. A program a számoláshoz szükséges adatokat paraméterként fogadja, majd ezek segítségével meghatározza a beolvasott beütés adatsorhoz tartozó reaktivitásokat. A bemeneti paraméterek széles köréhez tartozik a generációs idő, az effektív későneutron-hányadok és a kapcsolódó bomlási állandók, az értékeség számolásához használt átlagolási intervallumok, a holtidőkorrekcióhoz használt modell, valamint az alkalmazott numerikus módszerek. A program a hibaszámítást valamennyi releváns paraméter Monte Carlo elvű mintavételezésével végzi. Egy adott paraméter kizárólagos perturbálásával érzékenységvizsgálat is végezhető. Az elkészült programmal az Oktatóreaktor 2016-os Időszakos Biztonsági Felülvizsgálatát megelőző, valamint 2021-es, részben saját, rúdejtéses mérések adatait értékeltem ki.

**JANCSOVICS JANKA**

*jancsovics.janka@gmail.com*

Energetikai mérnöki alapképzési szak

BSc, 6. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Gépészmérnöki Kar

*Témavezető:*

*Dr. Babcsány Boglárka*

*egyetemi adjunktus, BME TTK*

---

### **Az SPNDYN reaktorfizikai kód alkalmazhatóságának vizsgálata pálcaszintű zónaszámításokra**

Az SPNDYN reaktorfizikai kód, amelynek alkalmazhatóságát vizsgáltam pálcaszintű zónaszámítások esetére, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Nukleáris Technikai Intézetében fejlesztett végeelem-módszeren alapuló kódrendszer. A kód reaktorfizikai problémák diffúziós, illetve  $SP_3$  transzportközelítéssel történő számítását teszi lehetővé. Elsődleges célja tehát a munkámnak a kód alkalmazhatóságának vizsgálata volt pálcaszintű zónaszámítások esetére, amelyet az OECD Nuclear Energy Agency által kibocsátott C5G7 benchmarkproblémán keresztül végeztem.

Atomerőművi környezetben reaktorfizikai elemzések legtöbbször kazetta- vagy pálcacellaszintű számításokkal készülnek, az említett benchmarkprobléma-csoport azonban arra lett specifikálva, hogy különböző transzportközelítések és -kódok hitelességét tesztelje olyan esetekben, amikor a reaktorzóna elemzése ilyen szintű homogenizáció nélkül történik.

A benchmark kétdimenziós időfüggetlen esetével dolgoztam, mind diffúziós, mind  $SP_3$  számításokat készítettem az SPNDYN kóddal. A diszkretizációs hiba minimalizálása érdekében hálózérszenyiségi vizsgálatot végeztem mindkét közelítés esetében. Az diffúziós és  $SP_3$  számításokat a benchmarkleírásban megadott referencia MCNP megoldás alapján értékeltem ki, eredményeiket pedig összevettem más kódok szakirodalomban fellelt, relevánsnak bizonyuló eredményeivel. Dolgozatomban a két közelítést egymáshoz is hasonlítom.

A referencia Monte Carlo megoldás mellett saját transzportmegoldást készítettem a Serpent 2 MC kóddal, valamint saját csoportállandó-készletet generáltam a C5G7 hétcsoport probléma számára. Ezeket a benchmarkleírásban közölt referencia MCNP megoldással, illetve csoportállandó-készlettel hasonlítottam össze. A Serpent 2 csoportállandó generálását tovább vizsgáltam egyéb szakirodalmi referenciák alapján, a generált csoportállandó-készletet pedig felhasználtam az SPNDYN kód bemeneteként új diffúziós és  $SP_3$  megoldások számítására.

A dolgozatban felmerülő megfigyelésekre és jelenségekre magyarázatot adtam, továbbá megjelöltem azokat az irányokat, amelyek mentén érdemes a témához kapcsolódó vizsgálatokat és elemzéseket folytatni. Ezek közül talán legfontosabb az SPNDYN alkalmazhatóságának további vizsgálatára háromdimenziós és időfüggő pálcaszintű benchmarkproblémák megoldása és a Serpent 2 kód csoportállandó-generálásának mélyebb áttekintése.

**BORKOVITS BENDEGÚZ***borbende@gmail.com*

Fizikus

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:  
Horváth Ákos  
egyetemi docens, ELTE TTK*

---

### **Neutron detektálás hatásfokának vizsgálata NEBULA detektor rendszerben GEANT4 szimulációval**

A Japánban található RIKEN Nishina Center-ben, a SAMURAI spektrométer részeként, a NEBULA detektor rendszert több, falakba rendezett neutron és töltött részecske detektor alkotja, melyekkel 100-300 MeV energiájú neutron eseményt lehet mérni. A detektor rendszerrel mért hatáskeresztmetszeteket csak a neutron detektálási hatásfok ismeretében lehet meghatározni, de ez kísérletileg nehéz. Ezért a projektünk feladata a hatásfok kiszámolása magfizikai szimuláció segítségével.

A Geant4 egy magfizikai szimulációs csomag, amellyel lehetséges szimulálni komplex detektorok működését és egyben a valós kísérlethez képest jóval részletesebb információt kinyerni a mérés közben történő folyamatokról. Ennek a projektnek a célja, hogy a NEBULA-nak csupán a neutron detektorait szimulálva és a proton vétó detektorokat kihagyva ebből a szimulációból kinyert és a valósakhoz képest jóval részletesebb adatok kiértékelése segítségével meghatározzuk a NEBULA detektor rendszer hatásfokát. Szimulációink során több paramétertől való függést is vizsgáltunk. A legfontosabb a detektálási küszöbenergia, ami a kísérletben a fényhozam mérésével valósul meg. Problémát okoz a rendszer megértésében, hogy milyen részecske keltette azt a fényhozamot. Nem mindegy, hogy milyen típusú részecske kelti a fényhozamot, ezért a leadott energia és fényhozam eloszlásokat külön-külön megvizsgáltuk. Eredményeink megmutatták, hogy döntő többségükben a meglökött protonok felelősek a fényhozamért. Azonban, 100 MeV neutronenergia fölött, ezek a protonok a NEBULA több rudjában is leadnak energiát. Ezért megvizsgáltuk a csoportos beütések feldolgozhatóságának néhány aspektusát: legelső, legnagyobb, és összes.

**ILLÉS GERGELY***ills.gergely@gmail.com*

Fizikus

MSc, 3. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Dr. Babcsány Boglárka**egyetemi adjunktus, BME TTK*

---

### **Hibrid végeselem-módszeren alapuló reaktorfizikai kód fejlesztése az SCW-SMR reaktorkoncepció vizsgálatához**

A BME Nukleáris Technikai Intézete (NTI) által konzorciumi tagként 2020. szeptember 1-jével elnyert egyik EU/Euratom/H2020 pályázat (ECC-SMART projekt) célkitűzése közös európai-kanadai-kínai szuperkritikus vízhűtésű kis moduláris reaktorkoncepció (SCW-SMR) fejlesztése [1]. A BME NTI az ECC-SMART projekt negyedik munkacsomagjának (WP4) vezetőjeként a reaktorkoncepcióval kapcsolatos reaktorfizikai kutatásokat koordinálja. A projekt keretein belül én a zónakoncepció  $SP_N$  módszeren alapuló reaktorfizikai vizsgálatával foglalkozok, melyhez saját hibrid végeselem kódot fejleszték. A programom az NTI-ben korábban fejlesztett SPNDYN hibrid végeselem kód tudásán felül képes lesz négyzetes kazetták kezelésére,  $SP_5$  és  $SP_7$  számításokra, illetve tetszőleges számú energiacsoport alkalmazására.

Dolgozatomban először áttekintem az  $SP_N$  és hibrid végeselem-módszer alapjait, főbb előnyeit és korlátait. Bemutatom, hogy hol tartok ezek implementálásában, mit tud jelenleg a programom és milyen területeken szeretnék még fejleszteni rajta. A fejlesztés szerves részét képezi a folyamatos tesztelés, így megmutatom a kódom validálásának és verifikálásának különböző lépéseit az egyszerűbb analitikusan megoldható problémáktól az összetett benchmarkokig. Programomat hitelesítettem az SCW-SMR reaktorkoncepcióra is, melynek során elkészítettem az SCW-SMR zónájának modelljét, majd az NTI-ben már korábban elvégzett diffúziós számításokat reprodukáltam.

Végezetül rátérek a legújabb SCW-SMR zónaszámításokra, melyekben az aktuális zónakonfiguráció üzemi teljesítményeloszlását vizsgáltam. Ennek során összehasonlítottam diffúziós és  $SP_3$  számítások eredményeit, megvizsgáltam két, illetve négy neutron energia csoport alkalmazásának hatásait, majd a különböző számítások eredményeit felhasználva meghatároztam a friss zóna reaktivitástartalékát és teljesítményeloszlásának főbb egyenlőtlenségeit.

[1] ECC-SMART Factsheet a <https://cordis.europa.eu/project/id/945234> oldalon. Internet, 2022. 09. 09.

**MÉSZÁROS PÉTER***mpeti08@gmail.com*

Fizikus

MSc, 1. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Dr. Babcsány Boglárka**egyetemi adjunktus, BME TTK**Varju Tamás**Tudományos segédmunkatárs, BME TTK*

---

### **SCW-SMR koncepció reaktorfizikai és termohidraulikai vizsgálata Serpent 2, RELAP5 és Apros kódok segítségével**

A BME Nukleáris Technikai Intézete 2020-tól kezdődően konzorciumi tagként részt vesz az ECC-SMART projektben, melynek célja egy szuperkritikus vízhűtésű kis moduláris reaktorkoncepció (SCW-SMR) fejlesztése. A projekt hat munkacsoportra (work package, WP) tagolódik. A harmadik munkacsoport (WP3) a koncepció termohidraulikai vizsgálatával, míg a negyedik munkacsoport (WP4) annak reaktorfizikai modellezésével foglalkozik. A dolgozatom a WP3-WP4 együttműködésben végzett RELAP5 és Serpent 2, illetve Apros és Serpent 2 gyengén csatolt reaktorfizikai és termohidraulikai számítássorozat tanulságait mutatja be.

Az SCW-SMR reaktorkoncepciót érintő, a kampányeleji zónaoptimalizációs számítások eredményeként előállt adatokat (zónatöltet, anyagok, geometria) használtam fel a Serpent 2 modellem elkészítéséhez. Mivel az SCW-SMR zóna termohidraulikai és reaktorfizikai paraméterei erősen csatoltak, így a koncepció egyensúlyi állapotának a meghatározásához csatolt Serpent 2 és RELAP5 számítások kerültek elvégzésre. A Serpent 2 Monte Carlo kódban szükség van az egyes régiók hőmérséklet, illetve sűrűség adataira, amik a RELAP5 kóddal kerültek kiszámításra. Ugyanakkor a RELAP5 kód bemenő adatként kezeli a zónabeli teljesítményeloszlást. A Serpent 2 és RELAP5 közötti iterációs eljárás során 4-5 lépés után sikerült az egyensúlyi állapotot elérni. A konvergencia vizsgálatához a következő paraméterek változása került követésre: teljesítményeloszlás (felmelegedési szintek és kazetták szerint), effektív sokszorozási tényező, a felmelegedési szintenkénti forrócsatorna, illetve átlagos csatorna moderátor-hőmérséklete, moderátorsűrűsége, hűtőközeg-hőmérséklete, hűtőközeg-sűrűsége, valamint ugyanitt az üzemanyag-pasztilla átlagos hőmérséklete.

Míg az iterációhoz alkalmazott RELAP5 modellben felmelegedési szintenként egy átlagos és egy forrócsatorna került modellezésre, a WP3 munkacsoporton belül a reaktorkoncepció egy továbbfejlesztett Apros termohidraulikai rendszerkód-modellje is kidolgozásra került. Az Apros modellben lehetőség van az átlagos és forrócsatornák mellett „hidegcsatorna” felmelegedési szintenkénti figyelembe vételére is. Az Apros és Serpent 2 iterációhoz a Serpent 2 zónamodellt továbbfejlesztettem, továbbá az automatikus inputmódosításhoz, illetve az eredmények feldolgozásához MATLAB szkripteket fejlesztettem.

Dolgozatomban összevetem a RELAP5 és Serpent 2, illetve az Apros és Serpent 2 iterációval kapott eredményeket.

**ILLÉS GERGELY***ills.gergely@gmail.com*

Fizikus

MSc, 1. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Babcsány Boglárka**egyetemi adjunktus, BME TTK*

---

**Diffúziós VVER zónaszámítások az SPNDYN végeelem-módszeren alapuló reaktorfizikai kóddal**

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Nukleáris Technikai Intézetében egy új reaktorfizikai kódrendszer fejlesztése van folyamatban, amely többek között folytonos Galerkin-módszerrel oldja meg a többcsoport diffúziós és  $SP_3$  egyenleteket. Az SPNDYN most a kód validáció és verifikáció szakaszában van, melybe én tavaly a BSc szakdolgozatom keretében kapcsolódtam be. Akkor a feladatom a stacionárius, diffúziós végeelem-módszeren alapuló modul hitelesítése volt VVER reaktortípusra. TDK dolgozatomban ezt a munkát egészítettem ki az időfüggő, diffúziós végeelem modul VVER reaktortípusra történő validációjával.

Mivel az SPNDYN egy tisztán reaktorfizikai kód, termohidraulikai kóddal történő csatolása pedig nem fejeződött be, a teszteléshez egy az Atomic Energy Research által kidolgozott visszacsatolásmentes benchmarkot használtam. Ez a feladat azonban még visszacsatolások nélkül is túlmutatott egy számítás egyszerű lefuttatásán. Először is a geometriát úgy kellett létrehozni, hogy abban a változásokat (szabályozókazetta-kilökődés, vészleállítás) megfelelően le lehessen követni, majd a csoportállandó változásokat a geometria időbeli változásának megfelelően paraméterezni kellett. Az SPNDYN által szolgáltatott eredmények feldolgozására és a teljesítmény számítására külön programot írtam. Az eredményekben megjelent a „rod cusping” jelensége (reaktivitás és teljesítmény nem fizikai viselkedése az abszorber hirtelen megjelenése miatt), melynek hatását a csoportállandók térfogatokkal való súlyozásának módszerével sikerült csökkentenem. Végül az eredményeket több szempont szerint összevettem a referenciamegoldásokkal és megállapítottam, hogy az SPNDYN időfüggő, diffúziós végeelem modulja elfogadható eredményt szolgáltatott.

## OPTIKA

1. **Kóti Dávid Attila (BME - TTK)**
2. **Sashalmi Balázs (SZTE - TTIK)**
3. **Makány András (SZTE - TTIK)**
4. **Illés Levente (BME - TTK)**
5. **Vavrik Márton Bendegúz (BME - TTK)**
6. **Steinbach Ferenc (BME - TTK)**

A Zsűri tagjai:

**Dr. Hebling János**

**Dr. Valkai Sándor**

**Dr. Sánta Imre**

**KÓTI DÁVID ATTILA**

*koti.david01@gmail.com*

Fizika

BSc, 4. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:*

*Sarkadi Tamás*

*egyetemi docens, BME TTK*

---

### **Telekom hullámhosszon működő kétfoton forráshoz alkalmazható ppKTP kristály tesztelése**

Jelenleg használt titkosítási protokolljaink megfelelően nagy számítási kapacitás, például egy kvantumszámítógép segítségével feltörhetőek. Ezért az utóbbi években a kvantumosan titkosított kommunikáció megvalósítása előtérbe került. Ehhez kvantumösszefonódott részecskéket kell továbbítani a kommunikációs feleknek.

A fény - részecsketermészetének köszönhetően - alkalmas kvantumkulcsmegosztásra, ha a fotonok polarizációban összefonódtak. Az Atomfizika Tanszéken folyó kvantumoptikai kutatások egyik célja, hogy egy olyan összefonódott kétfoton forrást készítsen, ahol a kilépő fotonok az 1550 nanométeres, telekommunikációs hullámhossztartományba esnek. Munkám során ennek előkészítésében veszek részt.

Feladatom a rendszer lelkét képező, az összefonódott fotonokat biztosító, nemlineáris periodikusan polarizált kálium titanil foszfát kristály hőmérsékletstabilizálása volt peltier cella segítségével. Erre azért van szükség, hogy az összefonódott fotonok kollinearisan lépjenek ki a kristályból, azonban az érzékeny a periódusok kicsiny hosszváltozására, illetve a hőmérséklet miatti törésmutatóváltozásra. A befoglalt kristály tesztelésére alkalmas kompakt összeállítást is el kellett készítenem, illetve előzetes méréseket végezni a rendszerrel. Az összeállításnak a Budapesti Műszaki Egyetem és a Wigner Fizikai Kutatóközpont között mozgathatónak kellett lennie, hiszen az egyetem jelenleg nem rendelkezik infravörös tartományban működő egyfoton detektorral.



**SASHALMI BALÁZS**

*balazs.sashalmi18@gmail.com*

Fizika

BSc, 3. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezető:*

*Dr. Erdélyi Miklós*

*egyetemi docens, SZTE TTIK*

---

### **Fluoreszcens festékek hot-band anti-Stokes fluoreszcenciájának vizsgálata az OptoSplit optikai rendszerrel**

Fluoreszcens mikroszkópia során az egyedi sejtalkotókat és molekulákat képesek vagyunk megfesteni úgynevezett fluoreszcens festékekkel. Ezeknek a festékeknek a tulajdonsága az, hogy adott hullámhosszal gerjesztve magasabb energiaszintre jutnak, majd relaxálnak az alapállapotukba, amely során egy alacsonyabb hullámhosszú fotont bocsájtanak ki, mint amivel fel lettek gerjesztve. Ezt nevezzük Stokes eltolódásnak. Megfigyelték azonban, hogy bizonyos esetekben a kibocsájtott foton hullámhossza rövidebb lesz, mint a gerjesztő fotoné, ezt nevezzük anti-Stokes fluoreszcenciának. Ennek az egyik oka lehet az, hogy a festék kibocsájtási spektruma hőmérsékletfüggő, ez a "hot-band" anti-Stokes fluoreszcencia.

A fluoreszcens mikroszkópiát széles körben használják, köztük biológiai és orvosi kutatásokban. A "hot-band" anti-Stokes fluoreszcencia kutatásával lehetővé válna, hogy sejtekben 0,1°C-os pontossággal tudjunk lokális hőmérsékletet mérni. Célunk egy olyan metodika kidolgozása, amely a lokális hőmérsékletmérést lehetővé teszi a "hot-band" anti-Stokes fluoreszcenciát kihasználva.

Ahhoz, hogy ezt a jelenséget vizsgálni tudjuk, az OptoSplit II Bypass optikai rendszert használtuk, amellyel megtehetjük azt, hogy a beérkező jelet kettéválasztottuk egy dikroikus tükörrel, így a detektorba érkező egyik jel a normál fluoreszcenciához tartozott, míg a másik az anti-Stokesi volt. A mérések során főként az Alexa Fluor 568, fluoreszcens festéket vizsgáltuk.

**MAKÁNY ANDRÁS**

*andrasmakany@gmail.com*

Molekuláris bionika

BSc, 4. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezető:*

*Geretovszky Zsolt*

*egyetemi docens, SZTE TTIK*

---

### **3D nyomtatott műanyag mikrostruktúrák geometriai hűsége**

A 3D nyomtatás kutatása közel 40 éve kezdődött, s fejlődése mindmáig töretlen. A fejlesztések egyik iránya a miniaturizálás, amelynek célja, hogy minél kisebb méretben legyünk képesek létrehozni digitálisan megtervezett testeket. Erre a sztereolitografikus nyomtatás a legalkalmasabb, amelynek alapanyaga egy fényre polimerizálódó folyékony műgyanta, amelyet egy UV lézer fénye szilárdít meg a nyalábot mozgató tükrörrendszer által precízen kijelölt területeken.

Munkám során egy sztereolitografikus 3D nyomtatóval (3D Systems ProJet 6000 HD) olyan téglatest alakú kiemelkedéseket, illetve üregeket készítettem, amelyek egyik mérete 50 mikrométer. A nyomtatott testek domborzatát 3D optikai mikroszkóppal (Olympus DSX 510-MR) határoztam meg, s vizsgáltam milyen eltérések jelentek meg a tervezett geometriától. Azt tapasztaltam, hogy a mikrométeres tartományban mind a kiemelkedő, mind pedig a besüllyesztett téglatestek több régióban eltérést mutatnak névleges alakjuktól. A geometriai eltérések hat típusát írtam le, azok méretét jellemeztem, az eltérést mutató régiókat pedig az őket kialakító feltételezett hatások szerint csoportokba soroltam. A régiók keletkezését, az eltérések jellegét és azok egyes függéseit egy fotopolimerizációs modellel is megkíséréltem leírni és magyarázni.

A munka az ITM NKFIA TKP2021-NVA-19 projekt támogatásával készült. Köszönöm Vajda Balázsnak a nyomtatásokban és a mérésekben nyújtott segítségét.

**ILLÉS LEVENTE***aranyaso97@gmail.com*

Fizikus

MSc, 2. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Dr. Lenk Sándor**egyetemi docens, BME TTK*

---

**Fluoreszcencia lecsengési kinetikák in vivo mérésére alkalmas mérőberendezés fejlesztése és alkalmazása**

A munkám során olyan mintatartót készítettem, amellyel megvalósíthatóvá válik az időkorrelált fotonzámláláson alapuló fluoreszcencia élettartamok mérése szilárd növényi mintákon. Ez az új mérési módszer hatékonynak bizonyult, így lehetőségünk nyílik levélminták differenciált vizsgálatára, amely mind mezőgazdasági, mind alapkutatói szempontból előnyösnek mondható. A méréseket kelkáposzta leveleken végeztem és az eredményeket összehasonlítottam az izolált mintákon mért, hasonló módon kiértékelt lecsengési idővel. Az összehasonlításból tisztán látszik a szilárd- és folyékony mintákon megfigyelhető hasonló tendencia. A külső rétegekből izolált mintákban egyértelműen magasabb volt a kloroplasztisz-koncentráció, amely jobb fotoszintetizáló képességet, és ebből adódóan kisebb lecsengési időket eredményezett. Ugyanezt találtam, amennyiben a levelek színén és fonákján mért fluoreszcencia lecsengési időket hasonlítottam össze. Az új mintatartó előny az, hogy a szilárd levélmintákon helyileg, akár a növény sérülése nélkül is végezhetünk méréseket.

**VAVRIK MÁRTON BENDEGÚZ**

vavmarci2@gmail.com

Fizikus

MSc, 2. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:*

*Dr. Réfy Dániel Imre*

*Tudományos munkatárs, Energiatudományi Kutatóközpont*

---

### **Schlieren képalkotó diagnosztika fejlesztése fúziós alkalmazásokhoz**

Schlieren képalkotással egy átlátszó közeg sűrűség változásai vizualizálhatóak. Ehhez egy paraboloid vagy gömbtükrő kétszeres fókuszpontjához egy fényforrást helyezünk, illetve egy borotvapengével kitarjuk a visszavert fény egy részét, ott, ahol a fókuszálódik. Ha a tükrő előtt valamilyen sűrűségváltozás van, az eltéríti a rajta áthaladó fényutakat, és ezen fényút eltérések számunkra intenzitás változásokként látszanak a kamera képeken. A kettő között a törésmutató változás és az optikai úthossz teremt kapcsolatot.

Munkám során egy Schlieren képalkotó diagnosztikát terveztem és telepítettem az Energiatudományi Kutatóközpontban található tört pellet belövő (Shattered Pellet Injector - SPI) rendszerre. Az SPI célja, hogy egy nagy nyomású gázzal gyorsított fagyasztott hidrogén pelletet juttasson be egy mágnesesen összetartott fúziós berendezés plazmájába, annak kontrollálatlan összeomlása, úgynevezett diszrupciója közben [1]. A pelletet a plazmába érés előtt egy fémlapon összetörve kriogén port hozunk létre, mely a plazmába jutva hősugárzássá alakítja annak energiáját, egyenletesen szétszórva azt térben és időben a berendezés falán. Az ITER, az első reaktor méretű tokamak kísérlet első falának épségét 27 db SPI védi majd.

Az EK SPI kísérlet célja a pellet fagyasztásának, gyorsításának és összetörésének vizsgálata. Az ITER számára kritikus a pellet körül kialakuló gázáramlás ismerete, mely vizsgálatára eddig pontmérések mellett csak modellezés történt. A Schlieren képalkotás alkalmas a közeg sűrűségváltozásainak, így a hajtógáz turbulens áramlásának láthatóvá tételére anélkül, hogy a pellet vagy a gáz mozgását befolyásolná.

Egy nagy fókusz távolságú lencsével vizualizáltuk a törésmutató gradiensek hatását az érzékelt intenzitásra, ami lehetőséget teremt a rendszer sűrűség-intenzitás kalibrálására. Az SPI rendszerre telepített Schlieren diagnosztikával vizsgáltuk a pellet gyorsítására szolgáló nagy nyomású szelepből kiáramlást légköri nyomásra nyitva nitrogénnel, illetve a vákuumrendszerbe nyitva hidrogénnel. A szelep dugattyújának különböző nyitásai mellett megfigyeltünk szub- és szupersonikus kiáramlást mely lehetőséget teremt majd a szelep fűvókájának optimalizációjára. A pellet körüli áramlásokat is meg tudtuk figyelni, és tudtuk vizsgálni, mikor előzi meg a hajtógáz a pelletet. Végrehajtottunk a rendszer térkalibrációját is egy kilőtt pellet átmérőjének ismeretével.

**STEINBACH FERENC**

*ferenc.steinbach@gmail.com*

Fizikus

MSc, 1. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:*

*Dr. Lenk Sándor*

*egyetemi docens, BME TTK*

---

### **Nanoszekundum alatti fluoreszcencia élettartamok mérése kék diódalézerrel**

Dolgozatomban egy olyan kísérleti munka eredményeiről számolok be, melynek célja a nanoszekundum alatti fluoreszcencia élettartamú minták vizsgálatának lehetővé tétele volt.

Először összefoglaltam a diódalézerek működésének alapjait, és a lézerindukált fluoreszcencia jelenségkörét. Áttekintettem az időfelbontásos méréstechnika, illetve a mérések kiértékeléséhez alkalmazott módszerek elméleti hátterét.

A kísérleti munkám kezdetén a lézerforrás paramétereinek vizsgálatát végeztem: különböző beállítások mellett mértem a kiadott fényteljesítményt, a spektrális tulajdonságokat, a nyaláb intenzitáseloszlását. Végül az impulzusalak mérése során eltérést találtam a lézer dokumentációja alapján várt eredménytől, ami a későbbi kísérleteknél problémát jelentett.

A fluoreszcens minták vizsgálatát hosszú élettartamú klorofill extraktokkal kezdtem, majd gyorsabb lecsengéssel jellemezhető levélmintákra tértem át. Utóbbiak esetében a kiértékeléskor jelentős hibák adódtak. A problémát az jelentette, hogy a kék tartományban felvett készülék válaszfüggvény (IRF) nem volt összeegyeztethető a piros tartományban mért fluoreszcencia jellel, emiatt az alkalmazott rekonvolúciós eljárás nem volt kellően pontos. Ezt úgy sikerült megoldanom, hogy nagyon rövid élettartamú fluoreszcens festékkel (Erythrosin B-vel) határoztam meg az IRF-et.

Az új IRF segítségével ismét elvégeztem a korábbi mérések kiértékelését, és ezzel a módszerrel (néhány kiugró kivételtől eltekintve) sikerült az illesztésekkel a várt pontosságot elérni. A következő célom a fluoreszcens festék élettartamának további rövidítése volt annak érdekében, hogy még rövidebb IRF-et vegyek fel. Ezt fluoreszcencia kioltási mechanizmusokat elősegítő adalékot (kálium-jodidot) alkalmazva sikerült elérni. Ezzel a módszerrel sikerült rövidebb készülékválaszt felvegyek, ezzel lehetővé téve olyan minták fluoreszcencia élettartamának meghatározását, ami korábban nem sikerült.

Végül egy olyan méréssorozat eredményeit mutattam be, mely során két különböző gyártó egyfoton-detektorait hasonlítottam össze. Az adatlapokon szereplő paraméterek szerint nagyon hasonló volt a két eszköz, de mégis alapvetően eltérő mérési eredmények születtek. Ezen mérés igazolta azt a sejtésemet, miszerint a korábbiakban tapasztalt problémák fő oka az általam használt detektor volt. A dolgozat fontos eredménye, hogy egy rövid élettartamú fluoreszcens festékkel lehetséges a detektor minősítése, illetve a hullámhosszfüggő készülékválaszból adódó problémák korrigálása.

## **ORVOSI FIZIKA, BIOFIZIKA**

- 1. Kiss Rebeka Anna (SZTE - TTIK)**
- 2. Rajmon Imola (ELTE - TTK)**
- 3. Gyulai-Sárdi Diána (ELTE - TTK)**
- 4. Jólesz Zsófia (ELTE - TTK)**
- 5. Csuha Boglárka (BME - TTK)**
- 6. Balogh Anna (ELTE - TTK)**
- 7. Posztós Nóra (BME - TTK)**
- 8. Sudár Ákos (BME - TTK)**
- 9. Nagy Eszter (SZTE - TTIK)**
- 10. Bán Botond, Szabó Csenger Márk (SZTE - TTIK)**

A Zsúri tagjai:

**Dr. Sáfrány Géza**

**Dr. Bálint Zoltán**

**Dr. Vonderviszt Ferenc**

**KISS REBEKA ANNA**

*kissrebeka0125@gmail.com*

Fizika

BSc, 5. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezetők:*

*Dr. Nagy Krisztina,*

*tudományos munkatárs, Szegedi Biológiai Kutatóközpont, Biofizikai Intézet*

*Dr. Vizsnyiczai Gaszton*

*tudományos munkatárs, Szegedi Biológiai Kutatóközpont, Biofizikai Intézet*

---

## **Baktériumsejtek csapdázása és manipulációja optikai csipesszel és mikrofluidikai eszközökkel**

A biológia egyik fontos kérdése, hogy a sejtek jellemző paraméterei hogyan változnak egy genetikailag homogén populáció növekedése során. Fenotípusbeli különbségek megjelenhetnek már egyetlen baktériumsejt leszármazottjai között is, például a sejt méret, alak, mozgékonyosság, növekedés, ellenállóképesség tekintetében. Ezen különbségek vizsgálata lehetővé teszi, hogy jobban megértsük többek között a baktériumok túlélést segítő folyamatait. Ezekhez a vizsgálatokhoz olyan kísérleti elrendezésekre van szükség, melyek segítségével egyedi sejteket tudunk hosszú távon megfigyelni jól meghatározott mikrokörnyezetekben.

Munkám célja egy olyan új platform kialakítása, ahol ötvözöm a mikrofluidika technológiáját és az optikai csipeszt annak érdekében, hogy nyomon tudjuk követni akár több generáción keresztül a baktériumok közötti kapcsolatokat. Az eszköznek, a már irodalomból jól ismert „Mother Machine” után, a „Baby Machine” elnevezést adtuk.

A „Baby Machine” alapja egy mikrofluidikai csatornarendszer, amely alkalmas egyedi sejtek csapdázására. A csapdák mérete összemérhető a néhány mikrométeres baktériumokkal. A kísérlet indításakor egyetlen sejtet szeretnénk befogni, és azt, illetve annak utódait követni meghatározott időközönként készített mikroszkópos felvételek segítségével.

A vizsgálni kívánt populáció első sejtjének befogásához és mozgatásához optikai csipeszt használunk. A laborban található lézercsipeszt használat előtt kalibráltam néhány mikrométeres latexgolyókkal és elpusztult baktériumokkal egyaránt. Mivel a lézerteljesítmény károsíthatja a sejtet, méréseket végeztem arra vonatkozóan is, hogy különböző lézerteljesítmények esetén mennyi ideig maradnak életben (meddig mozgékonyak) a lézercsipeszben tartott *Escherichia coli* sejtek.

A legmegfelelőbb csapdaelrendezés létrehozása érdekében több különböző számítógépes modellt is készítettem, és ezeken áramlástani szimulációkat futtattam. Ahhoz, hogy a szimuláció még valóságosabb legyen, baktériumokat is elhelyeztem a csapdában. Az eredmények alapján kiválasztottam egy elrendezést, melyet az intézet munkatársai elkészítettek számomra. A kész eszközt *E. coli* baktériumokkal teszteltem. Az első kísérletek alapján az általam készített összeállítás ígéretesnek tűnik a bakteriális heterogenitás kialakulásának vizsgálatára különböző környezeti feltételek mellett.

**RAJMON IMOLA**

rajmonimola8@gmail.com

Fizikus

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Horváth Róbert**tudományos munkatárs, ELKH EK MFA Nanobioszenzorika Lendület Csoport**Szabó Bálint**egyetemi docens, ELTE TTK*

---

### **Egyedi sejtek adhéziójának tanulmányozása mikrofluidikai erőmikroszkóppal**

Napjainkban a biofizikai és biológiai kutatásokban fontos szerepet tölt be a biológiai jelenségek vizsgálata az egyedi sejtek szintjén. A hagyományosan elterjedt, teljes populáción végzett mérések során minden esetben átlagoljuk az eredményeket. Markánsan eltérő alpopulációkkal rendelkező biológiai rendszerek esetében az így nyert eredmények félrevezetőek lehetnek. A hagyományos technikákkal szemben az egyedi sejt szintű mérések esetén sokkal részletesebb képet kaphatunk a szövetek heterogenitásáról, komplex biológiájáról és a lehetséges alpopulációkról. A sejtadhézió nagy jelentőségű számos alapvető biológiai folyamatban, és a megismerése közelebb visz a sejtek magasabb szerveződésének feltérképezéséhez. A folyamat megkerülhetetlen jelentőségű pl. implantátumok és gyógyszerhatóanyagok kifejlesztésében is.

Méréseimet egy mikrofluidikai csatornával ellátott atomerőmikroszkóppal (FluidFM) végeztem. A mikrofluidikai csatornában uralkodó nyomás változtatásával a műszer konzoljához másodpercek alatt hozzá lehet rögzíteni a célsejtet, majd azt a felületről eltávolítva mérhető a sejt felszakítására jellemző erő-távolság görbe. A műszer konzolja különböző apertúrákkal rendelkezhet. Adhéziós méréseket 2  $\mu\text{m}$ , 4  $\mu\text{m}$  és 8  $\mu\text{m}$  átmérőjű kör alakú apertúrával lehet végezni. A konzol egy másik fontos paramétere a rugóállandó, mely lehet 2 N/m vagy 0.3 N/m. A kutatásom célja az erősen letapadt sejtek felszakításának a sikerességének a tesztelése volt, különböző rugóállandójú és geometriájú konzolokkal. Ehhez HeLa méhnyakrák és preosteoblast csontszöveti sejteken végeztem méréseket. Tapasztalataim szerint az egészséges preosteoblast sejteket csak a puhább (0.3 N/m rugóállandójú), míg a rákos sejteket mindkét konzollal fel tudtuk szedni. Emellett a kisebb apertúrájú konzollal mért erőgörbék alakja jelentősen eltérve a nagyobbakétól, kettős minimumot mutat. A jelenséget azzal magyaráztam, hogy a sejt szélén található kötések később szakadnak fel, mint a középben levők. A minimumok közelében az erőgörbe meredekségét kielemezve meghatároztam az adott biológiai rendszerre jellemző adhéziós erő/távolság értékeket, melyek összefüggésben vannak a sejtek rugalmasságával. Munkám hozzájárul ahhoz, hogy az élő sejtek adhéziós paramétereit nagyszámú egyedi sejten, hatékonyan tanulmányozni tudjuk, szemben a korábbi néhány sejten elvégzett adhéziós kutatásokkal.



**GYULAI-SÁRDI DIÁNA***sardidiana77@gmail.com*

Fizika

BSc, 7. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Fröhlich Georgina**fizikus, Országos Onkológiai Intézet*

---

**A szomszédos forrásmegállási idők szabályozásának hatása a dózistervek homogenitására****Célkitűzés:**

A szomszédos megállási időket szabályozó ún. DTGR (Dwell Time Gradient Restriction) faktor hatásának vizsgálata a Dózishomogenitási indexre (DHI) prosztatadaganatos betegek nagy dózisteljesítményű brachyterápiás kezelése során.

**Módszerek:**

Az Országos Onkológiai Intézet Sugárterápiás Központjában nagy dózisteljesítményű szövetközi brachyterápiával kezelt 24 prosztatarákos beteg besugárzási tervét vizsgáltam. Alternatív kezelési terveket készítettem an ún. HIPO (Hybrid Inverse Planning Optimization) dózistérfigat alapú inverz optimalizációs algoritmus segítségével. A sugárforrás szomszédos megállásiidőit szabályozó DTGR faktort 0,0-1,0 között 0,1-es lépésközzel változtatva újraoptimalizáltam a terveket, majd vizsgáltam a dózis-térfigat paraméterekre és tervminőségi indexekre gyakorolt hatást.

**Eredmények:**

A legtöbb esetben a DTGR 0,0 értéknél tapasztaltam a leghomogénebb dózistervet (DHI = 0,69). A DTGR növelésével csökken a DHI értéke, tehát romlik a dózishomogenitás. A 0,9-es DTGR-érték eredményezi a leginhomogénebb tervet, ott a DHI átlagosan csak 0,66.

**Következtetés:**

A dózishomogenitás növelésére készült algoritmus nagyobb fokú megszorítása a várt hatással ellentétben a homogenitás csökkenését eredményezte prosztatadaganatos betegek nagy dózisteljesítményű szövetközi brachyterápiájában. A DTGR növelésével az inverz dózisoptimalizáló algoritmus kevesebb lehetőséget kap a forrás megállási idők optimalizálására, így inhomogénebb dózistervet eredményez.

Bár a DTGR 0,0 értéke eredményezi a legnagyobb a homogenitást, így ez lenne az optimális választás, a klinikai rutinban mégsem ezt érdemes használni, mert ha egyáltalán nem szorítjuk meg a szomszédos megállási időket, akkor az inverz dózisoptimalizáló algoritmus nagyon különböző, kiugró megállási időket eredményezhet egymás mellett. Ez pedig a beteg anatómiájának kis változásnál, (pl. húgyhólyag megtelésével) nagy hibát eredményezhet. Mindezeket figyelembe véve a 0,1 DTGR-értéket ajánlom használni a klinikai rutin dózistervezésében.

**JÓLESZ ZSÓFIA**

jzsoxxx99@gmail.com

Fizika

BSc, 7. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Fröhlich Georgina**fizikus, Országos Onkológiai Intézet*

---

**A szöveti inhomogenitások jelentősége nőgyógyászati daganatok esetében, Ir-192 brachyterápiás sugárforrás körüli dózis számításakor**

**Célkitűzés:** A szöveti inhomogenitások jelentőségének vizsgálata modell-alapú dózisszámítási módszerrel Ir-192 brachyterápiás sugárforrás körül.

**Módszerek:** 26 nőgyógyászati (méhnyak- vagy méhtest-) daganatos esetet vizsgáltam, melyek minden esetben vastag, fémből készült applikátorral és Ir-192 sugárforrással voltak kezelve. Minden betegnek a hagyományos, homogén víz közeget feltételező AAPM TG-43 formalizmussal készült kezelési terve mellé a Boltzmann-transzport egyenlet megoldási módszerén alapuló ACE (Advanced Collapsed cone Engine) algoritmussal (TG-186 formalizmus) is készítettem egy besugárzási tervet. Ezután összevettem a különböző besugárzási tervekhez tartozó paramétereket (térfogati- és dózisparaméterek, védendő szervek dózisparaméterei, pontok dózisa a sugárforrás felszínétől adott távolságokra). Az összehasonlításhoz a Wilcoxon-féle párosított próbát használtam.

**Eredmények:** A számolási idő TG-43 algoritmussal minden esetben 1-2 másodperc, míg TG-186-tal átlagosan 16,4 perc (6-33 perc) volt. A vizsgált dózis-térfogat paraméterek közül csak a V200-ban, a V150-ben, a DNR-ben, a védendő szervek maximális dózisában, valamint a sugárforrás felszínén és felszínéhez közel lévő pontok dózisában találtam szignifikáns különbséget a kétféle dózisszámítási algoritmus között. Pl.: a V200 39,2 volt a TG-43, 39,4 pedig a TG-186 formalizmus használata esetén ( $p < 0,01$ ). A sugárforrás felszínén számolt dózis rendre 203,5 Gy (13,6-469,1 Gy) és 134,8 Gy (14,5-295,8 Gy) volt, de a forrástól 1-2 cm-re és távolabb nem különbözött a kétféle módon számított dózis.

**Következtetések:** A Boltzmann-transzport egyenletet megoldó ACE algoritmus használatával egyedül a sugárforrás felszínén volt szignifikánsan kisebb dózis, mint a TG-43 formalizmussal való dózisszámítás esetén. Mivel a sugárforrás felszíne biztosan a céltérfogatban van, a leadott dózis nagyságának klinikai jelentősége nincs, viszont a besugárzási terv számítása jelentősen hosszabb időt vesz igénybe a TG-186 algoritmus használatával, amely alatt a beteg szervmozgásai jelentős bizonytalanságot okoznak az egyes szervek számított dózisában. Ezt figyelembe véve a TG-43 formalizmus használható Ir-192 sugárforrás körüli dózis számításakor a klinikai rutinban, a TG-186 algoritmust azonban csak kutatási célokra javaslom.

**CSUHA BOGLÁRKA***bogi.csuha@gmail.com*

Fizika

BSc, 6. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Dr. Pesznyák Csilla**egyetemi docens, BME TTK**Pócza Tamás**Klinikai sugárfizikus, Országos Onkológiai Intézet*

---

### **Soklevelűes kollimátor dozimetriai paramétereinek meghatározása különböző módszerek használatával**

A dolgozatom célja a dozimetriai lamella távolság (dosimetric leaf gap, DLG) minél pontosabb meghatározása, illetve a mért értékek összehasonlítása mind a szakirodalomban fellelhető adatokkal, mind a korábbi mérési eredményekkel.

A mérések során Millenium 120 soklamellás kollimátorral (multileaf collimator, MLC) felszerelt TrueBeam (Varian, Palo Alto, USA) lineáris gyorsítók DLG-jét vizsgáltam. A modern sugárterápiában használt gyorsítóknak fontos eleme az MLC, ugyanis ez teszi lehetővé a különböző mezőalakok kialakítását. Segítségével csökkenthető a védendő szervek dózisterhelése és ezáltal a potenciális mellékhatások valószínűsége és súlyossága. Az MLC felépítéséből adódóan az egyes, egymással szemben lévő lamellák fizikailag sosem záródnak össze teljesen, mivel végeik lekerekítettek. Ennek a kialakításnak a következménye, hogy mindig van bizonyos fokú szivárgó sugárzás a lamellák között. A besugárzástervező rendszerekben a DLG ennek a kialakításnak a jellemző paramétere, amit mérésrel lehet energiánként meghatározni.

Az irodalomban többféle metódussal meghatározott DLG értékeket gyűjtöttem össze, összesen 32 gyorsító 14 DLG értékét. A méréseket az Országos Onkológiai Intézetben CIRS (CIRS Inc. Norfolk, VA, USA) slabfantomban, PTW-TM23332 (PTW Freiburg, Németország) ionizációs kamrával végeztem el, 10 cm mélységben, 100 cm-es forrás-felszín távolság használatával. A mérés során a gyorsító gyártója által megadott extrapolációs protokollt követtem. A DLG értékét meghatároztam elektronikus mezőellenőrző berendezés (electronic portal imaging device, EPID) használatával is. A méréseket két különböző energián, kiegyenlítő szűrővel és kiegyenlítő szűrő nélküli módban is elvégeztem. A lineáris gyorsító dozimetriai modelljében a DLG finomhangolását gamma-analízis eredmények alapján végeztem el.

Eredményeink alapján a különbség a szilárd CIRS fantomban és a vízfantomban végzett mérések között kisebb, mint az irodalomban található értékek különbségei. A DLG finomhangolásával javíthatóak a gamma-analízis eredményei. A különböző módszerekkel mért DLG értékek bármelyike jó kiinduló alapot jelentenek az optimális DLG érték meghatározásához.

**BALOGH ANNA***annabalogh0903@gmail.com*

Fizikus

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Horváth Róbert**tudományos főmunkatárs, Nanobioszenzorika Laboratórium, Műszaki Fizikai és Anyagtudományi**Kutatóintézet, Energiatudományi Kutatóközpont, Eötvös Loránd Kutatási Hálózat**Kovács Kinga Dóra**PhD hallgató, ELTE TTK*

---

### **Sejtadhézió valós idejű rögzítése és a kinetikai adatok kiértékelése**

Napjaink egyre népszerűbb biofizikai vizsgálati módszerei a jelölésmentes optikai bioszenzorok. Ezen eljárások nagy érzékenységgel, akár a molekuláris skálán teszik lehetővé valós idejű adatok rögzítését a vizsgált biológiai rendszert megváltoztató jelölő molekulák alkalmazása nélkül. Több minta egyidejű elemzését is lehetővé teszik viszonylag rövid idő alatt, így költséghatékonyak, és a jelölő molekula zavaró hatásával, kölcsönható tulajdonságainak kiküszöbölésével sem szükséges számolni. Ezen módszerek egyre nagyobb szerepet kapnak nem csak a biofizikai alap kutatásban, hanem a gyógyszerkutatásban és az anyagtudományokban, illetve az iparban is. Kutatómunkám során a HeLa rákos immortalizált sejt vonallal végeztem méréseket jelölésmentes optikai bioszenzorok segítségével. Munkám fókuszában a sejtadhézió valós idejű, nagy pontosságú rögzítése állt, illetve a kinyert kinetikai adatokat részletesebb elemzése. A sejtadhéziós kinetika megértése kiemelten fontos a rákkutatásban, immunológiában és idegtudományokban, a vonatkozó kutatások újfajta gyógyszerhatóanyagok kifejlesztéséhez is hozzájárulhatnak.

TDK munkám során sejtadhézív funkcionális felületeket hoztam létre a bioszenzor egységek felületén, majd rögzítettem a sejtek kitapadási jelét. A kinyert adatok részletesebb kiértékelése céljából Python kódot fejlesztettem. A mérések során rögzített kinetikai adatokat kiértékeltem és megillesztettem, a kinyert paramétereket pedig elemeztem. Munkám során megismertem és elsajátítottam a szükséges kísérleti módszereket, elvégeztem a sejtadhéziós kísérleteket, és rögzítettem a sejtadhézió mérése során nyert kinetikai görbéket. Az adatok molekuláris szintű elemzése céljából különböző kinetikai modelleket fejlesztettem és alkalmaztam. Ezen modellek figyelembe veszik a releváns molekuláris paramétereket, például a disszociációs és asszociációs sebességrátákat, az integrin-ligandum kötés erősséget. A kifejlesztett eljárások és kódok lehetővé teszik az adhéziót befolyásoló molekuláris paraméterek tanulmányozását az élő sejtekben, valós környezetükben, a releváns molekulák izolálása nélkül.

**POSZTÓS NÓRA***posztosnora@gmail.com*

Fizikus

MSc, 1. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Dr. Légrády Dávid**Egyetemi docens, BME TTK*

---

**CT készülék geometriai kalibrációja távlatpontok meghatározásával**

A CT készülék által készített kép rekonstrukciójának végrehajtásához a forrás (más néven nézőpont vagy fókuszpont) helyzetének ismerete szükséges. A pontatlan nézőpont pozíció a rekonstrukciót követően artefaktumokkal terhelt, homályos CT képeket eredményez. A forrás helyzete közvetlen távolság méréssel nem meghatározható, így a bevett eljárásokhoz képest új, a párhuzamos élek perspektívikus leképezésekor keletkező, úgynevezett eltűnő pontokon alapuló eljárási módot választottam a nézőpont helyzetének becsléséhez. Ezen módszer segítségével a fantomként alkalmazott kocka ideális helyzetét kerestem meg, amely esetben a hibákkal terhelt rendszer Monte-Carlo szimulációja során a nézőpont meghatározása a lehető legkisebb szórással történhet. Ennek során tapasztalható volt, hogy az eljárás rendkívül érzékeny a kocka gyártási pontatlanságára, illetve a kocka éleinek leképezésére illesztett egyenesek paramétereinek hibáira. Ezt követően a kocka függőleges tengely körüli forgatását szimulálva vizsgáltam, hogy mekkora pontossággal lehetséges a nézőpont kiszámítása, ha az forgatás során adódó nézőpontokat átlagolom. Élve a feltételezéssel, hogy az átlagos nézőpont várható értéke megegyezik a tényleges nézőponttal, az átlagként számolt nézőpont kisebb szórást mutatott. A fenti módszer méréssel is megvalósításra került, ahol egy kockáról készült felvételeken élkereső algoritmust implementáltam és ez esetben is vizsgáltam az elérhető maximális nézőpont meghatározási pontosságot. Eredményként az alkalmazott eszközökkel és a rendelkezésre álló műanyag kocka gyártási pontossága mellett  $3 \pm 1$  mm nézőpont meghatározási pontosság érhető el, mely már az ipari alkalmazhatóság szempontjából releváns értéket jelent.

**SUDÁR ÁKOS***sudar.akos@wigner.hu*

Fizikus

MSc, 4. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Varga-Kőfaragó Mónika**Fiatal kutató, Wigner Fizikai Kutatóközpont**Dr. Barnaföldi Gergely Gábor**tudományos főmunkatárs, kutatócsoport vezető, Wigner Fizikai Kutatóközpont**Dr. Légrády Dávid**Egyetemi docens, BME TTK*

---

**Statisztikai motivációjú iteratív képrekonstrukciós eljárás alkalmazása proton  
komputertomográfiában**

A modern proton komputertomográfiás (pCT) felvételeket általában algebrai képrekonstrukciós technikákkal (Algebraic Reconstruction Technique, ART) állítják elő. Ezen eljárás például a ritka mátrixokat tartalmazó lineáris problémák megoldására használatos iterációs séma a Kaczmarz-módszer. Felmerül a kérdés, hogy az emissziós tomográfiában sikeres, statisztikai alapú iterációs algoritmusokat lehet-e alkalmazni pCT felvételek rekonstruálására is? Kutatásomban a Richardson—Lucy dekonvolúcióként ismert eljárást, mint statisztikai motivációjú fixpont iterációt alkalmaztam. Ehhez készítettem egy párhuzamosított GPU-alapú programkódot, amelyben spline trajektória számítását használok és a program futtatása során generáltam a rendszer mátrixokat. Eredményeim megmutatták módszerem helyességét és alkalmazhatóságát a pCT képalkotás során.

**NAGY ESZTER***eszternagy98@gmail.com*

Molekuláris bionika

BSc, 7. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezetők:**Dr. Szabó Tibor**egyetemi adjunktus, SZTE TTIK**Dr. Égerházi László**egyetemi adjunktus, SZTE TTIK*

---

**3D nyomtatott cellák tervezése és alkalmazása bio-nanokompozit alapú mikrofluidikai rendszerben**

A fotoszintéziskutatások során növényi vagy bakteriális sejteket, sejtalkotókat, illetve molekulákat egyaránt vizsgálnak. Ahhoz, hogy a biológia rendszerek specifikus tulajdonságait kamatoztatni tudják megfelelő környezetet kell biztosítani számukra. Napjainkban már számos kutatólabor ért el kiemelkedő eredményeket e mesterséges környezet megteremtésében. Leggyakrabban nanoanyagokat használtak a biokompatibilis anyag készítése során, ugyanis előnyös tulajdonságai, mint például a nagy fajlagos felület, vagy a speciális optikai tulajdonságai lehetőséget biztosítanak a kompozit anyagok létrehozásához.

Munkánk során a *Rhodobacter (Rb.) sphaeroides* bíborbaktériumból kinyert reakciócentrumot (RC-ot) vizsgáltuk mesterségesen előállított bio-nanokompozit rendszerben. A projektünk első felében egy olyan 3D nyomtatott mikrofluidikai cella megalkotása volt a fő célunk, melyben az izolált RC fotoáramát tudtuk mérni. A cellánk megalkotásához szálhúzásos technológián alapú 3D nyomtatókat (FDM nyomtatókat), illetve nyomtatási alapanyagként polietilén-tereftalát-glikolt (PET-G) használtunk. A mérések háromelektrodos elrendezésben történtek. A rendszerben ellenelektrodként platinát, míg referenciaelektrodként Ag/AgCl elektródokat használtunk. A munkaelektrodunk a RC-ot kötött BC-ZnO-MWCNT bio-nanokompozit membrán volt, melyet kémiai preparálással állítottunk elő. A minta előkészítésének a hatékonyságát EDAX elemvizsgálattal vizsgáltuk.

**BÁN BOTOND***botiban22@gmail.com*

Molekuláris bionika mérnöki

BSc, 3. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

**SZABÓ CSENGER MÁRK***csengermark@gmail.com*

Biomérnök

BSc, 3. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezető:**Dr. Hopp Béla**egyetemi tanár, SZTE TTIK*

---

**Vetőmagvak lézeres besugárzása**

A világ növekvő élelmiszer és takarmány igénye már rendkívül sok terméshozam-növelő eljárást hívott létre. Mostanra egy olyan tendencia látszik, ami a káros vegyi anyagokat mellőző, biztonságos, környezetbarát megoldásokat keres. A releváns irodalmat tanulmányozva jól látszik, hogy a minket megelőző kutatások szinte kivétel nélkül a rengeteg lehetséges változó közül (pl.: faj, hullámhossz, besugárzási idő, várakozási idő, csíráztatás körülményei, dózis stb.) csak egyet-egyet választva, látszólag véletlenszerűen, vagy legalábbis a választás részletes indoklása nélkül lett elvégezve.

Eddigi méréseinket számos változót figyelembe véve végeztük, melyeket összehasonlító módon értelmezve a többi ésszerű kritérium mellett (pl.: fajknál rendelkezésre álló irodalom, összehasonlíthatóság, kezelhetőség, csírázási idő, haszonnövényekkel való rokonság; illetve eszközök esetében az adott műszer elérhetősége, destruktív hatások kizárása vagy redukálása, mutagén hatás nyomonkövetése) szűkítettük a további mérések körülményeinek és alanyainak körét. Eddigi eredményeink azt mutatják, hogy egyes fajok pozitívan reagálnak a kezelésre, vagyis javult a túlélési, illetve csírázási százalékuk, egyes esetekben pedig a fejlődés felgyorsulása is kimutatható volt. Továbbá egyre világosabbá kezd válni számunkra az összefüggés a paraméterek (többek között hullámhossz, teljesítmény, besugárzási idő) és a kapott eredmények között.

Mivel kísérleteink egy része ezen túl az ELI-ALPS kutatóintézetben fog megvalósulni, ezért lehetőségünk lesz reprodukálható, nagyobb spektrumú, részletesebb és nagyobb csoportokra bontott mérések elvégzésére, az eddigi eredményeink alapján. Továbbá molekuláris szinten szeretnénk vizsgálni a kezelés hatását a fényérzékeny biokémiai folyamatokra, mint az örökítő anyag hibajavítása, az intenzív fehérje és növekedési faktor termelés, a mitokondriumok méretének, illetve energiatermelésük módjának megváltozása vagy maga a sejtosztódás. Hosszútávú célunk az elméleti háttér és szakirodalom bővítése, bizonyos esetekben megteremtése az olyan eljárások kidolgozásához, mint a haszonnövények terméshozamának növelése, a termesztéshez szükséges idő csökkentése, körülményes fajok termesztésének megkönnyítése (pl.: kakaóbab), a káros vegyszeres eljárások helyettesítése. Ezen kívül az elérhető szakirodalom alapján lehetőséget látunk feldolgozás vagy hosszú tárolás előtti fertőtlenítés, fertőzött termény mentése, illetve veszélyeztetett fajok védelme, biztonságos szaporítása terén.



## PLAZMAFIZIKA

1. **Édes Lili (ELTE - TTK)**
2. **Sándli Lóránt (ELTE - TTK)**
3. **Andorfi István (BME - TTK)**
4. **Munkhjargal Lkhagvadorj (ELTE - TTK)**
5. **Lengyel Ferenc (BME - TTK)**
6. **Molnár Máté (SZTE - TTIK)**

A Zsűri tagjai:

**Dr. Rác Ervin**

**Dr. Bencze Attila**

**Dr. Berta Miklós**

**ÉDES LILI***edeslili19@gmail.com*

Fizikus

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Pokol Gergő**egyetemi docens, BME TTK**Pusztai István**tudományos munkatárs, Chalmers University of Technology*

---

### **Az ASDEX Upgrade tokamak diszrupcióiban fellépő áramcsúcs vizsgálata szimulációk segítségével**

A tokamak típusú fúziós berendezésekben a plazma összeomlásakor (diszrupció) ún. elfutó elektronok keletkezhetnek. Az elfutó elektronok nagy energiájú, relativisztikus elektronnyalábot alkotnak, mely kárt tehet a vákuumkamrában, ezért megelőzésük nélkülözhetetlen feladat. Ahhoz, hogy előre tudjuk jelezni a diszrupció során keletkező elfutó elektronok áramát, meg kell értenünk a diszrupció alatt végbemenő folyamatokat és megismerni azok karakterisztikus paramétereit. Az eddig ismeretlen, vagy nehezen mérhető paraméterek meghatározásához plazmafizikai elméleteken alapuló szimulációkat használunk, melyeket kísérleti eredményekkel hasonlítunk össze.

Kutatásom során egy elfutó elektronokat modellező szimulációs programcsomagot használtam -- DREAM (Disruption Runaway Electron Analysis Model). Segítségével az ASDEX-Upgrade tokamakban olyan kisüléseket rekonstruáltam szimulációval, melyekben szennyező anyagok befecskendezésének hatására a plazma összeomlik. Ekkor a hirtelen plazmaáram-csökkenés előtt áramnövekedés látszódik, majd elfutó elektronok jönnek létre. A megfigyelt áramcsúcs a diszrupció elején történő áramprofil-lapulás következménye.

A kisülések rekonstruálásához így többek között olyan paraméterek optimalizációjára volt szükségem, melyek meghatározzák a radiális áramtranszportot jellemző hiperdiffúziós együttható időbeli fejlődését. A paraméterek optimalizálásához egy Bayes-féle optimalizációs módszert alkalmaztam, Aaro Järvinen munkája alapján.

Dolgozatomban az áramprofil változását, illetve az elfutó elektronok keletkezését megelőző áramcsúcsot vizsgáltam. A szimulációs eredményeket a Bayes-módszerrel optimalizálva összehasonlítottam a kísérleti eredményekkel, ezzel validálva az elméleti leírást, és egyben érzékenységvizsgálatot is végezve a különböző szimulációs paraméterekre. Munkám fontos adalékot szolgáltatott a diszrupciók során fellépő elfutó elektron áram modellezéséhez.

**SÁNDLI LÓRÁNT***sandli.lorant@gmail.com*

Fizika

BSc, 5. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Szepesi Tamás**tudományos munkatárs, Energiatudományi Kutatóközpont*

---

**Törtpellet-darabkák méreteloszlásának meghatározása lézerfüggöny diagnosztikával**

A tokamak típusú fúziós berendezésekben, különösen a nagyméretűekben, a plazma hirtelen összeomlása (diszrupció) jelentős anyagi károkat tud okozni. A diszrupciók negatív hatásainak csökkentésére számos módszert fejlesztenek, ezek egyike az ún. törtpellet-belövés, amely a jelenleg épülő ITER tokamak számára kiemelt fontosságú. A módszer lényege, hogy egy nagyméretű, fagyott hidrogénből (és egyéb adalékanyagokból, pl. neon) készült pelletet nagy sebességgel a plazmába lövünk, úgy, hogy közvetlenül a plazmába jutás előtt kisebb darabokra széttörjük. Egy ilyen törtpellet-belövő rendszer épült az Energia Tudományi Kutatóközpont Plazmafizika osztályán, egy ITER által támogatott pályázat keretében. Ebbe a kísérleti munkába csatlakozom bele a TDK dolgozatom elkészítésével. Célom a tört pelletdarabkák jellemzése, méretének meghatározása. Erre a célra egy nagysebességű kamerát használunk, amivel a darabkák egy lézerfüggönyön való áthaladását rögzítjük. Feladatomban a mért adatok kiértékelése, a gyorskamera képeinek feldolgozása általam írt számítógépes programok segítségével.

**ANDORFI ISTVÁN***andorfi.istvan@reak.bme.hu*

Fizika

BSc, 5. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Asztalos Örs**Doktorandusz, BME TTK*

---

### **BES szintetikus diagnosztika alkalmazása ASDEX-Uprade tokamakon**

A fúziós plazmafizika egy aktívan kutatott tudományterület, mely várhatóan hozzá fog járulni a fúziós energiatermelés jövőbeni elterjedéséhez. Ennek egyik megvalósítása mágnesesen összetartott, nagyságrendileg százmillió kelvines hőmérsékletű termikus plazmában történik.

A határréteg plazma (SOL) a mágnesesen összetartott régió kívül, nyílt erővonalakon helyezkedik el, és kapcsolatot teremt a plazma és az azt határoló felületek között. A SOL viselkedése megadja a várható hőterhelést a plazmát határoló felületeken, továbbá jellegét meghatározza a benne fellépő, filamentumoknak nevezett sűrűségfluktuációk dinamikája. [1]

A plazmafizikai kutatások kivitelezéséhez elengedhetetlenek a diagnosztikai eljárások. A mágneses összetartás és az igen magas hőmérséklet miatt a plazmafizikai mérések bonyolult eljárásokat kívánnak. Ezek egyike a nyalábemissziós spektroszkópia (BES) [2], mely során egy neutrális atomnyaláb kerül belövésre a plazmába, és a gerjesztődés után fotonemisszió történik. Egy megfigyelőrendszer detektálja az emittált fotonfluxust, melynek intenzitása és térbeli eloszlása alapján következtethető a plazma sűrűségprofilja illetve annak fluktuációja. A BES kiválóan alkalmas SOL-filamentumok detektálására.

A BES modellezése elősegíti a detektált fizikai jelenségek értelmezését, illetve számszerűsíti a diagnosztika képességének korlátait [3]. A RENATE egy, a BME NTI által fejlesztett teljes-háromdimenziós BES szintetikus diagnosztikai kód.

Munkám során a RENATE BES szintetikus diagnosztikát egészítettem ki a releváns detektorokra vonatkozó zajmodellekkel, ugyanis kimutatható, hogy az emisszió során, illetve a detektálási rendszerben keletkező zaj szignifikánsan befolyásolja a mért jelet. Munkám során egy részletes, és egy Gauss-megközelítésű zajmodellt fejlesztettem, és a két eltérő metódus eredményeit hasonlítottam össze.

Ezt követően egy HESEL 2D SOL turbulenciakód [4] által generált hőmérséklet- és sűrűségfluktuáció alapján generáltam szintetikus jeleket, és ebben figyeltem meg a diagnosztika (különös tekintettel a zajra) a filamentumokat jellemző gyakoriságra, illetve amplitúdóeloszlás-függvényre gyakorolt hatását.

Végezetül pedig az ASDEX Upgrade tokamakon végzett Li-BES mérésekkel hasonlítottam össze a szintetikus diagnosztika eredményeit.

[1] G. Birkenmeier et al. PPCF., 56(7):075019, (2014).

[2] D. M. Thomas et al. FST., 53(2):487–527, (2008).

[3] D. Guszejnov et al. RSI., 83:113501, 11 (2012).

[4] J. Madsen et al. PoP., 23(3):032306, (2016).

**MUNKHJARGAL LKHAGVADORJ**

*l.munkhjargal@gmail.com*

Fizikus

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:*

*Facsó Gábor*

*tudományos főmunkatárs, Wigner Fizikai Kutatóközpont*

---

**Bolygóközi lökéshullámok időbeli fejlődése a helioszférában**

Interplanetary shocks are one of the crucial dynamic processes in the Heliosphere. They accelerate particles into high energy, generate plasma waves and could potentially trigger geomagnetic storms in the terrestrial magnetosphere disturbing significantly our technological infrastructures.

In this study, two IP shock events are selected to investigate the temporal variations of the shock parameters using magnetometer and ion plasma measurements of the STEREO A and B, the Wind, and the ACE spacecraft. The shock normal vectors are determined using the minimum variance analysis (MVA) and the magnetic coplanarity methods. During the May 07 event, the shock parameters and the shock normal direction are consistent. During the April 23 event, the shock parameters do not change significantly, however, the shape of the IP shock appears to be twisted along the transverse direction to the Sun-Earth line. STEREO B does not observe the IP shock signatures during this event

keywords: Interplanetary shock, Solar wind: space plasma, Heliosphere

**LENGYEL FERENC**

leferi99@gmail.com

Fizikus

MSc, 1. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Dr. Pokol Gergő**egyetemi docens, BME TTK**Olasz Soma**Doktorandusz hallgató, BME TTK*

---

### **Elfutóelektron-nyaláb szimulációja a DEMO fúziós reaktorban**

Napjaink növekvő energiaigényére ígéretes megoldás a könnyű atommagok nukleáris fúziójának alkalmazása, ugyanakkor gyakorlati megvalósítása számos kihívással jár. A legfőbb problémát a nagyságrendileg 100 millió kelvin hőmérsékletű plazma megfelelően hosszú ideig történő összetartása okozza. Ehhez a Földön nem áll rendelkezésünkre a csillagokban levő nagy gravitáció, ezért a mágneses összetartású fúzió a kutatások fő iránya. Az ilyen elven alapuló fúziós berendezések közül az egyik típus az ún. tokamak, mely forgásszimmetrikus, tórusz alakú plazmát képes fenntartani.

Tokamak berendezések működése során több okból kifolyólag is előfordulhat, hogy a plazmában elfutó elektronok keletkeznek. Egy lehetséges ok az ún. diszrupció, mely során a plazmaösszetartás hirtelen megszűnik. Ilyenkor a hőmérséklet hirtelen leesik, a plazma ellenállása megnő, és az önindukció következtében a plazmaáram elektromos teret kelt, mely elfutó elektron keletkezéshez vezet. Az elfutó elektron nyaláb súlyos károkat okozhat a plazmát magában foglaló vákuumkamra falának védőköpenyében. A jelenség különösen veszélyes a nagy plazmaáramú berendezésekben, mert a keletkező elfutóelektron-mennyiség függ a kezdeti plazmaáramtól. Mivel egyre nagyobb berendezések épülnek egyre nagyobb áramokkal, például az ITER tokamak Franciaországban, egyre fontosabb az elfutó elektronok viselkedését vizsgálni, és valamilyen módon védekezni keletkezésük ellen.

Az Európai Fúziós Útitervben szerepel két fontos mágneses összetartású berendezés. Az egyik, a jelenleg építés alatt álló, a nemzetközi fúziós kutatás mérföldkövének számító, tokamak típusú ITER, illetve szintén kiemelkedően fontos utódja a DEMO tokamak, mely a tervek szerint már elektromos energiát fog termelni a hálózatra, ezzel demonstrálva a fúziós energiatermelés gyakorlati megvalósíthatóságát. Ezekben a berendezésekben, méreteikből adódóan kifejezetten fontos az elfutó elektronok vizsgálata, melyhez jelenleg más tokamakokban végzett kísérletekből származó adatok, és szimulációs eszközök is rendelkezésünkre állnak. Az egyik ilyen eszköz a DREAM, mely elsősorban a diszrupciók során történő elfutóelektron-keletkezés modellezése céljából készült. Dolgozatomban a DREAM segítségével vizsgálom a DEMO paramétereire a diszrupció időbeni és térbeni lefolyását, illetve egy, az ITER-re javasolt, jelenleg tervezés alatt álló diszrupció-mitigációs rendszer használhatóságát különböző paraméterekkel.

**MOLNÁR MÁTÉ***matemoln13@gmail.com*

Fizika

BSc, 6. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezető:**Dr. Tóth Zsolt,**tudományos főmunkatárs, SZTE ÁOK*

---

**Lézer indukált plazma vizsgálata a mikrorobbantásos fúzió kapszulá-jának összenyomása szempontjából**

A biztonságos energiatermelésre lehetséges alternatívát adnak a Földön megvalósítható magfúziós folyamatok. Ezek közül egy az inerciális összetartásos fúzió (Inertial Confinement Fusion, ICF). Ennek során nagy energiájú lézerrel ablálják a fúziós kapszulát, melynek külső polimer vagy gyémántszerű szén rétege azonnal elpárolog és nagy nyomású plazma keletkezik, amely összenyomja a kapszula belsejét, ahol beindul a fúzió. A fúzió kialakulásának fontos feltétele az összenyomás minél nagyobb hatékonysága. TDK munkám során a céloom annak vizsgálata volt, hogy a lézer hullámhossza milyen szerepet játszik a fúziót megelőző összenyomás hatékonyságában.

A kísérletek során Nd:YAG és ArF excimer lézerrel keltettünk plazmát grafiton levegőben és vákuumban. A grafit korongból két hajszál segítségével ingát készítettem. A lézerek impulzusait a lencsén keresztül a grafitra vezettem. A kísérletek során minden lövés esetén felvettük a plazma emissziós spektrumát, és videóra vettem a korong kilengését, amiből meghatároztam az abláció során nyert mozgási energiát.

A Nd: YAG lézerrel keltett lézerplazma spektruma az infravörös tartomány felé mutatott domináns emissziós csúcsokat, míg a ArF lézernél az emissziós csúcsok inkább az UV tartományban jelentek meg. Annak ellenére, hogy az ArF lézer kisebb impulzusenergiával rendelkezett, elérhető volt ugyanakkora mintaemelkedés, mint a nagyobb energiájú Nd: YAG lézerrel.

A jelenség magyarázata érdekében megvizsgáltam a szén emissziós-abszorpciós spektrumvonalait. A Nd: YAG lézer 1064 nm-es vonalán a szénnek nincs abszorpciós csúcsa, az ionizáció a Nd:YAG gerjesztésnél csak sok foton elnyelése során valósulhat meg. Az ArF lézer 193 nm-es sugárzását azonban a szénatom elektronátmenet során képes abszorbeálni. Az ilyen módon gerjesztett szénatom egy ismételt foton elnyelésével már ionizálódik.

## **RÉSZECSKE- ÉS NAGYENERGIÁJÚ FIZIKA**

- 1. Kórodi Balázs (ELTE - TTK)**
- 2. Fekésházy Levente (DE - TTK)**
- 3. Molnár Mátyás (ELTE - TTK)**
- 4. Kórodi Balázs (ELTE - TTK)**
- 5. Horváth Anikó (ELTE - TTK)**
- 6. Tóth Ábel (ELTE - TTK)**

A Zsűri tagjai:

**Dr. Zaránd Gergely**

**Dr. Oláh László**

**Dr. Molnár Dénes**



**KÓRODI BALÁZS***balazs.korodi99@gmail.com*

Fizikus

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Csanád Máté**egyetemi tanár, ELTE TTK**Kincses Dániel**doktorandusz, ELTE TTK*

---

### **A kétrészecske forrásfüggvény eseményenkénti vizsgálata nehézion ütközésekben az EPOS modellel**

Az elmúlt évtizedek egyik legfontosabb eredménye a nagyenergiás nehézion-fizika szempontjából a kvark-gluon plazma (QGP) felfedezése volt. Az anyag ezen különleges állapotában megszűnik a kvarkbezárás jelensége, ezáltal a kvarkok nincsenek hadronokba rendeződve. Ehhez hatalmas hőmérsékletre és nyomásra van szükség, amely természetes módon csak az Ősrobbanás utáni első töredékmásodpercekben állt rendelkezésre. A QGP ma már laboratóriumi körülmények között is vizsgálható nagyenergiás nehézionok ütköztetésével vagy ilyen ütközések pontos szimulációjával.

A nagyenergiás nehézionfizikai kutatások egyik fontos célja a QGP kifagyásakor keletkezett részecskék fázistérbeli eloszlásának (forrás) meghatározása. Kísérletileg ez nem vizsgálható direkt módszerekkel, ezért a leggyakrabban használt eljárás a kvantumstatisztikus korrelációk mérése. Az elmúlt évek eredményei rámutattak, hogy a forrás alakjára eleinte feltételezett Gauss-eloszlás nem írja le statisztikailag elfogadhatóan a kísérleti adatokat. Több olyan eredmény is született, ahol a forrás alakjára Lévy alfa-stabil eloszlás adódott, ezen eloszlás megjelenéséhez vezető okok azonban egyelőre nem tisztázottak.

Egy másik lehetőség a forrás vizsgálatára nehézion ütközések szimulációjában rejlik. Egyes eseménygenerátorokban, mint például az EPOS, rendelkezésre áll a részecskék összes tulajdonsága a kifagyás után, ezáltal a forrás közvetlenül rekonstruálhatóvá válik. Az EPOS modell egy több összetevőből felépített hibrid modell. A kezdeti állapot időfejlődését egy par-ton-alapú Gribov-Regge elmélet adja, amelyet egy hidrodinamikai evolúció követ, végül pedig a modell tartalmaz hadronizációt és hadron dinamikát is. A modellnek több szintje van, melyek különböző elméleteket vesznek figyelembe, ezáltal vizsgálhatók a Lévy eloszlás esetleges megjelenésének okai.

Tudományos diákköri munkám során az EPOS modellel generált 2,76 TeV energiájú ólom-ólom ütközések adatait használtam. Minden egyes esemény esetén külön-külön rekonstruáltam a pionok, a kaonok és a protonok pár-forrásfüggvényét, majd erre Lévy alfa-stabil eloszlást illesztettem. Azt tapasztaltam, hogy a modell összes szintjét együtt használva a Lévy-eloszlás az adatok pontos leírását adja. Megvizsgáltam továbbá az illesztés paramétereinek függését az ütközés centralitásától és a pár átlagos transzverz impulzusától.

**FEKÉSHÁZY LEVENTE***fekeshazylevente@outlook.com*

Fizikus

MSc, 4. félév

Debreceni Egyetem

Természettudományi és Technológiai Kar

*Témavezetők:**Sven-Olah Moch**egyetemi tanár, Hamburgi Egyetem**Somogyi Gábor**tudományos főmunkatárs, Wigner Fizikai Kutatóközpont*

---

**A CPT szimmetria használata elektron-proton ütközések magasabb rendű korrekciójának számolásához**

Ezen TDK dolgozatban a proton-proton ütközésben történő leptonpár keletkezés (Drell-Yan folyamat) és a részben inkluzív mélyen rugalmatlan szórás (Semi-Inclusive Deep Inelastic Scattering, SIDIS) duplán differenciális hatáskeresztmetszetei között kerestünk kapcsolatot a CPT szimmetria felhasználásával.

A kutatás motivációjául az szolgál, hogy egy ilyen leképezés birtokában a Drell-Yan folyamatra már ismert, magasabb rendű, perturbatív korrekciókból megkaphatóak lennének a SIDIS folyamathoz tartozó hasonló korrekciók; amelyek jelenleg ismeretlenek. Ehhez hasonló módszer már létezik az elektron-positron annihiláció és a mélyen rugalmatlan szórás között (Deep Inelastic Scattering, DIS). Egy ilyen számolás jóval egyszerűbbnek ígérkezik, mint a magasabb rendű korrekciók közvetlen kiértékelése a SIDIS folyamatra.

Kutatásaink során sikeresen megalkodtunk egy leképezést, aminek segítségével a Drell-Yan (DY) vezető renden túli első (NLO) hatáskeresztmetszetéből megkaptuk a Semi-Inclusive Deep Inelastic Scattering (SIDIS) NLO hatáskeresztmetszetet. Reményeink szerint ezen leképezéssel a vezető renden túli második rendű (NNLO) korrekciók is kiszámíthatóak, melyek még nem fellelhetőek a szakirodalomban.

**MOLNÁR MÁTYÁS***momaty@gmail.com*

Fizikus

BSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:  
Csanád Máté  
egyetemi tanár, ELTE TTK*

---

**Pszeudorapiditás-eloszlások mérése a STAR EPD detektorral 19.6 GeV és 27 GeV energián**

A kvark-gluon plazma (QGP) tulajdonságainak megismerése az Univerzum kezdeti állapotára ad visszatekintést, ez mutatja a létrehozására és vizsgálatára irányuló kísérletek jelentőségét. Az ilyen anyag azonban legalább körülbelül 150-200 MeV ( $\sim 2 \times 10^9$  K) nagyságrendű hőmérsékleten létezhet, így csupán nagy energiájú részecskegyorsítóknak tudjuk létrehozni, relativisztikus sebességre gyorsított részecskék ütközése során. Létrejötté után a QGP ugyanakkor szinte azonnal "kifagy", így tulajdonságaira, valamint a hadronikus anyaggá visszaalakulás mikéntjére csupán a kirepülő részecskékből következtethetünk, ezeket összetett detektorrendszerekkel mérhetjük. A visszaalakulást vizsgáló nehézion-fizikai kutatások során lényeges meghatározni a részecskekeltés pszeudorapiditástól való függését. Ennek pontos kísérleti ismerete ugyanis sarkalatos pontja az elméleti modellekkel való összehasonlításnak.

A RHIC (Relativistic Heavy Ion Collider) gyorsító STAR kísérletében 2018-ban telepített Eseménysík-detektor (Event Plane Detector, EPD) elsődleges célja a nevében is hivatkozott eseménysík meghatározása, ugyanakkor segítségével indirekt módon pszeudorapiditás-eloszlásokat is mérhetünk. Munkám során szimulált mérési adatok segítségével, egy iteratív kibontó (iterative unfolding) eljárást alkalmazva meghatároztam az EPD beütéseinek a bemeneti eloszlásokkal való kapcsolatát, és ennek segítségével pszeudorapiditás-eloszlást mértem, egyúttal a módszer szisztematikus hibáit meghatározva, azon motivációval, hogy adott esetben a mért eloszlásokat egy elméleti (relativisztikus hidrodinamikai) modellre illesztés segítségével értelmezni lehessen. Ez azért is fontos, mert ezen úttörő technika kidolgozásával a RHIC további nyalábenergiáin is lehetséges lesz ugyanezen mennyiség mérése. Ezáltal teljesebb képet kaphatunk arról, hogy egyes energiákon milyen folyamat során alakul a QGP hadronikus anyaggá, letapogatva ezzel az erős kölcsönhatást leíró QCD (kvantum-színdinamika) fázistérképét.

**KÓRODI BALÁZS***balazs.korodi99@gmail.com*

Fizikus

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:  
Csanád Máté  
egyetemi tanár, ELTE TTK*

---

### **Két és háromrészecske Bose-Einstein-korrelációk az LHC CMS kísérletében**

Az Ősrobbanás utáni első töredékmásodpercekben a hatalmas hőmérséklet és nyomás következtében a kvarkok nem tudtak hadronokba rendeződni, így a teret az úgynevezett kvark-gluon plazma (QGP) töltötte ki. Ilyen extrém körülményeket laboratóriumi környezetben csak a világ legnagyobb részecskegyorsítóiban tudunk előállítani, amikor szinte fénysebességre gyorsított nehézionokat ütköztetünk. A nagyenergiás nehézionfizikai kutatások egyik legfontosabb célja az ilyen ütközések során létrejövő QGP tulajdonságainak felderítése.

A kvarkanyag téridőbeli geometriájának megismerésében a legfontosabb módszer a Bose-Einstein-korrelációs függvények mérése. Ez az adott típusú elemi részecskék megkülönböztethetlenségén alapul, melynek köszönhetően megjelenik egy korreláció a QGP hadronizációja után kirepülő bozonok impulzusa között. Ezt nevezzük HBT-jelenségnek, illetve a megfigyelt korrelációt Bose-Einstein-korrelációnak. Kiderül az is, hogy a korrelációs függvény mérésével a forrás, jelen esetben a QGP geometriájáról, időbeli változásáról nyerhetünk információt. Ezzel a módszerrel tehát egy "mikroszkópot" kapunk, amellyel femtométer skálájú objektumokat vizsgálhatunk. Ebből eredően ezt a tudományterületet femtoszkópiának is nevezik.

Az utóbbi évek kutatásai rámutattak, hogy a forrás alakjára eleinte feltételezett Gauss-eloszlás nem megfelelő közelítés. Az egyre nagyobb mennyiségben rendelkezésre álló, egyre pontosabb adatokat az általánosabb Lévy-típusú eloszlás használatával sikerült leírni. A kétrészecske korreláció mérésével meghatározhatjuk a kétrészecske korreláció erősségét megadó paramétert, továbbá az eloszlás alakját jellemző Lévy-exponenst, valamint a forrás geometriáját jellemző homogenitási hosszt. Ezeket az eredményeket felhasználva, a háromrészecske korrelációs függvényekből megkapható a háromrészecske korreláció erőssége, valamint a rendszerben esetlegesen fellépő parciális koherenciát jellemző paraméter.

Tudományos diákköri munkám során az LHC CMS kísérlete által rögzített ólom-ólom ütközések adatait használtam. Az események megfelelő szelektálása után megmértem a két- és háromrészecske Bose-Einstein-korrelációs függvényeket különböző centralitás és átlagos transzverz impulzus osztályokban. Végül a kapott eredményekre Lévy-típusú forrást feltételező, a Coulomb korrekciót is tartalmazó függvényeket illesztettem. Az illesztések paramétereiből következtetéseket tudtam levonni a kísérlet során keletkezett QGP tulajdonságait illetően.

**HORVÁTH ANIKÓ***horvath.0.aniko@gmail.com*

Fizika

BSc, 5. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Frajna Eszter**fiatal kutató, Wigner Fizikai Kutatóközpont**Vértesi Róbert**csoportvezető, Nagyenergiás Fizikai Osztály, Wigner Fizikai Kutatóközpont*

---

**Nagyenergiás proton-proton ütközésekben keletkező bájos (C) kvarkok korrelációs vizsgálata szimulációkkal**

A Nagy Hadronütköztető ALICE detektora protonok és nehézionok ultrarelativisztikus energiájú ütközéseit vizsgálja. Az ütközések során egy sűrű, erősen kölcsönható közeg jön létre, amit kvark-gluon plazmának hívnak. Ennek a vizsgálatával betekintést nyerhetünk az erős kölcsönhatás működésébe. A nehézion-ütközéseknél a nehéz kvarkok közül általában csak a bájos (c) kvarkot és az alsó (b) kvarkot használják a folyamatok tanulmányozására. Ezek az ütközés korai fázisában keletkeznek, de elég hosszú ideig megfigyelhetőek maradnak ahhoz, hogy kölcsönhassanak a forró közeggel és a kísérletekben a bomlástermékeikből rekonstruálhatók. A kis ütköző rendszerek, mint például a proton-proton (pp) ütközések nagy végállapotú multiplicitás esetén a nehézion-ütközésekhez hasonló kollektív viselkedést mutatnak. Ennek az eredete nem tisztázott, ezért pp ütközéseket vizsgáltam.

A dolgozatomban egy Monte Carlo eseménygenerátorral szimulált adatokon a bájos kvarkok és bájos antikvarkok korrelációját vizsgáltam többféle esemény-jellemző (multiplicitás, gömbszerűség, lapultság) függvényében, különböző transzverzális impulzus tartományokban, és a partonszintű keletkezési folyamatok szerint is. Az eseménygenerátor beállításait változtatva a partonszintű folyamatok (sokparton-kölcsönhatás, kezdeti és végállapotú sugárzás) elemzésével megállapítottam, hogy az esemény lapultságának vizsgálatával a szimulációban a kollektivitásért felelős sokparton-kölcsönhatás és a kezdeti állapotú sugárzás hatása elkülöníthető a végállapotú sugárzástól.

**TÓTH ÁBEL***toth.abel.19@gmail.com*

Fizika

BSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:  
Katz Sándor  
intézetigazgató, ELTE TTK*

---

### **Axionmező szimulálása adaptív ráccsal**

Peccei és Quinn az erős CP probléma feloldására javasolták az axion nevű hipotetikus részecskét, ami, ha megfelelő a tömege, a sötét anyag meghatározó alkotóeleme is lehet. Az axionikus sötét anyag energiájának egy része a részecskét leíró komplex skalármező topologikus defektusaiban, nagyon kicsiny hurokban tárolódik. Emiatt a releváns méretek között akár harminc nagyságrend különbség is felléphet, ami megnehezíti a mező időbeli fejlődésének numerikus szimulálását, szélsőséges esetekben egyenletes ráccsal egyáltalán nem kapható pontos eredmény. A kutatásom során egy adaptív rácsot használó szimulációt írtam, amivel két dimenzióban a skálakülönbség ellenére is pontosan modellezhető az axionmező fejlődése. A szimuláció alapjául a quadtree algoritmus szolgál, aminek előnye egyéb (pl. háromszög-) rácsokkal szemben, hogy egyszerűen általánosítható három dimenzióra, ahol octree algoritmusnak hívják. Ez az algoritmus széles körben használt 2D és 3D grafikához, illetve videójáték motorokhoz, de legjobb tudásom szerint ez az első alkalmazása mezőelméleti szimulációra. A szimuláció megalkotásában a legnagyobb kihívást egy olyan diszkretizáció megtalálása jelentette, amivel az energia a rács időbeli változása ellenére is jól megmarad. A dolgozatomban kifejtem az erre adott megoldásomat, ismertetem az algoritmus működését, végül olyan folyamatokra is bemutatom a szimuláció jogosságát, amikre egyenletes rács már csak nehezen alkalmazható.

## TÉRELMÉLET

1. **Fitos Bence (BME - TTK)**
2. **Muneeb Mushtaq (ELTE - TTK)**
3. **Szepessy Dávid (ELTE - TTK)**
4. **Bene Róbert (ELTE - TTK)**
5. **Nagy Botond (BME - TTK)**
6. **Boldis Bercel (BME - TTK)**

A Zsűri tagjai:

**Dr. Kunszt Zoltán**

**Dr. Nándori István**

**Dr. Borsányi Szabolcs**

**FITOS BENCE***fitos5bence@gmail.com*

Fizikus MSc

MSc, 1. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Dr. Takács Gábor**egyetemi tanár, BME TTK*

---

**Integrálhatóságsértés vizsgálata önkölcsönható skalármező-elméletekben**

Napjaink fontos kutatási területét képezi az alacsonydimenziós kvantummező-elméletek statisztikus vizsgálata, melyekben a kvantum integrálhatóság sokrétű következménye tanulmányozható. Az integrálhatóság számos megkötést ad a rendszer egyensúlyi és nemegyensúlyi dinamikájára, melyek az integrálhatóság megsértésével megszűnnek, és kaotikus viselkedés lesz megfigyelhető.

Alacsonydimenziós kvantumtérelméletek paradigmaticus példái az 1+1 dimenziós önkölcsönható tömeges skalármező-elméletek. Ezen elméletek, egyszerű megfogalmazhatóságuk ellenére, mély betekintést engednek a kvantumtérelméletek komplex egyensúlyi és nemegyensúlyi dinamikájába. A kutatásomban a vizsgálatom alapjául a  $\Phi^4$  és  $\Phi^6$  önkölcsönható skalármező-elméleteket szolgálom. Az elméletek numerikus modellezéséhez a Hilbert-tér csonkolásán alapuló ún. csonkolt Hamiltoni módszert (Truncated Hamiltonian Approach, THA [1,2]) alkalmazom. A THA egy olyan nemperturbatív eljárás, mellyel az 1+1 dimenziós kvantumtérelméletek hatékonyan vizsgálhatók.

Megkülönböztethetünk integrálhatóságot gyengén és erősen sértő perturbációkat a véges térfogatban számolt energiaspektrumok statisztikus tulajdonságai alapján [3]. Megalapozott sejtésünk, hogy a  $\Phi^4$  és a  $\Phi^6$  elméletek integrálhatóságsértő tulajdonságaiban jelentős különbség mutatkozik, várakozásaink szerint előbbi gyengén, utóbbi erősen sérti az integrálhatóságot. A kutatásom fő célja ezen sejtés pontosítása és érvényességének meghatározása.

Az integrálhatóságsértő viselkedést az energiaspektrum statisztikus tulajdonságai alapján karakterizáljuk. Az egymást követő energiaszintek távolsága integrálható esetben Poisson, nem integrálható esetben Wigner-Dyson eloszlást mutat. Véges méretű rendszerben a perturbáció bekapcsolásával a két eloszlás közti átmenet folytonosan valósul meg, mely jellemzésével karakterizálhatjuk az integrálhatóságsértést.

[1] Slava Rychkov and Lorenzo G. Vitale. Hamiltonian truncation study of the  $\phi^4$  theory in two dimensions. , 91(8):085011, April 2015.

[2] D. Szász-Schagrín, I. Lovas, and G. Takács. Quantum quenches in an interacting field theory: Full quantum evolution versus semiclassical approximations. , 105(1):014305, January 2022.

[3] Dávid Szász-Schagrín, Balázs Pozsgay, and Gábor Takács. Weak integrability breaking and level spacing distribution. SciPost Physics, 11(2):037, August 2021.



**MUNEEB MUSHTAQ***bhatmuneeb007@gmail.com*

Fizikus

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Fodor Gyula**tudományos főmunkatárs, WIGNER Fizikai Kutatóközpont*

---

**Az ötödrendű Korteweg-de Vries egyenlet hullámszerű megoldása**

The famous KdV equation which is valid only for weakly nonlinear waves exhibits stationary travelling wave solutions which decays exponentially fast at large  $|x|$ . Due to various practical concerns, for instance to develop a model which takes into account higher nonlinear corrections, it is necessary to modify this equation. In the literature, it is known that the travelling solitary wave solution of the KdV equation cease to exist when modified by higher order dispersion effects, for instance, when we add a fifth derivative term multiplied by small parameter  $\epsilon^2$  to it. This modified equation is called "Fifth order KdV" (FKdV) equation modeling capillary-gravity waves when in addition to the gravity, the surface tension can also no longer be neglected. The FKdV equation admits solutions which have a well defined central core accompanied by infinitely long exponentially small oscillating tails. These solitary-type waves are referred to as weakly localized solitary waves.

The focus of our study are the stationary weakly localized solitary wave solutions of the FKdV equation when the fifth order derivative term is a small perturbation characterized by a small parameter  $\epsilon$ . Since the oscillatory tails are exponentially small, we applied the method of matched asymptotics in the limit  $\epsilon$  to 0. In this limit, the tail amplitude  $\alpha$  decreases exponentially with inverse of  $\epsilon$ . In order to verify our analytical results, we have developed a pseudo-spectral code to solve FKdV equation. The analytical and numerical results show good agreement. We also resolved a long standing discrepancy between perturbative and numerical results.

**SZEPESSY DÁVID***szepessy.david@gmail.com*

Fizika

BSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Cserti József**egyetemi tanár, ELTE TTK**Dávid Gyula**ny. adjunktus, ELTE TTK*

---

**Relativisztikus részecskék klasszikus mozgásának vizsgálata különböző tenzori rangú mezőkben**

A speciális relativitáselmélet születése után hamarosan kidolgozták a relativisztikus dinamika alapfogalmait (pl. négyesimpulzus, négyeserő), majd ezeket azonnal alkalmazták a legfontosabb, kísérletileg is ellenőrizhető esetre: az elektromágneses mezőben történő mozgás leírására. Elmaradt azonban a relativisztikus dinamika általános vizsgálata, annak elemzése, hogyan mozognak a részecskék más jellegű mező hatására, és hogy az elektromágneses esetből levont következtetések mennyire tekinthetők általánosnak. Ebben az irányban a döntő lépést Novobátsky Károly és Marx György tették meg az ELTE-n az ötvenes évek elején, eredményeik azonban a sajátos történelmi körülmények miatt nem váltak nemzetközileg ismertté.

A dolgozatban először szó lesz a Novobátsky és Marx által kidolgozott általános módszerekről, majd bemutatom ezen módszerek alkalmazását is: párhuzamos tárgyalásban ismertetem a skalár- és a vektormezőben, Kepler-jellegű centrális potenciálban mozgó részecske esetét. Az alapegyenletek fölírása és az ezekből levezetett mozgásegyenletek egzakt megoldása után ábrákon szemléltetem, hogy a hasonló képletek lényegesen különböző pályákhoz vezetnek. Bár a négyesvektor-mező speciális esete, a relativisztikus hidrogénatom-probléma esetében voltak korábban ismert eredmények, mindkét esetben sikerült érdekes újdonságokra bukkannom, melyek izgalmas ábrák segítségével a dolgozat végén szintén bemutatásra kerülnek. A skalármező esetében felfedeztem a taszítógömb létezését, amely a centrumhoz túl közel kerülő részecskét először fénysebességre gyorsítja, majd a vonzóerő a tömeg negatívvá válása következtében taszítóerőbe csap át, és a részecske pályáját konkáv alakítja. A relativisztikus elektrosztatikus esetben pedig megtaláltam a mozgásegyenlet olyan megoldását, amely speciális kezdőfeltételek esetén a centrumba spiráló pályát eredményez. Sem a konkáv pályák, sem a centrumba spiráló pályák nem szerepeltek korábban az irodalomban.

**BENE RÓBERT***robertbene97@gmail.com*

Fizika

BSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:  
Bántay Péter  
egyetemi tanár, ELTE TTK*

---

### **Gráfelméleti vizsgálatok konform térelméletekben**

Konform térelméletek dekonstrukciós hierarchiájának vizsgálata során felmerül egy dekonstrukciós háló nevű struktúra, mely ezen térelméletek mértékszimetriáinak vizsgálatában kulcsszerepet játszik. Ezen hálók előállítása korábban csak nagyon nagy számítási kapacitással közvetlenül a mértékszimetriák által volt lehetséges, azonban erre van egy másik út is a lokálitási gráfok és ezek deflációi, a lokálitási diagrammok használatával. Munkám célja megkeresni azon összes deflációt kis számú csúcspontig (7), melyek 2 dimenziós konform térelméleti modellek lokálitási gráfjaiból állnak elő és melyekből képzett háló a megfelelő módszerekkel egy-egy térelmélethez tartozó dekonstrukció hálót ad.

**NAGY BOTOND***nagyboti98@gmail.com*

Fizikus

MSc, 2. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Dr. Takács Gábor**egyetemi tanár, BME TTK*

---

### Hosszú élettartamú gerjesztések kölcsönható elméletekben

Hosszú élettartamú gerjesztett állapotok jelenléte jelentősen befolyásolhatja a vizsgált rendszer fizikáját. Jó példát adnak erre az ún. integrálható modellek, melyek egyik jellegzetessége, hogy bennük végtelen sok megmaradó töltés definiálható, melyek megakadályozzák a gerjesztett állapotok bomlását, mind a klasszikus, mind a kvantumos elméletekben. Ugyan a valós rendszerek dinamikája tipikusan nem integrálható, azonban sok esetben leírható egy integrálható modell perturbációjaként. Ha megsértjük az integrálhatóságot, a korábban stabil állapotok bomlani kezdenek. A dolgozatban ilyen, lassan bomló állapotok vizsgálatával foglalkozunk.

A dolgozat első részében klasszikus elméletekkel foglalkozunk. A fentiek fényében meglepőnek tűnhet, hogy még az erősen nem integrálható skalár elméletekben is léteznek anomálishan hosszú élettartamú konfigurációk, az ún. oszcillonok. Ezek térben lokalizált, időben koherensen oszcilláló mezőkonfigurációk, melyek a skalármező kisugárzásával bomlanak. Bomlásuk a rendszerre jellemző időskálához – az oszcilláció periódusidejéhez képest – rendkívül lassú. A tér dimenziószámától függően az oszcillonok kétféle bomlási mechanizmusa ismert; a hirtelen összeomlás és a „staccato” bomlás. Munkánk során ezen két bomlási mechanizmus dimenziófüggését vizsgáltuk, és amellet érveltünk, hogy a „staccato” bomlás az egy térdimenziós modellek sajátossága.

A dolgozat másik részében bemutatunk kétféle megközelítést az ún. sine-Gordon modellben található stabil lélegző állapotok bomlási rátájának kiszámítására, ha a modellhez egy további koszinusz potenciál tagot adunk. Az egyik módszer, a „form factor” perturbációs számítás, amely erősen kvantumos esetben is használható. A másik módszer az oszcillonok szemiklasszikus bomlási rátájának meghatározására használható. A dolgozatban megvizsgáljuk a két módszer konzisztenciáját a szemiklasszikus határesetben. Jelenleg olyan numerikus módszer kifejlesztésén dolgozunk, melynek segítségével az oszcillonok bomlási folyamata szimulálható. Ezzel ellenőrizhetjük a bomlási időre és mechanizmusra vonatkozó elméleti jóslatokat, illetve az elméleti leírásban nem elérhető paraméter tartományban is vizsgálatokat végezhetünk (erős integrálhatóság sértés, illetve nagy amplitúdójú oszcillonok).

**BOLDIS BERCEL***beres1000@gmail.com*

Fizikus

MSc, 3. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Dr. Lévay Péter Pál**tudományos főmunkatárs, BME TTK*

---

### **Ryu-Takayanagi összefüggés szegmentált húrokra**

A modern fizika egyik alapvető kérdése, hogy a gravitációs kölcsönhatás geometriai elmélete hogyan ágyazható be a mikroszkópikus jelenségeket leíró kvantummechanikába. A 20. század végén ezen kérdés megválaszolására született az úgynevezett húrelmélet. A húrelmélet egyik modern megközelítése az AdS/CFT megfelelés, amely kapcsolatot teremt a kvantumozott összefonódottság és a gravitáció jelenségei között. A megfelelés egyik eredménye az úgynevezett Ryu-Takayanagi összefüggés amely szerint egy tetszőleges dimenziójú aszimptotikusan anti-de Sitter tér minimális felületeinek nagysága arányos a tér egyel alacsonyabb dimenziós határán lévő konform térelmélet megfelelő tartományainak összefonódottsági entrópiáival. Dolgozatomban a Ryu-Takayanagi formulát felhasználva megmutatom, hogy egy hasonló összefüggés írható fel a három dimenziós AdS térben mozgó diszkrétizált húrok felületei és a határ vákuum állapotának összefonódottsági entrópiái között.

A dolgozat első felében ismertetem a Ryu-Takayanagi összefüggést, valamint bemutatom a háromdimenziós anti-de Sitter tér minimális felületeit. Ismertetem továbbá az AdS térben terjedő húrok mozgás egyenletét és kiszámítom azok szegmentált közelítésének felszínét. Végül speciális, sztatikus esetben, a Ryu-Takayanagi összefüggésen keresztül megmutatom, hogy ezek hogyan állnak kapcsolatba a határon lévő konform térelmélet összefonódottsági entrópiáival.

Ezek után ismertetem az általános elrendezést mind a szegmentált húrok, mind a minimális felületek, mind pedig az összefonódottság nyelvezetén és megmutatom, hogy a korábban levezetett összefüggések tetszőleges esetben fennállnak. Bemutatom, hogy a húrok mozgásegyenlete hogyan jelenik meg a határ résztartományainak kölcsönös helyzetében, valamint hogyan lehet a részrendszerek tetszőleges elrendezéséhez húr szegmenseket rendelni. Végül a húr hatás variálásán keresztül levezetek egy összefüggést a határ részrendszereinek összefonódottsági entrópiáira.

Dolgozatomban tehát az AdS térben terjedő húrok, az AdS tér minimális felületei és a határon élő CFT vákuum állapotának összefonódottsága között állítok fel kapcsolatot, valamint a Ryu-Takayanagi összefüggésből kiindulva levezetek egy formulát, amely szerint az AdS tér belső szegmentált húrok felületét egy duális térelmélet részrendszereinek összefonódottsági entrópiája határozza meg. Ez a dualitás tehát egy egyszerű példa arra, hogy bizonyos esetekben a téridő geometriája valóban kapcsolatba hozható a kvantumozott összefonódottsággal.

## A KÖRNYEZETTUDOMÁNY FÖLDTUDOMÁNYI ALKALMAZÁSAI

1. **Blumelhuber Flóra, Galló Csilla, Stefán Ábel**  
(Petrik Lajos Két tanítási Nyelvű Technikum)
2. **Kövér Regina (PE - MK)**
3. **Kónya Máté Bertalan, Turjanicza Boldizsár**  
(Lévay József Református Gimn. és Diákotthon)
4. **Kovács Gergely Attila, Sallai Edina Angéla, Szentesi Péter**  
(Petrik Lajos Két tanítási Nyelvű Technikum)
5. **Juhász Tamás (SOE - EMK)**
6. **Oláh Soma (ELTE - TTK)**

A Zsűri tagjai:

**Dr. Kiss Timea**

**Dr. Újvári Gábor**

**Dr. Bajnóczi Bernadett**

**BLUMELHUBER FLÓRA***blumelhuberflora@gmail.com*

Középiskolai hallgató

Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum

**GALLÓ CSILLA***gallocsilla.email@gmail.com*

Középiskolai hallgató

Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum

**STEFÁN ÁBEL***stefan.abel@petrik.hu*

Középiskolai hallgató

Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum

*Témavezetők:  
Gőgh Zsolt  
középiskolai tanár, K  
Kullai-Papp Andrea  
középiskolai tanár, K*

---

### **Az Aranyhegyi-patak részvízgyűjtőjének vizsgálata**

Az Aranyhegyi-patak a Pilisvörösvári-medence felszíni és felszínközeli vizeit összegyűjtő vízfolyás, amely Óbuda területén éri el a Dunát, lévén annak leghosszabb budai oldalon lévő kisvíz befolyása. Munkánkban a három fő irányból összeáramló patak északi részvízgyűjtőjét vettük alaposabb vizsgálat alá döntően térinformatikai módszerekkel. A terület felszínborítási elemzését a QGIS 3.4. térinformatikai szoftver segítségével végeztük el szakszerű módon, amellyel két patakág környezete területhasználatának arányairól kaphattunk részletes képet. Alaptérképként az hazai 1:10000-es felbontású EOTR bázis megfelelő szelvényeit alkalmaztuk. A vízgyűjtő részterület lehatárolásához az EU-HYDRO térképi adatbázist használtuk, a 3D-s képi megjelenítéshez az Európai Unió, un. EU-DEM (Digitális Magassági Modell) 25m-es élhosszúságú raszteres állományát építettük be. A felszínborítási kategóriák kijelölésénél a Copernicus Landsat tematikáját vettük alapul. A statisztikai kiértékelés után megállapítottuk, hogy, a vegyes erdők jelenléte mellett legalább olyan hangsúlyos a mezőgazdasági termelés, pontosabban a szántóföldi gazdálkodás területhasználata (1/3-1/3 rész).

Az elemzés valódi célja az volt, hogy esetlegesen magyarázatot tudjunk adni az élővizekben több ponton elvégzett kémiai vízvizsgálataink eredményeivel kapcsolatban. Az itt lévő patakágakban és a Házi-réti-tó vizében, továbbá a talajvíz mintában elvégzett műszeres analitikai vizsgálatok segítségével kimutattuk a szántóföldi gazdálkodás közvetlen élővizi környezetre kifejtett terhelő hatását. Az itt gazdálkodók ősztavaszi túlzott szerves anyag bevitele az ammónium-ion koncentráció határérték feletti mértékén keresztül látszik, amely az ökológiai egyensúly megteremtésének lehetőségét feltételező tavi életkörnyezet hatására sem mutat csökkenő tendenciát.

A jövőben további vizsgálatokat kívánunk végezni a szerves anyag beviteli források tekintetében (lovardák, komposztáló telep), illetve egy un. természetességi állapot felmérést folytatunk majd le az un. wetland-ek (Határréti-, Házi-réti-tó) környezetében.

Vizsgálati területünket néhány százalékban Natura 2000-es jogszabályi gazdálkodási keretek között művelt területek is borítják. Az erdős és legelős élőhelyek közül egy kisebb területet kiválasztva az NRMH módszer (Nagyfelbontású Repülőgépes Monitoring Hálózat) alapján térképezünk majd fel, hogy a természetességi mutatókat vizsgálva egy adatbázist hozunk létre.

**KÖVÉR REGINA***koverregina04@gmail.com*

Vegyész

MSc, 3. félév

Pannon Egyetem

Mérnöki Kar

*Témavezetők:**Dr. Pósfai Mihály**Egyetemi tanár, PE MK**Dr. Nyíró-Kósa Ilona**Tudományos főmunkatárs, PE MK*

---

**Polifoszfát szemcsék tavi környezetben**

A Balaton foszfor körforgalmának vizsgálata ökológiai szempontból kiemelt fontosságú. A kutatómunkám a 2019-es algavirágzás körülményeinek alaposabb megismerését igyekszik elősegíteni.

Az algavirágzás kiváltó oka nagy valószínűséggel az üledékben található foszfor felszabadulása volt, azonban a foszfor mobilizálódásának folyamata egyelőre nem tisztázott. Balatoni üledékben néhányszor 10 nm-es, foszfordús, Ca, Mg és egyéb elemeket is tartalmazó amorf szemcséket figyeltünk meg elektronmikroszkóppal. A vízi mikroorganizmusokban (pl. algákban) ezekhez a szemcsékhez hasonló összetételű, méretű és szerkezetű (amorf) polifoszfát zárványok képződnek. Munkám célja az algákban képződő polifoszfát zárványok elemi összetételének részletes vizsgálata mind foszforhiányos, mind foszforral jól ellátott körülmények között. Várhatóan az előbbi esetben a „metabolikus”, az utóbbiban a „raktározási” céllal készült polifoszfát szemcsék összetételét ismerhetjük meg.

Munkám során három különböző törzsből származó pikoeukarióta algában és egy pikocianobaktériumban található polifoszfát zárványok összetételét hasonlítottam össze. Ezen biogén zárványok képződését szabályozott körülmények között, a tihanyi Balatoni Limnológiai Kutatóintézet munkatársaival együttműködve idéztem elő. A törzsekből egy foszforban gazdag és egy foszforhiányos mintát készítettem, majd ezekről transzmissziós elektronmikroszkóppal (TEM), pásztázó módban készített energiadiszipatív röntgenspektroszkópos (EDX) elemterképek alapján elemeztem a szemcsék összetételét.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a mikroorganizmusokban képződött szemcsékben főként O, Na, P, Mg, K és Ca található (csökkenő koncentrációban). A minták atomszázalékban kifejezett Mg/Ca és (Mg+Ca)/P aránya eltérő adott törzs foszforgazdag és foszforhiányos tenyészetek között, azonban a kétféle állapot közötti trend nem azonos a különböző törzsekben. Ebből következően a tavi algák polifoszfát zárványainak összetétele nem ad egyértelmű információt a foszfordús vagy foszforhiányos állapotra vonatkozóan. A sejtekben lévő zárványok relatív P-tartalma nagyobb és Ca-tartalma kisebb, mint az üledékben található foszfordús szemcséké. Feltételezhető, hogy a sejtek pusztulása után a polifoszfát zárványok az üledékbe kerülnek, ahol foszfát ásványokká alakulnak. Az üledékes foszfát szemcsék biogén eredetét azonban csak további kísérletekkel lehet egyértelműen igazolni vagy cáfolni.

Kulcsszavak: Balaton, algavirágzás, biogén polifoszfát szemcsék összetétele



**KÓNYA MÁTÉ BERTALAN***konyamb@levaygimnazium.hu*

Középiskolai hallgató

Lévay József Református Gimnázium és  
Diákotthon**TURJANICZA BOLDIZSÁR***turjaniczab@levaygimnazium.hu*

Középiskolai hallgató

Lévay József Református Gimnázium és  
Diákotthon*Témavezetők:**Dóka Erzsébet**középiskolai tanár, Lévay József Református Gimnázium és Diákotthon**Dr. Fiser Béla**tudományos főmunkatárs, ME MAK**Hegy Flóra**ME MAK*

---

**P2P - Plastic to Protein**

A műanyagok gyártása terén kialakult új irányvonal, trend, vagyis a lebomló műanyagok előállítása mellett a már meglévő, sok problémát okozó műanyagok megsemmisítése, a hatékony hulladékkezelés még jó ideig központi témája lesz a kutatásoknak. Az élő organizmusok felhasználása a probléma megoldására néhány éve került előtérbe. Az elsődleges cél, vagyis a műanyagok lebontása mellett a lebontásért felelő élő szervezetek - mi esetünkben a lisztukacok - fehérjeforrásként, takarmányként történő felhasználása nagyon ígéretes iránya a fejlesztéseknek. Sikerült az irodalomban leírt kísérletek reprodukálása és megmutattuk, hogy a lisztbogár (*Tenebrio molitor*) lárvája, a lisztukac képes a polisztirol biodegradációjára, viszont nem az eredeti tanulmányban leírt mennyiségekkel, arányokkal. Vizsgáltuk továbbá a lisztukacok poliuretán bontó képességet is. További vizsgálatok szükségesek, hogy a visszamaradó/keletkező mikroműanyagok mennyiségét meghatározzuk. Általánosságban azonban elmondható, hogy a műanyaggal táplálkozó példányok morfológiai és etológiai változásokon mentek keresztül, de bizonyos mértékben sikeresen alkalmazkodtak a természetestől eltérő táplálékhoz és kis mennyiségben képesek a kísérlet során használt műanyagok biodegradációjára. Mindamellett a lisztukacok a polisztirol lebontására alkalmasabbnak bizonyultak, viszont általánosan elmondható, hogy mindkét műanyag biodegradációja során az élővilágban maradandó károsodás lép fel. A kutatásunk során alkalmazott technológia a globális műanyagproblémára jelenlegi eredményeink és kísérleteink alapján megoldást még nem kínál, viszont iránymutató trend lehet a további kutatások előtt.

**KOVÁCS GERGELY ATTILA**

Középiskolai hallgató

Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum

**SALLAI EDINA ANGÉLA***sallaiedina16@gmail.com*

Középiskolai hallgató

Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum

**SZENTESI PÉTER***szentesipeter2002@gmail.com*

Középiskolai hallgató

Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum

*Témavezetők:**Gőgh Zsolt**középiskolai tanár, Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum**Kullai-Papp Andrea**középiskolai tanár, Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum***Lebegő útanyag szemcse**

Az útfelületeken képződő, a gumiabroncsok kopásából származó mikro gumiszemcsék jelentős környezeti terhelést jelentenek, a szakirodalom legalább 30%-ra becsüli részarányukat a teljes, problémát jelentő mikroműanyagok mennyiségében. Immár negyedik esztendeje tartó projektünk korábbi szakaszában az útfelületen termelődő aggregátumok azon szegmensét vizsgáltuk, amelyek közvetlenül az élővizekbe kerülnek. Jelenlegi munkánk a levegőbe kerülő részarányt kívánta tisztázni.

A kopásból képződő mikro-halmazoknak tömegarányosan mindössze 2%-a kerül, legalább időlegesen lebegő állapotba. Ha azonban, az aggregátumok összetételére gondolunk, érthető, hogy veszélyességi fokát a fenti tömegaránynál jóval jelentősebbnek gondoljuk. Ennek negatív jelentősége hazánkban nem ismert, munkánknak ezért tényfeltáró szerepet szántunk.

Mintavételi helyszínként három, karakteresen eltérő pontot jelöltünk ki. Átlagos forgalmi leterheltségükben, szeles vagy szélárnyékos elhelyezkedésükben, az útfelülettől mérhető távolságukban adódik lényegi, mikrokörnyezetükben megfigyelhető különbségük. A vizsgálati helyszíneken mintavevőink segítségével vett mintasorozat, remélhetőleg sok összefüggésre fényt derít majd, kutatásunkban megkerülhetetlen a több hónapos, vagy egyéves időtartam.

Mintáinkat a német (VDI 2119:2013) szabványnak megfelelő Sigma-2 passzív pormintavevő segítségével gyűjtjük, két hetes periódusban. A vizsgálatokra előkészített lemezekre ülepedő szemcsék, így megfelelő védettséget kapnak az időjárási viszonyok ellen. A szabványos eszközzel vett minták értékelésével született eredmények, nemzetközi összehasonlításra is alkalmasak lesznek.

A mintavételezésen kívül, a komplex aggregátumoknak (TRWP) tekintendő szemcsék, minőségi meghatározását tűztük ki célul. Ebben, az általunk használt módszerek, a fénymikroszkóp, a polarizációs mikroszkóp és a pásztázó elektronmikroszkópos felvételek használhatónak bizonyultak, de a részecske morfológia fejlesztése a jövőben, még sok vizsgálatot igényel. A kémiai vizsgálatok terén, a tizedmikron méretben felvilágosítást nyújtó, EDX analitika, vizsgálati eredményeink alapján működőképesnek bizonyult. A lebegő szemcsék mennyiségi eloszlásának vonatkozásában, működőképes módszert kell találnunk, hogy az időjárási hatások tekintetében információval tudjunk előállni.

Elindítottuk, a növényesített zajvédő falak pormegkötő hatékonyságának vizsgálatát. Az előnevelt borostyánfalak tekintetében, a gyakorlati megvalósítás irányába kívánunk lépéseket tenni.

**JUHÁSZ TAMÁS***nustotice@gmail.com*

Erdőmérnöki

Osztatlan, 7. félév

Soproni Egyetem

Erdőmérnöki Kar

*Témavezetők:**Dr. Horváth Adrienn**egyetemi adjunktus, SOE EMK**Prof. Dr. Bidló András**egyetemi tanár, SOE EMK*

---

### **Az Által-ér mederanyag szennyezettségi vizsgálata**

A TDK dolgozatom fő célja az Által-ér potenciális toxikus elemakkumulációjának vizsgálata és általános talajtani jellemzése az ér partjából vett talajminták, illetve az érből vett üledék minták alapján a Bokodi Hőerőműtől a Dunaalmásig terjedő szakaszon, majd ezen keresztiszelvény pontok összességének a vizsgálata. Ezen kívül célom a TIM, azaz a Talajvédelmi Információs és Monitoring Rendszer Által-ér völgyi területére vonatkozó adatok hiányának pótlása..

Az ásványkincsek jelenléte együtt jár a talajban és az üledékben található nehézfémek alapkőzetekből történő kémiai kimosódásával, kiporzásával, melynek hatásai a lefolyás és a patakokból, vízgyűjtőkről történő vízelvezetés, valamint az ipari és a városi szennyvizek kibocsátásának eredményeként jelentkeznek. A vizsgálati területet az ipari tevékenység alapján választottam ki. A terület a Bokodi-tó kifolyójától a Bánhidai-tó befolyójáig tart. A vizsgált Által-ér hossza kb. 25 kilométer. A mintavételi pontokat egyenletesen osztottam el körülbelül 500 méterenként a vizsgálati területen ügyelve arra, hogy fontosabb befolyókhoz, kifolyókhoz és műtárgyakhoz legyen igazítva a hitelesség érdekében. Ahol sejteni lehetett bármiféle szennyezés jelenlétét, szempont volt a mintavételezés helyválasztásához. A helyszínen sodorvonal, holt-tér és talajminta lett gyűjtve, hogy megfelelően tanulmányozhassam az adott keresztiszelvény tulajdonságait. A talajlaboratóriumi vizsgálatokat a Soproni Egyetem Környezet- és Földtudományi Intézet Termőhelyismerettani Intézeti Tanszékének laboratóriumában végeztem el. A talajokban 8 toxikus elem vizsgálatát végeztem el ezek a kadmium, arzén, ólom, cink, réz, nikkel, kobalt, és higany voltak. Az eredményekkel kapcsolatban megjegyzendő, hogy a TIM pont rendszer ICP-s összes elem meghatározásra és a 6/2009-es földtani közegre vonatkozó rendelet határértékeire támaszkodik a kiértékelésnél. A kapott kézi XRF-el mért eredményeim kevésbé megbízhatók a műszer érzékenysége miatt, azonban a terület arzén szennyezettsége még egy ilyen kevésbé pontos műszerrel is kimutatható, tehát vizsgálataimat a minták ICP-s mérésével fogom folytatni az összehasonlíthatóság érdekében. Továbbá a Bokodi erőmű újraindításának lehetősége tovább növeli a területen a környezeti kockázatokat. A dolgozat eredményeit továbbítottam az érintett települések vezetőségei felé, valamint a vizsgálatokra engedélyt kiadó Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság részére további használatra.

**OLÁH SOMA***olh.soma@gmail.com*

Földtudományi

BSc, 5. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Mádlné Szőnyi Judit**habilitált egyetemi docens, ELTE TTK**Visnovitz Ferenc**tudományos munkatárs, ELTE TTK**Szijártó Márk**tudományos munkatárs, ELTE TTK*

---

**Minden csepp számít – célzott felszínalatti vízutánpótlás lehetőségének vizsgálata egy Duna-Tisza közti településen**

Kutatásom során a Duna-Tisza közti Homokhátságon, Kerekegyháza tapasztható felszínalatti vízszintsüllyedés megfékezésének lehetőségeivel foglalkoztam a földtudományok eszköztárának segítségével, a fenntartható fejlődés alapelveit szem előtt tartva. A kutatási területen az elmúlt évtizedekben elsősorban a klímaváltozás következményeként jelentős felszínalatti vízszintcsökkenést regisztráltak, jelenleg a vízszint mélysége a területen 5 - 7 m. A helyi vízmérleg javítása kulcsfontosságú, ezért olyan innovatív vízgazdálkodási technológiákat kell bevezetni, melyek segítségével elérhető a lehulló csapadékvíz vagy a vizes élőhelyek vízkészletének helyben tartása. Ebben jelentős szerepet játszhat a felszínalatti térrész, mert itt a víz a felszíni eredetű szennyeződéstől védettebben, csekély párolgási veszteség mellett, akár hosszú időn át is tárolható természetes módon. Elsősorban ezeknek az előnyöknek köszönhetően válnak világszerte egyre elterjedtebbé a célzott felszínalatti vízutánpótlás (Managed Aquifer Recharge – MAR) módszerei. Ez a módszer a felszínalatti térrész olyan tudatos vízutánpótlását jelenti, melyet későbbi vízkivétel vagy környezeti haszon céljából teszünk. További előnyei közé sorolhatjuk a felszínalatti vízszintsüllyedés megfékezését, a szárazság okozta sérülékenység csökkentését, a mezőgazdasági öntözéshez szükséges víz biztosítását, és a víztől függő ökoszisztémák védelmét (Dillon et al 2009; Gale 2005; Szabó et al 2018).

Kutatásom elsődleges célja a felszínalatti tározásra alkalmas víztartó zónák feltérképezése volt Kerekegyháza területén és közvetlen közelében. A felszínközeli geológiai környezet részletes megismeréséhez az irodalmi adatok mellett három fő adatrendszert használtam: 17 db vízföldtani naplóban lévő fúrási rétegsor adatait vizsgáltam meg; továbbá 13 db vertikális elektromos szondázás (VESZ) mérési adatait dolgoztam fel; emellett 4 db 2D elektromos ellenállás tomográfia (ERT) mérést végeztem. A litológiai és fajlagos elektromos ellenállás adatokat összegezve 4 db földtani szelvényt készítettem. A kutatás során használt összes információt egy 3D adatrendszerben foglaltam össze.

Munkám legfontosabb eredménye, hogy a település alatt 7 m mélységben egy aleuritréteg által fedett, 15 m vastag homokréteg található, amely fedett víztartóként szolgálhat a célzott felszínalatti vízutánpótlás számára.

A kutatás az Éghajlatváltozás Nemzeti Multidiszciplináris Laboratórium RRF-2.3.1-21-2022-00014 számú projekt keretében valósult meg.

## ALKALMAZOTT FÖLDTUDOMÁNYOK

1. **Peterlis Osamba (ME - MFK)**
2. **Krusóczki Anikó (DE - TTK)**
3. **Dévény Zoltán (ELTE - TTK)**
4. **Máté Lotti, Paik Renáta, Veres Péter  
(PTE Gyakorló Ált. Isk., Gimn. és Óvoda)**
5. **Klopp Bálint Dániel (OE - NIK)**
6. **Sipeki Lilla (ME - MFK)**
7. **Imre Marcell (PTE - TTK)**

A Zsűri tagjai:

**Dr. Pásztor László**

**Dr. Hatvani István Gábor**

**Dr. Sisák István**

**PETERLIS OSAMBA***peterosamba100@gmail.com*

Környezetmérnöki

MSc, 3. félév

Miskolci Egyetem

Műszaki Földtudományi Kar

*Témavezető:  
Dr. Fajtli József  
egyetemi tanár, ME MFK*

---

**Rheological investigation of fly ash – lime –mine water mixtures in rotational rheometer for the development of hydraulic backfilling technology**

The mining of sulphide ore at the Mátraszentimre mine ceased in 1986. Since then, acid mine water has been produced by the "acid rock drainage" (ARD) method. In order to prevent further damage, the previous mine had to be permanently closed. While technology for the backfilling of fresh fly ash has been developed, the Mátra Power Plant, which produces fresh fly ash, will soon cease production. As a result, the utilization of previously deposited fly ash is now mandated. Old fly ash-lime-mine water mixtures must be analyzed for their rheological properties in order to develop backfilling technology. In a rotational rheometer, mixtures of fly ash, lime, and mine water (FLM) will be subjected to rheological testing to achieve the study's primary objective. This will allow for the progression of hydraulic backfilling technology.

Using a rotational rheometer, the rheological properties of a mixture of fly ash, lime, and mine water were evaluated. This equipment measured both shear rate and shear stress. The Mátra Power Plant samples of fly ash were taken. In addition, sulphide mine water, calcium oxide (CaO), and carbide lime (KM) were also obtained. Moreover, the moisture content, particle size distribution, and particle density of the fly ash were analyzed because these variables are crucial to the development of the proposed technology. Due to the experimental rheological properties, the filling slurry's thixotropy, yield stress, and plastic viscosity were significantly altered, indicating that an increase in the amount of fly ash had a significant effect on these properties. Additionally, the FLM mixture's rheological properties were identical to those predicted by the Bingham model. The performance of the slurry developed as a result of increasing the concentration of fly ash. The nearly identical trend of the generated curves indicates that the age of the fly ash has no bearing on its utilization in backfilling technology. This conclusion is supported by the experimental data. Both newly produced fly ash and fly ash with a longer history can provide the necessary properties for the advancement of backfilling technology. Even if the company that produces sulphide no longer has access to a source of fresh fly ash, it can still continue the backfilling process by utilising older fly ash.

**KRUSÓCZKI ANIKÓ***aniko.krusoczki@gmail.com*

Geográfus

MSc, 1. félév

Debreceni Egyetem

Természettudományi és Technológiai Kar

*Témavezető:**Dr. Novák Tibor József  
egyetemi docens, DE TTK*

---

**Talajtulajdonságok vizsgálata fásított, gyep és szántóföldi hasznosítású szikes talajok feltalajában**

Dolgozatom témája a különböző hasznosítás alatt álló szikes talajok feltalajának vizsgálata, illetve ezek egymással történő összehasonlítása. Két mintavételi helyszín segítségével igyekszem bemutatni, hogy miként befolyásolja a szántóföldi, illetve az erdősítéssel történő hasznosítás a szikes talajok legfontosabb tulajdonságait.

Témaválasztásom indoka, hogy az Alföldünkön jelentős kiterjedésben előforduló problémának tekinthető a szikesedés és a szikesek gazdasági hasznosíthatósága.

Dolgozatom első részében röviden bemutatom a szikes talajok kialakulását, típusait, valamint hasznosításuk történeti áttekintését. Ezt követően a második részben a dolgozatom vizsgálati módszereire térek át. Elsőként a talajmintavételi helyszíneket mutatom be, majd a vizsgálat során alkalmazott terepi mintavételi és laboratóriumi módszereket. A laboratóriumi eredmények kiértékelésével választ keresek dolgozatom kérdéseire, nevezetesen, hogy miként alakul a szikes talajú szántóföldek, gyepterületek feltalajában lévő szerves széntartalom fásítást követően a felső talajrétegben.

**DÉVÉNY ZOLTÁN***devenyzoli99@gmail.com*

Geográfus

MSc, 9. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Jakab Gergely**Címzetes egyetemi docens, ELTE TTK*

---

### **A művelés elhagyásának hatása a talaj szerves anyagára**

Az éghajlatváltozás korunk legnagyobb, világméretű kihívása, mely holisztikus és azonnali, ugyanakkor fenntartható és gazdaságos választ igényel. Dolgozatomban egy természetközeli kezelési lehetőséget, a művelés alól kivont földterületek szénelnyelő képességének kiaknázását vizsgáltam meg.

A talajok állapotát az intenzív művelési eljárások súlyosan lerontották, ennek következtében pedig nagy szénmennyiség veszett el a talajokból. Ezzel a talajok közel egyensúlyi szénháztartása felborult és egy új, alacsonyabb széntartalmú állapot állt be. A régi egyensúlyi állapot visszaállításának egyik módja a művelés felhagyása az adott területen. E módszerrel elméleti síkon már régóta számolnak, azonban mind a mai napig kevés ismeretünk van a gyakorlat tekintetében főleg a felhagyott talaj szerves széntartalmának (OC) összetételéről.

Kutatásomban egy Magyarországon egyedülálló területen vizsgáltam meg: egy 12 éve felhagyott művelésű terület, illetve a közvetlen környezetében található szántó és ösгыep talajának szerves anyagtartalmát (OM). A labormunka során elválasztottam egymástól az iszap-agyag és a homok-aggregátum frakciókat, így a stabil és a labilis OC változásaira külön-külön nyílt rálátásom. Az általános talajtulajdonságok (szemcseméret-összetétel, pH, EC, CaCO<sub>3</sub>, C:N, TC, OC) mellett a OM összetétel becslésére FTIR vizsgálatnak is alávettem a mintáimat.

A feltalaj OC tartalma szignifikánsan növekedett a visszagyepesedés hatására (2,2%) a szántóhoz (1,8%) képest, de még messze nem érte el az ösгыep értékét (3,3%). A növekedés elsősorban a mobilis OM raktárat érintette, az eltelt idő nem volt elég a stabil raktárak újratöltéséhez. A szántón az aggregátumokban minimális volt az addicionálisan eltárolt OM, a visszagyepesített terület és különösen az ösгыep esetében az aggregátumok jelentős mennyiségű labilis szervesanyagot tároltak. A C:N arány nem függött össze az OM összetételével, ellenben az egyes területhasznosítási módok befolyásolták a OM összetételét. Összességében, már az eltelt 12 év alatt is jelentős mennyiségű szén kötődött meg a művelés felhagyásával, ugyanakkor a megköthető kapacitást, különösen a stabil raktár tekintetében, még nem sikerült elérni.



**MÁTÉ LOTTI***mate.lotti.luca@gmail.com*

Középiskolai hallgató

Pécsi Tudományegyetem Gyakorló Általános Iskola, Gimnázium és Óvoda Babits Mihály Gimnáziuma

**VERES PÉTER***vpverespeter@gmail.com*

Középiskolai hallgató

Pécsi Tudományegyetem Gyakorló Általános Iskola, Gimnázium és Óvoda Babits Mihály Gimnáziuma

**PAIK RENÁTA***paik.renata@gmail.com*

Középiskolai hallgató

PTE Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium Babits Mihály Gimnázium

*Témavezetők:**Pandur Anett**középiskolai tanár, Pécsi Tudományegyetem Gyakorló Általános Iskola, Gimnázium és Óvoda Babits Mihály Gimnáziuma**Pozsár Sándor**bányamérnök, KŐKA Kő- és Kavicsbányászati Kft.**Czigány Szabolcs**egyetemi docens, PTE TTK**Balogh Richárd**tudományos segédmunkatárs, PTE TTK***A komlói andezitbánya rekultivációja. A rekultivált területek talajtani vizsgálatai**

Az elmúlt két évben közel tíz bányát látogattunk meg az ország különböző pontjain, melyek közül négy mecseki bányát áthatóbban is tanulmányoztunk. Kutatásaink a bányák rekultivált területeinek talajtani vizsgálatára, a rekultivációs módszerek és azok hatékonyságának összevetésére irányultak. Összehasonlító megfigyeléseink során a talaj regenerálódó képességére koncentráltunk. Szerettünk volna megbizonyosodni arról, hogy a tájrendezés, valamint növénytelepítés valóban megfelelően szolgálja a környezet igényeit. A bányák különböző pontjain mintavételezést végeztünk. A rekultivált területek mellett kontrollmintákat is gyűjtöttünk, hogy képet kapjunk a természetes és a mesterségesen kialakított felszínek közötti különbségekről.

Laboratóriumi vizsgálataink során a minták nedvességtartalmát, pH-értékét, humusztartalmát, mésztartalmát analizáltuk. A talajok textúrájának elemzésére kétféle kísérleti módszert is alkalmaztunk. A szemcseméret eloszlás adataiból a szemcsefrakciók egymáshoz viszonyított arányát állapítottuk meg. míg az Arany-féle kötöttségi számból következtethettünk a talajaink fizikai típusaira.

A laborkísérleteink igazolták, hogy a rekultivációs tevékenységek függvényében a területek viszonylag gyorsan regenerálódnak. A mesterségesen kialakított térrészek beilleszkednek az eredeti, természetes környezetbe. A növényzet a korábban bányaművelés alatt álló térségeket képes visszafoglalni, a szukcesszió a vártnál előrehaladottabb értéket mutat. Eredményeink igazolták, hogy a komlói bánya intézkedései a legkedvezőbbek a természet számára. A mesterséges vízzáró réteg

kialakítása és a trágyázás, biztosítja a szükséges vízháztartást és tápanyagtartalmat, elősegíti a szukcessziót már a folyamat kezdetleges szakaszában is.

A jelenlegi tendenciákból arra következtetünk, hogy a tájsebek hamar mérséklődnek, és a természet teljes mértékben visszahódítja az egykor bányaművelés alatt állt területeket. A tapasztalataink alapján a bányák képesek a tevékenységükből adódó károk helyreállítására, ha megfelelő hangsúlyt fektetnek a rekultiváció megtervezésére és végrehajtására. A jövőben a dél-dunántúli bányák szélesebb körére kívánjuk kiterjeszteni kitérőnk.

**KLOPP BÁLINT DÁNIEL***kloppbalint@gmail.com*

Mérnökinformatikus

BSc, 9. félév

Óbudai Egyetem

Neumann János Informatikai Kar

*Témavezető:  
Prof. Dr. Szénási Sándor  
egyetemi tanár, OE NIK*

---

### Folyóvizek felszínformáló erejének modellezése

A víz viselkedésének, mozgásának, munkájának szimulálása régóta népszerű téma az informatika területén. A legvalóságosabb megoldást a részecskealapú rendszerek jelentik, ugyanakkor ezeknek van a legmagasabb számításigénye is. Ez olyan nagy teljesítményű, költséges hardware-t igényel, ami a mindennapi felhasználók számára nem érhető el. Sok megoldás született a víz eróziós munkájának bemutatására, viszont ezek elérése nehézkes, valamint a felhasználó csak korlátozottan tud beavatkozni a program működésébe.

Célom a már létező modellező programokkal szemben a felhasználóbarát felület kialakítása, az egyszerű alkalmazhatóság, akár a köz-, felső-, és távoktatásban, valamint kutatások területén is, interaktív framerate mellett.

A TDK dolgozat egy, a víz eróziós és depozíciós munkájának valószerű, 3D környezetben való szimulálását mutatja be. A víz viselkedését a hydrostatic pipe-model írja le. Ez a modell 2D-ben dolgozik az adatokkal  $O(n^2)$  futásidővel. A szimulált területet rektilineáris oszlopokba rendezi, egy oszlop tárolja a talaj és a víz fizikai jellemzőit, a szomszédos oszlopok kölcsönhatása valóságos viselkedést eredményez. Ezek a számítások jól paralellizálhatók, ezért a modell GPU-n könnyen implementálható. A szimuláció HLSL nyelvű computeshaderek kernelén fut. Ez a megvalósítás lehetővé teszi, hogy régebbi számítógépeken is használható legyen a program. A teljesen elkülönített a szimulációs rétegnek köszönhetően megfelelő földrajzi-matematikai (és minimális informatikai) ismeretek birtokában a program bővíthető, módosítható.

A hardware követelményeken túl fontos, hogy a program különböző rendszereken is futtatható legyen. Ezért esett a választás a Unity Engine-re. Ez egy valószerű fejlesztői környezet, rugalmas, platformfüggetlen, a fejlesztés gyors, minden szükséges eszközt egy helyen biztosít.

A megvalósult program egyszerűen kezelhető, különböző hardware-software architektúrákon futtatható, további fejlesztési és integrációs lehetőségeket is magában rejt.

**SIPEKI LILLA***sipeki.lilla@gmail.com*

Műszaki földtudományi

BSc, 9. félév

Miskolci Egyetem

Műszaki Földtudományi Kar

*Témavezető:**Dr. Kristály Ferenc**tudományos főmunkatárs, ME MFK*

---

**Kőzet nanoőrlemények hatása a kukorica elemfelvételére és biomineralizációjára**

Egyetemi tanulmányaim során lehetőségem nyílt részt venni a „Tématerületi Kiválósági Program 2020” „Társadalmi hasznosságot növelő fejlesztések a hazai felszín alatti természeti erőforrások hatékonyabb kiaknázása és hasznosítása területén” projektjében. Feladatom az ásványok és növények kölcsönhatásának a kutatása volt, különös tekintettel az ásványi talajjavítók kémiai elemeinek felvételére és hatásukra a szerves anyag fejlődésére. A kutatáshoz kísérleti növényi anyagokat állítottam elő, majd ezeket vizsgáltam kémiai, mikroszerkezeti és ásványtani összetétel szempontjából.

TDK dolgozatomban a kutatás kukoricára kiterjedő részét mutatom be, melynek során a ME-ÁFI laboratóriumában végeztem kísérleteket. Először termőtalajba ültetett kukoricát kezeltem riolit és andezit nanoőrölt szuszpenziójával egy desztillált vizes kontrollcsoporttal párhuzamosan, majd ezt pamut vattakorongokon ismételttem meg. A termőtalaj XRD vizsgálata során kvarcot, kalcitot, ortoklász és albitot azonosítottam, agyagfrakciója jelentős amorftartalommal rendelkezett, duzzadó agyagásványok, illit és kaolinit volt jelen benne. A fiatal növényeket kiszárítottam és külön vizsgáltam levelüket, szárukat és gyökerüket. Az XRD eredmények alapján a vattakorongos csoport kevesebb elemet vett fel, míg a talajon nőtt növények több kristályos anyagot tartalmaztak. A legintenzívebb biomineralizáció a levélben történt, ahol cristobalit és K-nitrátok is jelentős mennyiségben fejlődtek ki.

SEM-EDX vizsgálattal a növényi anyagban a rostok mentén és a hancsedények falán képződött kristályokat figyeltem meg. A biomineralizált anyagok jelentős része vízoldható, ezért desztillált vízben kiáztatást végeztem, a keletkező oldatban pedig megtaláltam az XRD és SEM+EDX által jelzett kationokat, illetve egyéb felvett tápelemeket is. A kőzetőrlemények hatása a biomineralizáció segítségével jól kimutatható, a felvett tápelemek jelentős része vízoldható formában van jelen, ezeket ásványokhoz is lehet kötni.

**IMRE MARCELL***imre.marci0903@gmail.com*

Földrajztanár - nemzetiségi német nyelv és

kultúra tanára

Osztatlan, 5. félév

Pécsi Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Dr. Czigány Szabolcs**egyetemi docens, PTE TTK*

---

**Felszínhasználati módok fenntarthatóságának hidrometeorológiai vizsgálata aszályveszélynek kitétt talajokon**

A klímaváltozás hatásai egyre jobban érzékelhetők időjárási szélsőségek formájában. Hazánkban ezen extremitásokat leginkább az aszályos állapotok jelentik. Míg talajaink kimondottan alkalmasak az agrárium számára, az éghajlat gyakran állítja kihívás elé a gazdálkodókat. A szubhumid kontinentális éghajlaton végzett mezőgazdasági tevékenység különösen érzékeny a talajok nedvességdinamikájára, mely jelentős hatással van a termesztett növények minőségére és terméshozamára. Az aszályok szakszerű vizsgálatához tisztázni kell annak pontos meghatározását, és egyértelműen el kell különíteni az általános szárazságtól. Az aszályosság mértékének meghatározására különböző indexek állnak rendelkezésre az egészen egyszerű ariditási indextől az összetettebb, paramétereket is alkalmazó mutatókig, mint a Pálfai-féle aszályindex, a Hungarian Drought Index, vagy a Thornthwaite-típusú evapotranspiráció. Kutatásom célja egy legelő, egy szántóföld és egy gyümölcsös vályogtalajainak talajnedvesség-dinamikájának összehasonlítása volt, mely főként a talajnedvesség és a mátrixpotenciál értékek hosszútávú megfigyelésén alapult. Ezen adatok alapján a különböző felszínhasználati módok fenntarthatóságát és nedvességszolgáltató szempontú kiegyensúlyozottságát vizsgáltam. A kutatás rávilágított, hogy nem határozható meg egy egyértelműen optimális felszínhasználat-típus, viszont jól körvonalazhatók az egyes típusok veszélyei és kihívásai, valamint előnyei és lehetőségei. Látható volt, hogy a legelőt érintette legkevésbé gyakran az aszály, azonban amikor mégis előfordult, a kutatás legsúlyosabb értékeit produkálta. A szántóföld és a gyümölcsös nagyobb ingadozást mutatott a talajnedvesség és a mátrixpotenciál értékek tekintetében, mégis egyes aszályindexei a legelőnél is kedvezőbbek voltak. Az aszályokkal szembeni küzdelem a régmúltban is súlyos károkat okozott a társadalom számára, azonban napjaink technológiája és kutatási módszerei lehetőséget nyitnak az aszályok előrejelzésére, megelőzésére, bekövetkezése esetén a károk minimalizálására. A részletes és helyspecifikus hidrometeorológiai vizsgálatok támpontot biztosítanak a mezőgazdaság számára a megfelelő felszínhasználati módok megválasztásában.

## ÁSVÁNYTAN ÉS TELEPTAN

1. **Lipp Kristóf (ELTE - TTK)**
2. **Ladányi Lili (SZTE - TTIK)**
3. **Mohamed Abdelnaby Oraby (ME - MFK)**
4. **Pozsár Attila (SZTE - TTIK)**
5. **Salamon Botond (ELTE - TTK)**
6. **Fodor Péter (ME - MFK)**
7. **Szeleccki Balázs (ME - MFK)**

A Zsűri tagjai:

**Dr. Rózsa Péter**

**Dr. Jáger Viktor**

**Dr. Kovács János**

**Dr. Márton István**

**LIPP KRISTÓF***lipp.k.01@gmail.com*

Geológus

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**B. Kiss Gabriella**egyetemi adjunktus, ELTE TTK*

---

### **A rudabányai szfalerit genetikai vizsgálata**

A mezozoós tengeri üledékes kőzetek által befogadott Rudabánya a vasércesedéséről ismert, de az újabb kutatások alapján polimetallikus jelleget is mutat. Mai ismereteink szerint az ércesedés több, egymást felülbélyegző esemény során jött létre: (1) korai, rétegtani szinthez kötött Pb-Zn ércesedés; (2) metasomatikus sziderit magasabb rétegtani szinten elhelyezkedő dolomitban; (3) Cu-Pb-Ba-Ag ércesedés a dolomit és a pala kontaktusa mentén; (4) szupergén dúsulás a primer ércek fölött; és (5) fiatal, alacsony hőmérsékletű hidrotermás Hg-As-Sb-Ag dúsulás. A korábbi kutatások által bemutatott, kétféle genetikájú ((1) feltehetően SEDEX és (3) feltehetően MVT) szulfidércesedésre hasonló ásványtársulás jellemző. Az (1) típushoz tartozó ásványkiválások főként a pélyes-szilicklasztos alsó-triász kőzetekben jellemzőek, míg a (3) típus ércképződése a vetőzónához köthető, érkitöltő, vagy breccsás lehet. Dolgozatomban e két érc típusra fókuszáltam, mivel a genetikájukkal kapcsolatban számos kérdés merül fel, képződésük körülményeik részleteiben nem ismertek. Terepi megfigyeléseket és fúrómag mintázást végeztem, majd műszeres (átéső- és ráeső fényes mikroszkópia, SEM-EDS és EPMA) vizsgálatokkal próbáltam a Pb-Zn ércek képződési körülményeit rekonstruálni. A mikroszkópos megfigyelések segítségével szöveti bélyegek szerint jól elkülöníthető a két érc generáció. A rétegtani szinthez kötött (1) érces zónában a galenit és a szfalerit tömeges, durvakristályos megjelenésű, a pirit lehet framboidális, illetve euhedrális is. Szöveti bizonyítékok alapján a pirit végigkísérte az ércesedést, míg a szfalerit korai, a galenit későbbi és a barit a végső kiválási termék. Megfigyelhető a galenit cerusszittá, ill. helyenként a szfalerit smithsonittá alakulása. Meddő ásványként kvarc és különböző rétegszilikátok vannak jelen. A (3) ércesedés galenit és szfaleritje ezzel szemben tömeges, finomszemcsésen jelenik meg, a korai hintett pirit durvakristályos, míg a barit késői térkitöltő fázis. Meddő ásványként zónás karbonátok (dolomit, magnezit, ankerit), kalcit és kvarc fordul elő. A két típus ásványainak összetételében is eltérés mutatkozik; az (1) típus szfaleritje alacsonyabb vastartalmú, mint a (3) típusé. A (3) típus szulfidásványainak korábbiaknál részletesebb EPMA elemzése alapján alátámasztható a korábban feltételezett MVT s.l. (ún. Alpi-típusú Pb-Zn) teleptípusba sorolás, illetve a képződési hőmérsékletről (100-250°C) és a rendszer szulfidizációs fokáról is információt szerezhetünk.

**LADÁNYI LILI***lili99ssu@gmail.com*

Földtudomány

MSc, 3. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezetők:**Dr. Schubert Félix**egyetemi adjunktus, SZTE TTIK**Hrabovszki Ervin**tudományos segédmunkatárs, SZTE TTIK*

---

### **Töréses és képlékeny szerkezeti elemekhez kapcsolódó érrendszerek és a fluidummigráció nyomai az óbányai Öreg-patak völgyben (Kelet-Mecsek)**

A Mecsek-hegység területén az elmúlt évtizedekben számos kutatás igazolt triász és jura képződményekben szénhidrogén-tartalmú paleofluidum migrációs nyomokat. Ezen szénhidrogén-tartalmú fluidummigráció által érintett területek északi határa Pécsváradnál húzódott. Az ettől északabbra elhelyezkedő óbányai Öreg-patak völgyében végzett terepi megfigyeléseink során olyan kalcit anyagú repedéskitöltésekre bukkantunk, amelyekben kőolaj-tartalmú fluidumzárványok jelennek meg. Az ÉK–DNy-i irányban húzódó völgy — a feltártsági viszonyokból fakadóan — ideális mintaterületnek tekinthető az egykori migrációt lehetővé tevő repedésrendszerek vizsgálata szempontjából. Kutatásunk során klasszikus szerkezetföldtani módszerek alkalmazásával kíséreltem meg rekonstruálni a völgyben kibukkanó képződmények szerkezetfejlődését. A korábbi terepi felméréseink során begyűjtött kőzetminták makroszkópos megfigyelésén túl — amely során három kalcit ércsoportot különítettem el — polarizációs-, katódlumineszcens- és UV-fluoreszcens mikroszkópos vizsgálatokat végeztem. A mikroszkópos vizsgálatok eredményeként a makroszkóposan megfigyelt ércsoportokat öt kalcit érgenerációba soroltam: Cal<sub>T</sub>, Cal<sub>MT</sub>, Cal<sub>BRE</sub>, Cal<sub>MP</sub> és Cal<sub>ROS</sub>. A Cal<sub>T</sub> érgenerációra jellemző a repedésképződés és bezáródás (crack-sealing) típusú érfejlődési mechanizmus által kialakult mikroszerkezet. A Cal<sub>MT</sub> érgenerációra a megnyúlt tömbös kalcit szemcsék jellemzőek, amelyek egymással párhuzamos zónákban helyezkednek el. A Cal<sub>BRE</sub> érgenerációban mellékkőzet klaszterek figyelhetők meg, amelyek — sajátos módon — gömbölyded alakú halmazokba tömörülnek. A Cal<sub>MP</sub> érgenerációt döntően mag-perem mikroszövetet mutató szemcsék építik fel, ahol a kalcit szemcsék peremi része egyfázisú fluidumzárványokban gazdag, míg a mag zárványokban szegény. A Cal<sub>ROS</sub> generáció 2 mm-nél vékonyabb, egymással közel párhuzamos lefutású erek formájában jelenik meg a völgyben. A kalcit érgenerációkban egy- és kétfázisú fluidumzárványok együttesek figyelhetők meg.

A völgy területén előzetesen azonosított deformációs események (redőződés és balos eltolódás) orientációs adatait mikroszkópos, illetve fluidumzárvány petrográfiai megfigyelésekkel egészítettem ki. Ezen adatok ismeretében megkíséreltem felvázolni a völgyben kibukkanó képződmények szerkezetfejlődését és fluidummigráció-történetét. A szerkezetfejlődési modell további pontosítását a jövőben fluidumzárvány mikrotermometriai- és stabilizotóp-arány mérésekkel szeretném elvégezni.



**MOHAMED ABDELNABY ORABY***ma7amedoraby70@gmail.com*

Földtudományi mérnök

MSc, 3. félév

Miskolci Egyetem

Műszaki Földtudományi Kar

*Témavezető:**Dr. Földessy János**professzor emeritus, ME MFK*

---

**Arany és ezüst – egy pár vagy két szingli? — nemesfémek geokémiai vizsgálata a rudabányai ásványosodásban**

Rudabánya is an ore province in Hungary known for its iron ore deposits and has been explored for iron ore, base metals, and silver, with one study of gold recommending sediment-hosted epithermal gold origin (Korpás et al., 1999).

New explorations targeted base metal, silver, and barite resources (Földessy et al., 2010). But failed to find gold using the classic epithermal model in dolomite and limestone hosts. Földessy et al. (2014) reported strong Au anomalies in sedimentary siderite. My study aims to examine the geochemical behavior of Au and Ag and the area's gold mineralization potential.

Rotaqua KFT provided three datasets. Explorations between 2008-2019 produced these. The first dataset (Nr1) includes B-level soil geochemical data covering Lower and Middle Triassic sediments, plus a thin slab of Miocene rocks on the eastern border. The second dataset (Nr2) covers B-level soil over Pannonian and Pliocene sediments. The third dataset (Nr3) contains assay data from 23 boreholes. The Nr1 and Nr2 datasets were analyzed statistically, while the Nr3 dataset was used to review the gold-enriched intersections and support the interpretation of surface data.

ioGAS software utilized to find correlations and potential geochemical signatures of gold and silver mineralization in Rudabánya through techniques like correlation analysis, PCA, and statistical and spatial distribution analysis.

The results showed that Au has no meaningful correlation with any elements in either dataset, meaning the source is possibly not a typical epithermal gold type, in which Au, Ag, Hg, Tl, As, and Sb are the key pathfinders. The Ag has close correlations with Pb, Sb, Hg, and Cd, V in both datasets. In the Nr1 area, Ag also showed correlations with As, Zn, Cu, Na, and W, while in the Nr2 area, it showed correlations with Ba, In, and S. The Au is enriched as primary enrichment (underground) in siderite bodies in the Nr3 datasets, whereas the Ag is enriched parallel with the same associated elements and especially linked to Pb. In the Nr2 area, the anomaly maximums are a magnitude lower than in the Nr1 area, except for Ba and Cd. Also, the correlation of Ag with the pathfinders is weaker in this dataset indicating that young sedimentary cover may effectively mask ore-derived anomalies of the bedrocks.

Results provide new insight into the geochemistry of gold and silver in Rudabánya, suggesting different origins for mineralization. This may provoke future exploration efforts in the area.

**POZSÁR ATTILA***pozsarattila8@gmail.com*

Földtudomány

MSc, 1. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezetők:**Dr. Raucsikné Dr. Varga Andrea  
egyetemi adjunktus, SZTE TTIK**Dr. Raucsik Béla  
egyetemi adjunktus, SZTE TTIK*

---

**A turmalin petrogenetikai indikátor szerepe hegyes-hegységi kőzetekben**

A cikloszilikátok közé tartozó turmalin nagy stabilitásának köszönhetően, továbbá a kristályon belüli elemdiffúzió elhanyagolható mértéke miatt jól dokumentálja azt a képződési környezetet, ahol létrejött. Az Erdélyi-középhegységhez tartozó Hegyes-hegységből már 1876-ban Lóczy Lajos leírt turmalin előfordulásokat, majd későbbi kutatások során megállapították, hogy kontakt metamorf hatásra, greizenesedés során egyes kőzettípusokban turmalin is képződött.

A dolgozatomban bemutatásra kerülő turmalintartalmú kőzetmintákat a Hegyes-hegység északnyugati részén (Kovácsi/Covási település) gyűjtöttem. Kőzettanilag granitoid- és aplitos-, továbbá pegmatitos jellegű kvarc-földpát érkítőltésből és szaruszirt kőzetekből származó előfordulásokat írtam le. A turmalinok megjelenésük alapján makroszkóposan fekete színűek, nagyrészt sugaras fészkekben, tömeges halmazok formájában jelennek meg. Egyes szaruszirt példányokban hipidiomorf (nyúlt, oszlopos prizmás) turmalinkristályok láthatóak.

A makroszkópos megfigyelések pontosítása érdekében binokuláris mikroszkópi vizsgálatokat végeztem. Az egyes ásványfázisok azonosítása vagy meghatározásának megerősítése céljából röntgen pordiffrakciós elemzések történtek. A petrográfiai vizsgálatra kiválasztott mintákból sztenderd vékonycsiszolatok készültek, amelyeken mikropetrográfiai leírást végeztem Raman-spektroszkópia, polarizációs, ráesőfényes és ultraibolya-gerjesztéses mikroszkópia, röntgenfluoreszcens-elemtérképezés, továbbá pásztázó elektronmikroszkópia alkalmazásával.

A Hegyes-hegység területén korábban leírt turmalin előfordulásokat összevettem a saját megfigyeléseimmel. Először dokumentáltam turmalint aplit kőzettípusból. Mikropetrográfiai szempontból négy eltérő színű és megjelenésű turmalin típust írtam le. A szaruszirt mellékkőzetben egy világosbarna–sötétzöld pleokroizmusú zárványgazdag turmalin ( $Tur_z$ ) és egy világosrózsaszín–sötétbarna pleokroizmusú, poikilites megjelenésű turmalin ( $Tur_r$ ) típust dokumentáltam. A többi mellékkőzet-csoportban főként egy világossárga–sötétbarna pleokroizmusú poikilites turmalin típus jelenik meg ( $Tur_b$ ), amihez számos esetben repedéskitöltőként, átalakulási szegélyként egy világos kékeszöld–szürkés-kék árnyalatú típus ( $Tur_k$ ) társul. Feltételezhetőnek tartom, hogy a  $Tur_b$  típus a szakirodalomban már említett greizenesedéshez, míg a  $Tur_k$  típus egy, a  $Tur_b$  képződését követő hidrotermás eseményhez kapcsolható.

**SALAMON BOTOND***salamon.botond.187@gmail.com*

Földtudományi

BSc, 5. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Molnár Ferenc**tanszékvezető, egyetemi docens, ELTE TTK*

---

**A szarvaskői Denevér-tároló wehrlitjének újrvizsgálata: petrográfiai jellemzők és a kőzetalkotók szulfidolvadék zárványai**

A dolgozat során a "stratégiai fontosságú kritikus elemek" szempontjából kiemelkedően fontos jura korú, kis fokú metamorfózison átesett szarvaskői wehrlit ércindikációit (Fe, Ti, V, Ni, Cu) vizsgáltam SEM-EDS, ICP-MS és kézi XRF mérésekkel kiegészített mikroszkópos petrográfiai vizsgálattal. Egy több elemes fejlődéstörténet állítottam fel a szarvaskői intrúzió kialakulásáról, mialatt kiemelt figyelmet fordítottam a térség kialakulásának értelmezésére és ismertetésére, továbbá ércindikációinak az összefoglalására. A petrográfiai és ércgenetikai elemzés egy új, eddig meg nem figyelt kémiai változékonyságot tárt fel a járulékosan elsődleges és másodlagos folyamatokhoz kötődő magnetitben: a vanádiumban dúsabb, illetve a vanádiumban szegényebb magnetit különböző szöveti elhelyezkedésben fordulnak elő, eltérő genetikával. A kritikus elemek szempontjából fontos, magnetitben dúsult V-előfordulás így nem köthető korlátok nélkül a primer magmatikus folyamatokhoz, mely megfigyelés új perspektívát adhat az ércesedés és tágabb környezetének értékeléséhez. További új felismerés a kubanit ásvány előfordulása, melyet korábban még nem írtak le a Denevér-tároló szarvaskői ultrabázitjából, de annál fontosabb genetikai indikátor: a magmafejlődésről és a lemeztektonikai folyamatokról biztosít információt. A szulfidolvadék zárványokból megállapítottam, hogy a kései szulfid telítettséget elérő magma eredetileg is kevés S-t tartalmazott, és nem jöhetett létre egy gravitációsan elkülönült, nagy kiterjedésű Ni/Cu ércesedés. A kőzet relatív magas amfiboltartalma, és az olvadék lehetséges kontaminációjának alapján a megfigyeléseim beleillenek egy ív-mögötti medence környezetbe, mely környezetben az üledékes befogadó kőzetek asszimilációja is jellemző folyamat. A teljes kőzet nyomelem eredményeit összehasonlítottam a szakirodalomban fellelhető wehrlitek, illetve más szarvaskői kőzetek eltérő geokémiai jellegzetességeivel. Ezáltal megállapítottam, hogy a wehrlitből „hiányzó” kalkofil elemek a környező extruzív/intruzív kőzetekben, így például a bazaltokban szóródott szét, mely nem ideális egy Ni/Cu ércesedés felhalmozódásának szempontjából. Emellett a rendszerben tartózkodó ritkaföldfémek a plagioklász-tartalmú gabbrókba és bazaltokba „vándoroltak” a magmás differenciáció során, ám legnagyobb mértékben a szarvaskői plagiogránitban halmozódtak fel.

**FODOR PÉTER***podorfeter@gmail.com*

Műszaki földtudományi alapszak

BSc, 3. félév

Miskolci Egyetem

Műszaki Földtudományi Kar

*Témavezetők:**Dr. Kristály Ferenc**tudományos főmunkatárs, ME MFK**iff. Kasó Attila**földtudományi mérnök, Rotaqua Kft*

---

**A Sr-dúsulás ásványtani és geokémiai jellemzése a rudabányai baritos összletekben**

A stroncium 2020 óta szerepel az Európai Unió kritikus fontosságú nyersanyainak listáján, mivel az ellátás bár az EU-n belülről származik, egy ország, Spanyolország kezében van. A kiszolgáltatottság elkerülése és a több lábbon állás érdekében újabb lelőhelyeket kell megkutatni. A Sr pirotechnikai termékek, alumínium ötvözetek és kerámiamágnesek fontos alkotóeleme, továbbá gyógyászati célokra is alkalmazzák. A Sr két legfontosabb ásványa a cölesztin ( $\text{SrSO}_4$ ) és a stroncianit ( $\text{SrCO}_3$ ), illetve gyakran beépül hasonló kationok helyére elemhelyettesítéssel (pl. barit, gipsz). Világszerte legnagyobb telepei Iránban, Kínában és Spanyolországban vannak, Magyarországon komolyabb Sr telepről aligha beszélhetünk. Hazánkban a legtöbb kőzet tartalmaz Sr-ot, de általában csekély mennyiségben. Magasabb, 1000 ppm-nél nagyobb koncentráció mutatható ki Rudabányán a baritos pátszegély kőzeteiben, az Upponyi-hegység mészkövében, és sajóvölgyi szénmedence üledékeinek lumaselláiban. Korábbi kutatások alapján Rudabányán a Sr előfordulás a szulfátos érc-kísérő ásványokhoz, főként a barithoz kapcsolódik. Genetika szerint több baritos összlet különíthető el, ezekbe pedig eltérő mértékben épült be a Sr. A különböző típusú barit tartalmú kőzeteket komplex geokémiai vizsgálatoknak vettem alá. Az ásványtani összetétel meghatározására a röntgenpordiffrakciót (XRD) alkalmaztam, a kémiai összetételt a hullámhossz-diszperzív röntgenfluoreszcens spektrometria (WD-XRF) segítségével határoztam meg, végül az összetételek ellenőrzése pásztázó elektronmikroszkópia és energia diszperzív röntgenspektrometria (SEM+EDX) alkalmazásával történt polírozott csiszolatokon. Az XRF eredményekben a csökkenő Sr-tartalom jól korrelál a csökkenő Ba-tartalommal. Legnagyobb dúsulása a korai, szulfidokkal szingenetikus, exhalatív típusban jellemző, a későbbi barit generációkban fokozatosan csökken. A szövet-szerkezeti bélyegek hidrotermás eredetre utalnak, a változó Sr-tartalom értelmezése további vizsgálatokat igényel.

**SZELECZKI BALÁZS***szeleczi.balu@gmail.com*

Környezetmérnöki

BSc, 7. félév

Miskolci Egyetem

Műszaki Földtudományi Kar

*Témavezetők:**Dr. Szakáll Sándor**egyetemi tanár, ME MFK**Leskóné Majoros Livia**PhD hallgató, ME MFK*

---

### **Pomázi xenolitok ásványtani vizsgálata**

Dolgozatomban a Pomáz és Pilisszentkereszt (Pilis hegység) között található miocén piroklasztitok xenolitjainak ásványtani vizsgálatával foglalkozom, különös tekintettel a szkarnos típusokra. A területen 3 mintavételezési pontom volt, a Klanác-hegy, a Salabasina-árok és a Kis-Csikóvár völgye feltárásaiban. Mintegy 15 mintából készítettem polírozott fedetlen vékonycsiszolatokat, melyeket polarizációs mikroszkópban, illetve pásztázó elektronmikroszkópban vizsgáltam, így nyertem információkat a minták ásványtani, kémiai és szöveti jellemzőire. A fenti vizsgálatokat, - a fő ásványos fázisok meghatározása céljából - röntgenpordiffrakciós mérésekkel egészítettem ki. Az ásványtani és szöveti észlelésekből megállapítottam a xenolitok ásványos összetételét, az uralkodó, járulékos és ritka komponensekkel. Ennek alapján következtetéseket tettem az ásványegyüttes keletkezésének körülményeire.

Megállapításaim szerint a következő xenolit-típusok fordulnak elő a területen (a karakterisztikus fázisokkal jelölve): 1) klinopiroxén-gránátos; 2) gránátos-vezuviános; 3) klinopiroxén-clintonitos; 4) spinell-perovszkitos; 5) melilites. Meg kell még említeni a márvány-xenolitokat, melyben a ritka magnezioferritet sikerült kimutatni. Az ásványegyüttes alapján bizonyos, hogy a szkarnos típusok a benyomuló magmás test mészkővel és/vagy dolomittal érintkező zónájában képződtek kontakt metamorfózissal. A spinell-perovszkitos típus ezzel szemben magas Al-tartalmú, talán pélites üledékkel történő kontaktus eredménye. Az előbbi típusok a magmához közeli kontaktuson, feltehetően 800-900 °C-on, míg a márvány-xenolitok a kontaktustól távolabb, alacsonyabb hőmérsékleten, a tiszta mészkő metamorfózisának eredményei. A metamorfózis összekapcsolódott többféle metasomatikus folyamattal, melynek eredményeként az eredeti ásványparagenezis további átalakuláson ment át. A felszín közelében erre még mállási folyamatok szuperponálódtak, így agyagásványok képződtek. A több km mélységben képződő szkarnos kőzetek az explóziós vulkáni tevékenység eredményeként kerültek a felszínre és a vulkáni törmelékkel együtt halmozódtak föl. Tanulmányozásukkal a földkéreg mélyebb rétegeiből nyerhetünk értékes információkat.

## **GEOFIZIKA**

- 1. Harvey Reascos-Recalde (ELTE - TTK)**
- 2. Borsos Lilla Emőke (ELTE - TTK)**
- 3. Szlukovinyi Áron (ELTE - TTK)**
- 4. Cziráki Kamilla (ELTE - TTK)**
- 5. Németh Kolos (ELTE - TTK)**
- 6. Stefán Boglárka Abigél (ELTE - TTK)**

A Zsűri tagjai:

**Dr. Völgyesi Lajos**

**Dr. Király Ágnes**

**Dr. Vass Péter**

**HARVEY REASCOS-RECALDE***andres-ecu96@hotmail.com*

Geológus

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Anna Foster**adjunktus, Yachay Tech University**Rafael Almeida**adjunktus, Yachay Tech University*

---

**Kelet-Bangladesh kéregszerkezetének vizsgálata zajtomográfia segítségével**

Imaging the crustal structure from the cross-correlation of ambient seismic noise is a useful seismic method. Here we show a considerable study of Eastern Bangladesh using the seismic network "Temporary Receivers for Monitoring Bangladesh Earthquakes," a total of 22 short-period seismometers and six broadband seismometers deployed by the Earth Observatory of Singapore and Dhaka University from 2016 to the present. We also test broadband data from other networks located in Myanmar and India. Applying some methods to the different wave components, we find that from the vertical component, we can retrieve the Green's functions by cross-correlations corresponding to Rayleigh waves, and generate phase velocity images. Rayleigh wave phase velocities are extracted between 2 – 10 s period. These measurements are inverted to produce phase velocity maps on a  $0.25^\circ \times 0.25^\circ$  grid using a 2-D tomographic scheme. Because Bangladesh is affected by the interactions of three tectonic plates: Indian, Eurasian, and Burma, it results in complex fault systems. Along our zone of study, we can differentiate some geological features like faults and sedimentary basins. At the shortest periods in the north group stations, the phase velocity could be associated with the Sylhet Basin, and the change in wavespeed from west to east maybe match the Sylhet Fault. Also, for the shortest periods in the south group station the wavespeeds could be related with the Chin Hills and the Kaladan Fault. At the largest periods in the north group stations, the wavespeeds are similar to the shortest periods, so they could also match the Sylhet Basin. In the south group stations, the wavespeeds could be associated with the Tripura Fold Belt. The sensitivity of these wavesreaches a depth of  $\sim 20$  km, so the wavespeeds might be related to the thick sedimentary layer, and also, the changes in phase velocity from west to east might represent the Indo-Burma subduction zone.

**BORSOS LILLA EMŐKE***borsoslillaemoke@gmail.com*

Geofizikus

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Szabó Tivadar**geofizikus, Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága*

---

**Sekély vulkanitok lehatárolása szeizmikus tomográfia és fúrási adatok segítségével a Bodrogek területén**

2021. nyarán a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat 2D szeizmikus reflexiós mérést végzett a Bodrogek területén. A földtani információk és a térségben mélyült fúrások megvizsgált rétegsorai arról tanúskodnak, hogy a felszín alatt sekély mélységben előfordulnak vulkanikus kőzettestek, többek között riolittufa, andezit és bazalt. A szeizmikus mérés nyers, geometriával ellátott robbantóponti gyűjteményein két szakaszon is megjelenik az úgynevezett shingling jelenség, mely a szakirodalomból gyűjtött információk alapján sekély, vékony, nagy sebességű rétegeket jelezhet a felszín alatt. A sekély vulkanitok lehatárolására a robbantóponti gyűjtemények vizsgálata, fúrási adatok értelmezése és refrakciós szeizmikus tomográfia együttes alkalmazásával tettem kísérletet. A refrakciós szeizmikus tomográfia alkalmazásához a felvételeken kijelöltem az első beérkezéseket, melyhez a sekély, shinglinget okozó, és mélyebb refraktorokat követtem. Kezdeti sebességteret definiálva elvégeztem az inverziót, így az invertált szelvényeken a kutatási területeken jellemző p-hullám sebességtér állt elő. A sebességterekre vetített szelvényközeli fúrások rétegsora segített megmagyarázni és értelmezni a felszín alatti sebességviszonyokat, így az eredményül kapott sebességterek és a fúrási rétegsorok komplex értelmezésével a fúrások által feltárt sekély vulkanittesteket horizontális és vertikális irányban sikerült lehatárolnom.



**SZLUKOVINYI ÁRON***szlukovinyi.aron@jezsu.hu*

Geofizikus

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Lenkey László**egyetemi docens, ELTE TTK**Szijártó Márk**tudományos munkatárs, ELTE TTK*

---

**Használható-e kutakban mért geotermikus gradiens a kőzetek hővezetőképességének számítására?**

A dolgozatomban azt vizsgáltam, hogy számolható-e a kutakban mért geotermikus gradiens a rétegek hővezető-képességének meghatározására. Véges elemes numerikus módszerrel modelleztem 3 esetet Comsolban. Először is egy szintetikus rétegsorral felruházott modellbe vizsgáltam meg a gradiens és hővezető-képesség profilok egymáshoz viszonyított változásait különböző hővezető-képességű béléscsovezések esetén. Majd egy fúrás szelvényből betáplált adatsort interpoláltam ugyanezen rácshálós felosztott numerikus modellbe. Ebből két modellt is gyártottam, az eredeti adatsorral számított modellt, majd az eredeti adatsornak a 11 taggal futóátlagolt modelljét. Bemutattam miként viselkednek ezen modellekben számított gradiens és hővezető-képesség profilok. A szintetikus modellben továbbá még arra is kitértem, hogy különböző hővezető-képesség kontrasztú réteghatárok esetén a gradiens értékek mekkora mértékben térnek el (10-30%) az elméleti értékekhez képest. Ugyanakkor ezen eltérések csak a réteghatártól vertikálisan nézve  $\pm 20$  cm-ig érvényesek, attól távolabb a 0-hoz konvergálnak. Ezekből az eredményekből levontam azt a következtetést, hogy ha a hővezető-képességet hőáramszámításra használjuk, akkor a hőellenállások majdnem egyformák minden modellezett esetben, következésképpen a számított hőfluxusok is csak tizedekben térnek el ha  $\text{mW/m}^2$ -ben adjuk meg a fluxust. Vagyis kvázi ugyanazt a fluxust eredményezik. Ezek után diszkutáltam, hogy ha a  $\text{gradT}$ -ből számított látszólagos hővezető-képességeket hőfluxus számításra szeretnénk használni, akkor az nagy pontossággal megtehető, mivel ezen számítások hibája 1-3% körüli. Ha a logból számított hővezető-képességgel való összevetésre, akkor nem feltétlenül, mert ekkor eltérhet a számított hővezető-képesség a lyukban mért vagy ("igazi") hővezető-képességtől, ha 10 cm-es skálán vetjük össze őket. Ha kiátlagoljuk a hővezető-képességeket, akkor erre is alkalmas a  $\text{gradT}$ . Ezt mutatja a számított hővezető-képességgel történt számítás, amely esetében alig térnek el a látszólagos hővezető-képességek az elméleti hővezető-képességtől. Valamint azt a következtetést is levontam a szintetikus modell eredményei alapján, hogy a fúrólyuk béléscsovezésének a hatását, és ezáltal a számított gradiensek eltérésének az átlagát akkor lehet minimalizálni, ha minél jobb hőszigetelő bélést alkalmazunk.

**CZIRÁKI KAMILLA***czirakikami@gmail.com*

Földtudományi

BSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:  
Timár Gábor  
egyetemi tanár, ELTE TTK*

---

### **A Hold gravitációs terének ellipszoidi közelítése: a legjobban illeszkedő ellipszoid paramétereinek geofizikai megbecslése**

A Hold gravitációs teréről már régóta rendelkezünk információval, annak anomáliáiról, jellemzőiről a '60-as évek óta zajlanak kutatások. Itt fedeztek fel először masconokat, olyan tömegtübbleteket, melyek jelentős globális anomáliákat okoznak a gravitációs térben. A Hold elméleti alakja, a szelenoid is magas fokig ismert, és nagy felbontásban bárki számára elérhető az interneten.

Kutatásom során a holdi gravitációs tér ellipszoidi közelítését végeztem el, vagyis kerestem azt a forgási ellipszoidot, mely a legkevésbé tér el a Hold kitüntetett potenciálfelületétől, amely a szelenoidot definiálja. Ennek során a GRGM1200A szelenoidmodellt mintavételeztem egyenlő területet reprezentáló pontok segítségével, majd ez alapján becsültem meg az ellipszoid paramétereit, mely a szelenoidundulációk legkisebb négyzetes közelítésén alapult.

Az eredményül kapott ellipszoid középpontja a Hold tömegközéppontja, félnagy tengelye 1 737 576.6 méter, félkistengelye 1 737 046.8 méter, lapultsága pedig 0.000305. Az ellipszoid paramétereit 10 cm-es pontossáig határoztam meg, a 100 000 pontos minta esetén a mintavételezés felbontása nagyságrendileg megegyezett a szelenoidmodell felbontásával.

Az általam így meghatározott ellipszoid pontosságot tekintve felülmúlja az általánosan használt, 1737.4 km sugarú gömböt, hiszen a Hold lapultságát is figyelembe veszi. Érdekes azonban, hogy a szelenoidundulációk az ellipszoid felett nézve is jelentős szélsőségeket, és általánosan nézve is nagy értékeket produkálnak. Ennek oka, hogy a Holdon nincs olyan folyamat, mely a keletkezett tömegtübbleteket homogenizálná, nincs lemeztectonika vagy izosztázia.

Kutatásom során elvégeztem a számítást a földi geoidra is, olyan céllal, hogy megmutassam, ez a módszer egy jó becslést képes adni az ideálisan illeszkedő ellipszoidra. Mivel a földön ennek a paramétereit ismertek, ezzel vettem össze az eredményeimet, amik jól közelítették azt, 60 cm-es eltérést mutattak csak.

**NÉMETH KOLOS***kolosnemeth2000@gmail.com*

Geofizikus

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Timkó Máté**tudományos segédmunkatárs, ELKH, FI, Kövesligethy Radó Szeizmológiai Obszervatórium*

---

## **2D menetidő-tomográfia részletes vizsgálata és alkalmazása fázissebesség térképek előállítására**

A modern szerkezetkutatás talán egyik leggyakrabban és legeredményesebben alkalmazott módszere a szeizmikus tomográfia. Az elmúlt évtizedben olyan új és jól alkalmazható módszerek jelentek meg, melyek a mindenütt jelenlévő szeizmikus háttérzajt hasznosítják. Habár a módszer rengeteg potenciált rejt magában, nincs egységes módszertan, ami széles körben elfogadott lenne. Dolgozatom egyik célja, hogy áttekintést nyújtson a szeizmikus háttérzaj-adatok feldolgozási lépéseiről, illetve a lépések során használt paraméterek optimális értékeiről. Emellett célom, hogy részletesen megvizsgáljam a szeizmikus zajon alapuló 2D menetidő-tomográfia módszerét, ezt követően pedig alkalmazzam az eljárást a Kárpát-Pannon régió átmeneti zónájában, fázissebesség térképek előállítására.

Munkám során a PACASE állomáshálózat 63 ideiglenesen telepített állomását használtam fel, kiegészítve 38 permanens állomással a tágabb Kárpát-Pannon régióból. 2019. januárja és 2022. februárja között több mint 100 állomás folytonos szeizmogramjait gyűjtöttem be. A letöltött adatokat a szakirodalomnak megfelelően előfeldolgoztam, majd elvégeztem a keresztkorrelációt, melynek során számos paraméter együttest teszteltem, kiválasztva a kutatásom során leghatékonyabban alkalmazhatót. Végül a kinyert Green-függvények alapján meghatároztam az egyes állomáspárok között a fázissebesség görbéket, majd elvégeztem ezek minőségellenőrzését.

Ezek a kinyert fázissebesség-görbék szolgálnak a tomográfia bemenő adataiként, az inverziós számítások elvégzésére pedig a dolgozat keretein belül programcsomagot hoztam létre. A módszert szintetikus teszteknek vettem alá, amelyek során a működését vizsgáltam. Ezt követően számos paramétertesztet végeztem el, amelyekkel a kulcsfontosságú együtthatók optimális értékét becsültem meg. A módszer széleskörű tesztelése után a rendelkezésre álló adatrendszerrel elvégeztem a 2D tomográfias inverziót. Az eredmények alapján sikerült néhány kitüntetett perióduson meghatározni a sebességtér horizontális változásait.

Elmondható, hogy a létrehozott módszer megbízhatóan működik 2D problémák megoldására, az eredményül kapott fázissebesség térképek pedig hozzájárulhatnak a régió tektonikájának jobb megismeréséhez

**STEFÁN BOGLÁRKA ABIGÉL**

*stefanboglarka99@gmail.com*

geofizikus

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:*

*Hamar Gergő*

*tudományos főmunkatárs, Wigner Fizikai Kutatóközpont Nagyenergiás Fizikai Osztály, Innovatív  
Detektorfejlesztő "Lendület" Kutatócsoport*

*Balázs László*

*egyetemi adjunktus, ELTE TTK*

---

### **Müográfiai direkt probléma megoldása mérés optimalizáláshoz**

A kozmikus sugárzás földfelszín elérő komponense nagyrészt müonokból áll, amik igen széles energiaspektrummal rendelkeznek. Ezek energiavesztesége arányos a kőzetben megtett úthosszal és sűrűséggel, tehát az irányfüggő müonfluxus mérésével képet alkothatunk geológiai képződményekről. Alapvetően a részecskefizikai kísérletekhez kifejlesztett detektorok nyomkövető típusai alkalmasak a müonintenzitás és trajektóriák rögzítésére. Ezen müonok detektálásán alapuló képalkotási módszert nevezzük müográfianak, ami akár hegyméretű objektumok vizsgálatára is képes.

Munkám során bekapcsolódhattam a müográfiai fejlesztések élvonalába tartozó Wigner Fizikai Kutatóközpont Nagyenergiás Fizikai Osztályának RÉGARD csoportjához. Célkitűzésem egy olyan modell készítése, amely a müonfluxus, detektorgeometria és mérésinformációk ismeretében megadja a várható beütésszámokat felszín alatti mérések esetén; így a mérések tervezése és az anomáliák (érc, barlang) kimutathatóságát meghatározza. Matematikai modellem jóslatait összevettem konkrét mérésekből származó adatokkal. Megvizsgáltam a feltérképező méréssorozatok egyik alapkérdését. A modellt implementáltam C++ nyelvre is, hogy képes legyen bonyolult fluxustérképeket kezelni; ennek helyességét a németországi St. Christoph bányában mért adatokkal validáltam.

## KÖRNYEZETI RADIOAKTIVITÁS

1. Mezei Máté Márk (ELTE - TTK)
2. Fehérvári Máté (PE - MK)
3. György Péter (PE - MK)
4. Katreiner Hédi (ELTE - TTK)
5. Novák Máté (PE - MK)
6. Molnár Bence (ELTE - TTK)

A Zsűri tagjai:

**Dr. Radó Krisztián**

**Dr. Paripás Béla**

**Dr. Begy Róbert**

**MEZEI MÁTÉ MÁRK***mezeimate99@student.elte.hu*

Geológus

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Erőss Anita**tudományos munkatárs, ELTE TTK**Baják Petra**doktorandusz, ELTE TTK*

---

**Radionuklid vizsgálat a Tass, Gudmon-foki parti szűrésű regionális vízbázis kútjaiban**

Az elmúlt években egyre nagyobb jelentőséget kapott a felszínalatti vizek természetes radioaktivitásának vizsgálata, ugyanis ivóvízforrásként a vizek megemelkedett radionuklid koncentrációi egészségügyi kockázatot hordozhatnak. A vizek radioaktivitását trícium, radon, összesalfa és összesbéta mérések formájában ellenőrzik. Az elmúlt években a Bácsvíz Zrt. üzemeltetésében lévő Tass, Gudmon-foki regionális partiszűrésű vízbázis egyes kútjaiban határértéket (0,1 Bq/l) meghaladó összesalfa aktivitást mértek. A jelenség megértése érdekében és a lehetséges egészségügyi hatás értékeléséhez nuklidspecifikus méréseket és hidrogeológiai megközelítést alkalmaztam. A két mintavételi nap során 12 kútból és a Dunából összesen 25 mintát gyűjtöttem. A mintavétel során rögzítettem a vizek terepi paramétereit. Laboratóriumi mérések során a főion- és nyomelem koncentrációkat (pl. Fe, Mn), továbbá a <sup>222</sup>Rn, <sup>226</sup>Ra és összes urán aktivitáskoncentrációkat mértük. Utóbbi mérésekhez egy hazánkban egyedülálló, egyszerű és költséghatékony mérési technikát, a Nucfilm diszkeket alkalmazó alfa-spektrometriát használtam. A vízminták hasonló vízkémiai jelleget mutatnak (Ca-Na-HCO<sub>3</sub>-Cl-SO<sub>4</sub>), viszont a mért mangán (max. 1002 µg/l) és vas (max. 9510 µg/l) koncentrációk változatos értékeket vesznek fel, a legtöbb esetben a határértéket többszörösen túllépi. A nuklidszelektív vizsgálatok kimutatták, hogy a határértéket meghaladó összesalfa koncentráció az oldott urán mennyiségével magyarázható (max. 334 mBq/l). A vízben lévő urán mennyisége dinamikusan változik a Duna mindenkori vízállásával, magas vízállásnál alacsonyabb (max. 248 mBq/l), míg alacsony vízállásnál magasabb értékeket mértem (max. 334 mBq/l). Ennek oka a felszínalatti és Duna víz keveredési arányának változása a vízállás függvényében. Azonban az egyes kutakban mért aktivitáskoncentráció értéke erősen függ a lokális földtani viszonyoktól és jellegzetes mintázatot mutat, mely szerint egyre növekvő koncentrációk figyelhetők meg a vízbázis déli részén. Az urán forrása a vízáadó képződmény alatt található redukív, mocsári agyagos réteg. A tartósan alacsony vízállások hatására e képződmény is az oxidatív zónába kerül, mely az urán remobilizációjához vezet. Ez a folyamat a klímaváltozás miatt egyre gyakoribbá válhat és sérülékennyé teszi az ország vízkészletének harmadát termelő parti szűrésű rendszereket. Az általam végzett kutatás segítséget nyújthat a vízbázisok minőségi, mennyiségi és hidrogeológiai folyamatainak megértésében.

**FEHÉRVÁRI MÁTÉ***fehervari.mate1997@gmail.com*

Környezetmérnöki

MSc, 4. félév

Pannon Egyetem

Mérnöki Kar

*Témavezető:**Dr. Tóth-Bodrogi Edit**Egyetemi docens, PE MK*

---

**Főbb gamma-sugárzó radioizotópok aktivitáskoncentrációjának vizsgálata két mecseki túraútvonal pihenőhelyein**

Az embert élete során folyamatosan éri sugárzás. A természetes eredetű háttérsugárzás egyik fő forrása maga a Föld és a minket körülvevő természeti elemek, másik forrása pedig a világűr. Az emberi tevékenységtől is származhat sugárterhelés növekmény, ami egyrészt származhat különböző tevékenységekből, pl. nukleáris robbantások, orvosi alkalmazások, de ide sorolhatók azok az ún. NORM (Naturally Occuring Radioactive Material) tevékenységek is, melyek a természetben előforduló radioizotópok egy-egy környezeti elemében, ill. egy-egy területen való feldúsulását eredményezhetik.

A különböző sugárzási terekből származó kockázat felmérésére szükség van az adott terület radiológiai állapotfelmérésére, melynek során a főbb teresztriális gamma-sugárzó izotópok jelenétét vizsgáljuk. A környezet állapotának és változásainak felmérésére egyre elterjedtebb a biomonitoring vizsgálatok alkalmazása, melyek során egy bioindikátor faj segítségével kapunk képet a fennálló sugárzási helyzetről. A mohák kedvező adottságaik miatt kiválóan alkalmasak bioindikátorként való alkalmazásra, számos területen alkalmazzák pl. nehézfémzennyezés kimutatására is, a levegő minőségének indikátoraként. (CULICOV, O. A., et al. 2005, VUKOVIĆ, Gordana, et al. 2014)

Munkám során a főbb teresztriális radionuklidok aktivitáskoncentrációját mértem fel két mecseki túraútvonal néhány környezeti eleme (talaj, víz, ill. moha) esetében. Választásomat a közeli, bezárt uránbánya jelenléte indokolta, arra a kérdésre kerestem a választ, hogy mérhető-e emelkedett aktivitáskoncentráció az egyes környezeti elemekben. A túraútvonalakon vett környezeti mintákat mintaelőkészítést követően HPGe félvezető detektoros gamma-spektrometriai módszerrel mértem a mért értékeket Quantum GIS térinformatikai szoftver felhasználásával ábrázoltam.

A mért és számított értékek alapján az óbányai talajmintákban K-40 izotópra átlagosan 486,55 Bq/kg, Th-232 esetében 55,52 Bq/kg, illetve Ra-226 esetében 35,46 Bq/kg érték adódik. A kővágószőlősi talajmintánál K-40 izotópra 869,33 Bq/kg, Th-232 tartalma 55,56 Bq/kg, míg Ra-226 tartalma 35,06 Bq/kg-nak adódik. Mohaminták esetében K-40 izotópra 218,85 Bq/kg és 671,31 Bq/kg, Th-232 esetében 291,38 Bq/kg és 101,72 Bq/kg, valamint Ra-226 esetében 60,07 Bq/kg és 42,77 Bq/kg aktivitáskoncentráció értékek adódnak. Ezen értékek az UNSCEAR 2008-as jelentésében szereplő világtáblákkal összevehetők. (UNSCEAR 2008)

**GYÖRGY PÉTER***p8mo04@student.uni-pannon.hu*

Vegyészmérnöki

MSc, 3. félév

Pannon Egyetem

Mérnöki Kar

*Témavezető:**Dr. Tóth-Bodrogi Edit**Egyetemi docens, PE MK*

---

**A Bakony régió környezeti elemeinek radiológiai állapotfelmérése**

Tudományos diákköri kutatásom tárgya a Bakony térségének egy komplex, hosszabb időszakot felölelő radioökológiai vizsgálata, amelynek során többféle környezeti elem (talaj, víz, moha) keresztül mértem fel a térség néhány pontján a főbb radionuklidok jelenlétét, különös tekintettel a Ra-226, Th-232 és K-40 izotópokra. Kutatásom során olyan helyszíneket jelöltem ki, amelyek lefedik a Bakony térségét, reprezentálják a környezetben megtalálható izotóptartalmat, valamint, amennyiben lehetséges talaj-, víz-, és mohaminta is gyűjthető a helyszínen. A környezeti elemek efféle vizsgálata fontos lehet az egészségvédelmét szolgáló intézkedések meghozatalában, a potenciális izotóplelőhelyek felkutatásában például urán kitermelés szempontjából, valamint a jelenleg előtérbe kerülő atomerőmű létesítése kapcsán is, mint előzetes helyszíni felmérések, környezetállapot-felmérések.

Léteznek bizonyos indikátor fajok például ilyenek a mohák, amelyek életfolyamatuk során a környezetükből radionuklidokat is megkötnék. Az ilyen indikátorfajok vizsgálatával képet kaphatunk a terület azon izotópkoncentrációjáról, amelyet az adott faj akkumulál. A méréseket HPGe félvezető detektoros gamma-spektrometriai módszerrel vizsgálom. Az eredmények azt mutatják, hogy az egyes forrásvizek aktivitáskoncentrációja Ra-226 esetében az alsó kimutatási határ és 17,5 Bq/l, Th-232 esetében az alsó kimutatási határ és 1,5 Bq/l között mozognak. A talajminták aktivitáskoncentrációja Ra-226 esetében 13,9 és 71,4 Bq/kg, Th-232 esetében 9,3 és 39,1 Bq/kg, K-40 esetében pedig 70,0 és 416,6 Bq/kg között mozognak. A mohaminták aktivitáskoncentrációja Ra-226 esetében 9,3 és 92,3 Bq/kg, Th-232 esetében 3,2 és 82,2 Bq/kg között mozognak.



**KATREINER HÉDI***vitrik.hedi@gmail.com*

Geoinformatika

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Kovács Béla**adjunktus, ELTE IK**Horváth Ákos**egyetemi docens, ELTE TTK*

---

**Gammadózis-teljesítmény térképezése drónra integrált sugárzásmérő szenzorral**

Dolgozatomban a drónok bevetettségét vizsgálom sugárzó területek térképezésére egy költséghatékony sugárzásmérő szenzorral. Tanulmányozom az anomália értékének változását a magasság függvényében. Bemutatom egy költséghatékony sugárzásmérő szenzor korlátait, képességeit. Feltárom mennyivel térnek el az mért adatok, ha eltérő integrációs idővel számolunk és mennyiben tér el azok pozíciója, ha csak egy alacsony pontosságú GPS adatait használom, vagy ha egy drón centiméter pontos navigációs adataira vonatkoztatom azokat. A kutatás helyszíne Kővágószőlős település, mely rendkívül gazdag uránércben, így jól vizsgálható terület a természetes sugárzás mérésére. A mérőszenzort két fő komponens alkotta: egy drón és egy arra szerelt Safecast sugárzásmérő szenzor. A Safecast egy autonóm GPS-szel ellátott sugárzásmérő eszköz, mely 5 másodperces integrálási idővel dolgozik és Geiger–Müller számlálót használ a beütésszám mérésére. A drón pozíciójának pontosítására használtam továbbá egy RTK bázisállomást is. A repüléseket két helyszínen hajtottam végre. Az első területen 5, 15 és 25, a második területen 12, 24 és 48 méter magasságokban 1 m/s haladási sebességgel. Mindkét területen történt egy helyszíni gyalogos bejárás is 1,2 méter magasságban tartott szenzorral. Az adatfeldolgozás során MS Excelben készítettem elő az adatokat, majd térinformatikai szoftverek segítségével dolgoztam fel és elemeztem. Az első teszterület esetében csak a sugárzásmérőszenzor GPS adatait vettem alapul, a második területen a drón centiméterpontos GPS egységére pontosítottam azokat. Surfer 13 szoftverben izovonalas térképeket generáltam, melyek alapjául a szintén általam generált orthomozaikek szolgálnak. Saját méréseimet összehasonlítottam a teszterületen korábban végzett mérésekkel, melyekből kiderül, hogy az anomália mindegyik esetben hasonlóan kirajzolódik, kisebb intenzitással. Méréseimből levonható következtetés, hogy a természetes forrásból származó sugárzás detektálhatósága 0,05  $\mu\text{Sv/h}$ -val csökken méterenként (távolodva a forrástól), a két különböző pontosságú GPS adatai közti eltérés pedig átlagosan 3,5 - 4 méter. Mozgó térképezés esetén nem elegendő egyperces impulzusértékekkel számolni: az optimális repülési paramétereket (sebesség, integrálási idő) a mért paraméter térbeli változásának gyorsasága határozza meg. Összességében elmondható, hogy a módszer jól használható nagyobb anomáliák detektálására, de a sugárzás részleteit a magasság növekedésével csak korlátozottan tárja fel.

**NOVÁK MÁTÉ***j5vbjg@student.uni-pannon.hu*

Vegyész

MSc, 2. félév

Pannon Egyetem

Mérnöki Kar

*Témavezető:**Dr. Csordás Anita**Egyetemi adjunktus, PE MK*

---

**Mohák bioindikátorként való alkalmazhatóságának vizsgálata**

Számos kutatás során bizonyították, hogy a mohák kitűnő biológiai indikátorok természetes és mesterséges eredetű nehézfémek, így akár radionuklidok előfordulásának vizsgálatára, mert nincsen összetett gyökérrendszerük, ezáltal a felszíni környezetből szívják fel a tápanyagot. Morfológiájuk nem változik az évszakok során, így képesebbek nagyobb mennyiségben is a nehézfémek elraktározására, könnyen mérhetővé téve a környezeti előfordulást, akár egy mesterséges szennyezés biomonitorozását is. Az urán-238 bomlási sorába tartozó polónium-210 alfa sugárzó izotóp, mely a földkéregből szivárog fel a felszíni talajba, illetve jut ki a légkörbe. A Po-210 könnyen mobilizálható izotóp, mellyel radiológiai szennyezések nyomon követése valósítható meg.

Munkám során 14 mohaminta Po-210 aktivitáskoncentrációját vizsgáltam, melyek közül 10 darab Magyarországról, elsősorban a Bakonyból származik, 4 darab pedig Erdélyből. A Po-210 meghatározását félvezető (PIPS) detektoros alfa-spektrométerrel végeztem, melyhez a forrást a kombinált savas feltárás utáni spontán depozícióval készítettem. Emellett az összes vizsgálati helyről lett talajmintát is gyűjtöttem, és meghatároztam a talaj-moha Po-210 transzfer faktorát.

Kulcsszavak: polónium, moha, bioindikátor, alfa spektrometria

**MOLNÁR BENCE***molnar.bence.138@gmail.com*

Geofizikus MSc

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Erőss Anita**tudományos munkatárs, ELTE TTK**Baják Petra**PhD-hallgató, ELTE TTK*

---

**Radioaktív forrásvizek? Kőzet-víz kölcsönhatások nyomában a Soproni-hegységben**

Az utóbbi évtizedekben a kutatók felismerték, hogy az ivóvíz radionuklid tartalma is veszélyforrás ezzel megalapoztak egy új kutatási irányt. Az ivóvíz egyik fontos forrása a felszínalatti vízkészlet, ezért különösen fontos ezen vizek természetes radioaktivitásának célzott vizsgálata. Az utóbbi években Európai Uniói rendeletek nyomán a vízminőségi paraméterek között már a radioaktivitást is vizsgálni kell.

Kutatómunkámban a Soproni-hegység felszínalatti vizeivel foglalkoztam. A hegység forrásait vizsgálva kerestem a választ arra, hogy a felszínalatti vizek utánpótlódási területén, a beszivárgó csapadékvíz mekkora radionuklid tartalomra tehet szert a kőzet-víz kölcsönhatások következtében. A Soproni-hegység korábban hasadóanyag kutatás helyszíne is volt, továbbá korábbi mérésekből ismeretes, hogy egyes forrásokban a jogszabályban foglalt ajánlási szintet (100 Bq/l) meghaladó radon koncentrációk vannak jelen. Tehát a vizsgált területen a magasabb radionuklid koncentráció esélye fennáll. Hogy jobban megértsem a radionuklid transzport folyamatokat, a radon mellett a vizek urán és rádium tartalmát is mértem.

A terepi munka során 13 forrást kerestem fel és 11 vízmintát gyűjtöttem. A terepen mértem a források fiziko-kémiai paramétereit. A vízminták radon aktivitáskoncentrációit folyadékszintillációs mérés technikával, míg a vízminták urán és rádium aktivitáskoncentrációit Nucfilm diszk előkészítésen alapuló alfa-spektroszkópiával határoztam meg. A terepi paraméterek és vizek kémia összetétele alapján a források rövid tartózkodási idővel jellemezhetők, lokális áramlási rendszer megcsapolódási pontjai. Két forrás (Dr. Fehér Dániel-forrás és a Deák-kút) emelkedik ki az összes oldottanyag-tartalma (1115, és 481 mg/l) és hőmérséklete alapján (15,6 és 16°C), melyek már valamelyest nagyobb tartózkodási idővel jellemezhetők. A legmagasabb urán aktivitáskoncentrációkat (93 és 86 mBq/l) szintén ebben a két forrásban mértem. A radon koncentrációk tekintetében a Nagyfüzes-forrás és Ferenc-forrás esetén mértem 100 Bq/l-t meghaladó aktivitáskoncentrációt. Megállapítható, hogy a beáramlási területen a vizek nem tesznek szert anomálishan magas urán és rádium tartalomra. Ez fontos információ a környékbeli vízellátás szempontjából. A radon koncentrációk ellenőrzése viszont javasolt. Kutatásom az urán és rádium aktivitáskoncentrációk mérésével hiánypótló szerepet tölt be, mert ezeket a paramétereket korábban még nem mérték a terület vizeiben.

## **MAGMÁS- ÉS METAMORF KŐZETTAN, GEOKÉMIA**

- 1. Horváth Laura, Vágó Sándor (ELTE - TTK)**
- 2. Somogyi Dániel (DE - TTK)**
- 3. Jákri Barnabás (SZTE - TTIK)**
- 4. Pintér Nóra Edit (SZTE - TTIK)**
- 5. Horváth Martin (ELTE - BDPK)**
- 6. Krasznai Márton János (ELTE - TTK)**
- 7. Kovács Dániel (ELTE - TTK)**

A Zsűri tagjai:

**Dr. Falus György**

**Dr. Németh Norbert**

**Dr. Bali Enikő**

**HORVÁTH LAURA***horvaath.laura@gmail.com*

Környezettan

BSc, 5. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

**VÁGÓ SÁNDOR***sanyi.vago@gmail.com*

Környezettan

BSc, 5. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Biró Máté**doktorandusz, ELTE TTK**Weiszbürg Tamás**egyetemi docens, ELTE TTK*


---

**Gyulladásos metamorf kőzetek vizsgálata a Salgótarjáni-medence Rónabányán kibukkanó miocén rétegsorában**

Kutatási területünk a Salgótarjáni-medence ÉK-i felében Szilvás-kő lábánál fekszik, az egykori Gusztáv IV. számú táró bejáratánál. A vizsgált képződmény egy gyulladásos metamorf komplexum, mely metaaleurolitból, pszeudokonform buchitból és paraláva-kőzetekből áll. A 200 méter hosszú síkszerű képződményt centiről centire változó litológia jellemzi. A legmagasabb fokú átalakulást a szén izzása során felszabaduló és begyulladás gázok által izzított kürtőkben észleltük, ahol az olvadt, illetve parciálisan olvadt kőzetek a jellemzőek, míg a legalacsonyabb fokú átalakulást a metaaleurolit kőzetegységek, „cserepek” szenvedték el.

A komplexum kőzeteit terepi megfigyeléseket követően laboratóriumi vizsgálatoknak vetettük alá: a részletes petrográfia mellett XRD, SEM-EDS és DTA méréseket végeztünk az egyes kőzettípusokon. Szakirodalmi forrásokból pedig a hőhatás időtartamára is tudunk becslést adni egy 1965. évi tűzveszélyességi jelentés nyomán, melyben 1958 és 1965 között folytonos aktív széntűz került leírásra a területen.

A komplex műszeres vizsgálati sor segítségével a kőzettípusok ásványtani és szöveti jellemzőit is sikeresen leírtuk. A kvarc a metamorf kőzetek mindegyikére jellemző, többnyire reliktv szemcsékként. Ezen felül minden kőzet tartalmaz Ca-gazdag plagioklász, gyakran több generációban. Ezek mellett a metaaleurolit biotitot, a buchit K-Na-Ca földpátot, piroxént és üveges alapanyagot, a paraláva-kőzetek pedig cordieritet, piroxént és kőzetüveget tartalmazhatnak. A kőzetet alkotó ásványok mérete miatt áteső fényben 30 µm vastagságban szinte minden kőzettípus vizsgálhatatlan, míg reflexiósan – főleg a parciálisan olvadt, és olvadt kőzetek – ásványai jól elkülöníthetők. A SEM-EDS mérések által megállapítást nyert, hogy a metaaleurolit kőzetek reliktv üledékes szövettel rendelkeznek, míg a parciálisan olvadt és olvadt kőzetek interszertális szövettel jellemezhetők, melyekben a plagioklász gyakran szimplektites, a piroxén csomók pedig éles alakzatok mentén, feltehetően eredeti üledékes ásványszemcsék helyén pszeudomorfózáként, vagy kokárda-szerűen jelennek meg.

Észleléseink alapján a Rónabánya mellett kibukkanó kőzetegység Magyarország első dokumentált gyulladásos metamorf komplexuma, mely antropogén hatásra jöhetett létre. Noha vizsgálataink számos kérdésre választ adnak, a komplexum képződési körülményeinek alaposabb megismeréséhez beható ásványkémiai és geokémiai vizsgálatok is szükségesek lehetnek.

**SOMOGYI DÁNIEL***danielsomogyi007@gmail.com*

Földrajz

BSc, 3. félév

Debreceni Egyetem

Természettudományi és Technológiai Kar

*Témavezetők:**Dr. Benkó Zsolt**egyetemi docens, DE TTK**Dr. Sebe Krisztina**egyetemi docens, PTE TTK*

---

### **Kora-miocén andezitek K/Ar kormeghatározása a Mecsek-hegységben**

A miocén során a Mecsek-hegységben vulkáni tevékenység a kora és középső miocén során történt. Az ekkor kialakult vulkáni kőzetek ásványi, geokémiai és kronológiai vizsgálata megértést tud adni a Pannon-medence kialakulásában.

A dolgozatomban a magmás kőzeteknek és ezen belül is a Komlói Andezit Formáció korának újvizsgálatával foglalkoztam. Az 1976 - ban végzett mérések eredményei nem adtak megfelelő választ arra a komlói andezit abszolút korára. Ennek ismeretében más megközelítések alapján és más standerek alapján mértük meg az andezitnek a korát. A dolgozatomban ismertetem a radiometrikus K/Ar kormeghatározás módszertanát és a különböző vizsgálati módszertanokat, amely részét képezik a dolgozatnak. Emellett a Váralja 11. sz. fúrásából származó fúrómagmintákkal is foglalkoztam. A dolgozatban összehasonlítom ennek a két helyről származó andezitnek a tulajdonságait és korait. A Váralja 11. sz- fúrásból származó minták 156 - 229 méter mélységközből származtak és hét minta közül némelyek jelentős átalakulást szenvedtek. Eddig nem tanulmányozták geokronológiailag a váraljai mintákat, azonban dolgozatomban ezeknek a mérésére is sor került. Megvizsgáltam továbbá azt, hogy ezek a minták milyen átalakulási folyamatokon mentek keresztül és ez hogyan befolyásolta a kőzetmintáknak a korait.

A K/Ar kormeghatározáson kívül más egyéb módszert is ismertetek, amikkel a kőzetmintáimat vizsgáltam. Ilyen volt a Pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálat és a röntgen pordiffrakciós mérések. Ezen vizsgálati módszerek segítségével megtudhattuk azt, hogy ásványtanilag milyenek ezek az andezitminták, milyen ásványátalakulás történt a z erősen átalakult fúrómagmintákban.

A végleges mérések után arra is kerestem választ, hogy vajon miért adhattak ilyen kort a minták. Van - e összefüggés a makroszkópos -, mikroszkópos vizsgálatok és a többi vizsgálatokkal együtt a kor meghatározásában?

**JÁKRI BARNABÁS***jakribarnabas@gmail.com*

Földtudomány

MSc, 3. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezetők:**Dr. Pál-Molnár Elemér  
egyetemi docens, SZTE TTIK**Dr. Szemerédi Máté  
tudományos segédmunkatárs, ELTE TTK*

---

### **A codruai granitoidok kőzettani és geokémiai vizsgálata a Tiszai-főegységben**

A Tiszai-főegység paleozoos aljzatából ismert több granitoidtestről részletes petrográfiai jellemzések, teljes kőzet geokémiai elemzések és radiometrikus koradatok csak korlátozott mértékben állnak rendelkezésre. Közülük talán a legkevésbé ismertek az Erdélyi-középhegység granitoidjai, amelyekből kutatásomban a hegység központi-nyugati részén elhelyezkedő Codru-takarórendszer kőzeteit vizsgáltam, majd vettem össze a Battonya–Pusztaföldvári-hát hasonló, aljzati képződményeivel (Békés–Codru szerkezeti öv). Célom a codruai granitoidok részletes petrográfiai és geokémiai vizsgálata, valamint a két szerkezeti egység hasonló képződményei közötti esetleges kapcsolat tisztázása (lokális korreláció).

A codruai granitoidtest a mintavételi helyen, a Hegyes-hegység ÉNy-i részén található galsai kőfejtőben dominánsan középszemcsés, ekvigranuláris, hipidiomorf szemcsés, enyhén irányított szövettű szienogranitként jelenik meg, melyet aplit- és pegmatiterek járnak át. A vizsgált kőzetek peralumíniumos, mészkalkáli karakterrel rendelkeznek és dominánsan Mg-ban gazdagok (magnesian), ezzel szemben az aplitokra magasabb alkália-, alacsonyabb Ca- és magasabb Fe-tartalom (ferroan) jellemző.

A codruai granitoidok ásványos összetétele (elsődleges muszkovit, akcesszórikus gránát és monacit előfordulása) és geokémiai karaktere (mészkalkáli, peralumíniumos) S-típusra és szinkollíziós kontinentális kéreg eredetre utal. Korábbi és folyamatban lévő (az SZTE TTIK „Vulcano” Kőzettani és Geokémiai Kutatócsoport munkája) petrográfiai és geokémiai vizsgálatok eredményeivel összevetve nagyfokú hasonlóságot találtam a szinkollíziós, alsó-karbon battonyai granitoiddal. Utóbbi képződmény ásványos összetételében és a fő kőzetalkotók megjelenésében alig különbözik a codruai granitoidtól, bár az aljzati kőzetek szövete dominánsan inkább inekvigranuláris és ritkábban mutat irányítottságot. Kiemelendő továbbá a két képződmény erőteljes fő- és nyomelem geokémiai hasonlósága.

Kőzettani és teljes kőzet geokémiai vizsgálataim alapján feltételezhető, hogy a Tiszai-főegységben előforduló S-típusú variszkuszi granitoidok (Alföld aljzata, Erdélyi-középhegység) egyazon kollíziós környezetben létrejött kéregolvadékot képviselnek. A lokális és regionális korreláció pontosításához szükséges cirkon U–Pb kormérések folyamatban vannak.

**PINTÉR NÓRA EDIT***pinter.nora.edit@gmail.com*

Földtudományi

BSc, 5. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezetők:**Dr. Raucsik Béla**egyetemi adjunktus, SZTE TTIK**Dr. Raucsikné Dr. Varga Andrea**egyetemi adjunktus, SZTE TTIK*

---

**A Zempléni-egység paleozoikumi vulkanit és vulkanoszediment betelepüléseinek geokémiai összehasonlítása szakirodalmi adatok alapján**

A Zempléni-egységet (Zemplénikum) korábban a Tiszai-főegység részének tekintették, viszont napjainkban már az ALCAPA-főegységhez sorolják. Az egységet kristályos kőzetek mellett permokarbon rétegsor építi fel, amely vulkanit és vulkanoszediment betelepüléseket tartalmaz, ezt egy mezozoikumi, uralkodóan triász összlet fedi. Munkámban a vulkanit és vulkanoszediment szinteknek a fő- és nyomelem geokémiai összehasonlítását végeztem el részben már publikált, részben publikálatlan szakirodalmi adatok felhasználásával abból a célból, hogy adatokkal járuljak hozzá az egység korrelációjához. A Zemplénikum magyarországi és szlovákiai területéről származó minták adatsorait összehasonlítottam egymással, valamint a Dél-Dunántúlról ismert karbon Tésenyi Homokkő Formáció vulkáni eredetű kavicsanyagának, továbbá a perm Gyűrűfüi Lapillitufa Formáció vulkanoszediment és vulkanit kőzeteinek összetételével. Munkám során a nemzetközi irodalomban széleskörűen használt, normált fő- és nyomelem diagramokat, valamint főelemre épülő diszkriminációs diagramokat alkalmaztam. Megállapítható, hogy a vizsgált zemplénikumi karbon és perm minták elemeloszlása hasonlít egymásra. A korrelációs mintákkal összehasonlítva is azonos tendenciákat mutatnak, a MgO- és a CaO-tartalomban általában számottevő szegényedést, míg a Na<sub>2</sub>O- és a K<sub>2</sub>O-tartalomban nagymértékű dúsulást mutatnak. A különböző korú és eltérő formációkba sorolt zemplénikumi minták hasonlóságát utólagos folyamatok is okozhatták, melyek homogenizálták az összetételt. A nemzetközi irodalomban másként értelmezik az analóg közép-európai képződményeket: míg a karbon vulkanitokat és vulkanoszedimenteket posztorogén típusúaknak, addig a fiatalabb permieket egy riftesedéshez kapcsolódó vulkanizmus eredményének tekintik. A minták fő- és nyomelem geokémiai hasonlósága azonban nem utal eltérő nagytektonikai környezetben való keletkezésre. A dolgozatom eredményei alapján elmondható, hogy új, nagyobb számú mintagyűjtés, valamint azok többszemponútú vizsgálata (petrográfia, geokémia, koradatok) szükséges a képződmények korának és rétegtani hovatartozásának pontosításához.



**HORVÁTH MARTIN***nova97palermo@gmail.com*

osztatlan tanári (történelem és állampolgári ismeretek-földrajz)

Osztatlan, 7. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Berzsenyi Dániel Pedagógusképző Központ

*Témavezető:**Dr. habil Unger Zoltán  
egyetemi docens, ELTE BDPK*

---

**A Gérce környéki bazaltok kőzetzárványai**

A gércei tufagyűrű és a Hercseg-hegy a Kisalföld vulkanikus képződményei, melyek egyedülálló kutatási lehetőségekkel rendelkeznek. A képződményeket felépítő bazalt és bazalttufa kőzetzárványainak vizsgálata révén információkat nyerhetünk a terület geológiai fejlődéstörténetéről. Számos korábban működő kőbánya mellett egy 2013-ban nyitott és még ma is művelt bányában tárul fel előttünk a kőzet. Kutatásunk során főként ennek a bányának a mintáira fókuszáltunk, hiszen innen még nem történt kőzetleírás.

Fő gondolatunk az volt, hogy ezek a zárványok fő tulajdonságaikban azonosak lesznek a már korábban leírt, más Gérce környéki bányából (főként a Belső-hegy bányájából) származó zárvánnyal. A mintákból vékonycsiszolatokat készítettünk, melyek petrográfiai leírásához polarizációs mikroszkópot használtunk.

A fő kőzetalkotó ásványok alapján besoroltuk őket a peridotit háromszög megfelelő mezőjébe. Ezután következett a kőzetszövettani leírás. A hipotézisünk részben beigazolódott, a 2013-ban nyitott bánya mintái ásványos összetétel szerint nagy fokú azonosságot mutatnak a Belső-hegy bányájából származókkal. A két helyszín mintáinak szöveti tulajdonságai ugyan minimálisan, de eltérnek egymástól.

A zárványokban található spinellek és szimplektitek vizsgálata további kutatásokat igényelnek, elsősorban geokémiai jellegűeket. Ezeknek a ritka ásványoknak és ásványtársulásoknak a vizsgálatával pontos képet kaphatunk a Kisalföld alatti litoszféra és asztenoszféra geodinamikájáról.

**KRASZNAI MÁRTON JÁNOS***krasznai.marton@gmail.com*

Földtudományi

BSc, 5. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Bíró Tamás**adjunktus, ELTE TTK**Hencz Mátyás**tudományos munkatárs, MTA FI FluidsByDepth Lendület Kutatócsoport, Földfizikai és**Űrtudományi Kutatóintézet*

---

**Az Andoraktályai piroklasztit sorozat - Kitörési folyamatok rekonstrukciója és korreláció más képződményekkel**

Kutatómunkám során a Bükkalja miocén korú piroklasztit képződményeinek egy eddig nem vizsgált feltárásával foglalkoztam, amely Andornaktálya keleti szomszédságában helyezkedik el. Az ún. Rózsa utcai pincesor feltárásain részletes terepi alapú vulkanosedimentológiai és száraz szitálással, valamint lézerdiffrakciós elemzésekkel megvalósult granulometriai vizsgálatokat végeztem, melynek célja a rétegsort létrehozó vulkáni események jellegének megállapítása volt. A körülbelül 15 méter vastagságú rétegszelvényt – melyet 7 feltárásban vizsgáltam részletesen – a hiátusok, valamint a terepen meghatározott két őstalaj alapján 4 egyégre (I-IV) osztottam.

A legfelső, IV egységet részletesebb vizsgálatoknak vettem alá, és a terepi, valamint laboratóriumi vizsgálatok eredményeként két további (A, B) alegységre osztottam. Az A alegységet 1-30 cm vastagságú, jól osztályozott ( $\sigma\phi = 1-2$ ), jellemzően konstans vastagságú, piroklaszt hullás során létrejött tufa és lapillikő rétegek alkotják. A B alegységet rosszul osztályozott, rétegzetlen lapillitufa alkotja, benne horzsaköbökkel, gázszegregációs csatornákkal és elszenesedett növénymaradványok után maradt üregekkel. Ezek miatt a bélyegek miatt valószínűsíthető az üledék létrehozó piroklaszt sűrűség-ár alacsony hőmérséklete és a kitörés freatomagmás jellege – ebben a szakaszban. Az IV. egység korrelálható a BIRÓ, T. et al. (2020) által leírt, Tibolddarócon és Bogácson megtalálható Jató tagozat anyagával, ami további segítséget nyújt a kitörés jellegének – azaz kezdetben hullott anyagokat létrehozó, majd a freatomagmás hatás megjelenésével a kitörési oszlop összeomlásából származó piroklaszt sűrűség-ár üledék lerakódásával járó eseménysorozat – megállapításához. Az általam felvett IV/A alegység rétegeiből kapott szemcseméret-eloszlási adatok gyakorlatilag megegyeznek a korábban 10, illetve 18 km-re, keleti irányban elhelyezkedő kibukkanások adataival. Ugyanakkor, a B alegységben megjelenő rétegzetlen ignimbrít jóval nagyobb maximális horzsakőmérettel és vastagsággal jellemezhető, mint a keletebbre kibukkanó rétegsorokat záró ignimbritek. Ezen megfigyeléseim lehetőséget adnak – az anyag oldalirányú elterjedésének és vastagság-, valamint fácies-változásának ismeretében – a kitörési központ nyugati irányú feltételezésére, ami megerősíti a korábbi geokémiai alapokon nyugvó kvalitatív forrásterület-rekonstrukciót (LUKÁCS, R. et al. 2018).

**KOVÁCS DÁNIEL***kovacsdani@student.elte.hu*

Geológus

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Kovács István János**tudományos főmunkatárs, ELKH Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet, Sopron,**Magyarország**Gál Ágnes**tanársegéd, Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Geológiai Intézet, Kolozsvár, Románia*

---

**Névlegesen vízmentes ásványok szerkezeti hidroxil-tartalmának vizsgálata a dél-hargitai shoshonitokban**

A Dél-Hargitai shoshonitok a Kárpát-Pannon régió keleti területén húzódó Kelemen-Görgényi-Hargita neogén-negyedidőszaki vulkáni vonulat legdélebbi és egyben egyik legfiatalabb vulkáni képződményei. A shoshonitok két helyen bukkannak felszínre, a Sepsibükszádtól délnyugatra található Kis Murgó és a Málnásfürdőtől északra fekvő Lüget vulkáni dómok formájában. Munkám során a Lüget területén működő kőfejtők közül az északi és déli kőfejtők shoshonitjait vizsgáltam meg. Az általam vizsgált minták a két kőfejtő teljes területéről származnak annak érdekében, hogy feltárjam a dóm belső és külső részén található kőzetek hasonlóságát és eltérését. A begyűjtött kőzetek makroszkóposan igen változatos szövetet (sávós, foltos, porfíros, afanitos) mutatnak. A szöveti csoportosítás alapján elkülönített csoportokból 10 mintát vizsgáltam meg részletesen petrográfiai és főelem geokémiai elemzések segítségével. Továbbá a kőzetekben található névlegesen vízmentes ásványok közül a klinopiroxén fenokristályok (>300 mikrométer) szerkezeti hidroxil-tartalmát határoztam meg Fourier-transzformációs infravörös spektrometria (FTIR) segítségével. A kőzetek eredeti víztartalmát számos utólagos folyamat befolyásolhatja, beleértve a lassú hűlési sebességet, a magma kigázásodását és oxidációját, valamint a felszíni folyamatokat. A munkám során alkalmazott vizsgálatok lehetővé teszik, hogy a klinopiroxén fenokristályok szerkezeti hidroxil-tartalmának mérésével a fentebb felsorolt hűlés során lejátszódó szin- és poszteruptív folyamatokra következtessünk.

## **MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK**

- 1. Turai Martin (ELTE - TTK)**
- 2. Tóthi Tamara (ELTE - TTK)**
- 3. Vas Olivér Ottó (DE - TTK)**
- 4. Bodóczy Iliana Dimitrula (ELTE - TTK)**
- 5. Patócs Dóra (ME - MFK)**
- 6. Mátyás András Csaba (ELTE - TTK)**

A Zsűri tagjai:

**Dr. Szanyi János**

**Dr. Zsiborács Henrik**

**Péliné Dr. Németh Csilla**

**TURAI MARTIN***turaimartin01@gmail.com*

Földrajz

BSc, 5. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Munkácsy Béla**Egyetemi adjunktus, ELTE TTK*

---

### **Az agrofotovoltaikus rendszerek és hazai potenciálja**

A kutatás első fele az agrofotovoltaikus rendszerekkel, azok részletes ismertetésével foglalkozik, bemutatja a fajtáit, jellemzőit, amelyeket példákkal – a világ minden tájáról –alátámaszt, illetve szemléltet. Rámutat fontosságukra, szükségességükre a mezőgazdasági és az energia szektorban és mindemellett kiemelt célja a rendszer híresztelésén, annak térnyerésében való segítségén kívül az ezzel foglalkozni kívánók motiválása. Ezek mellett felméri Magyarországot AgroPV-telepíthetőség terén, megvizsgálja, hogy hazai téren milyen területeken érdemes ilyen rendszert telepíteni, majd ennek végén egy kisebb ajánlást tesz. A minél részletesebb információk, illetve a különböző vélemények biztosításához megújuló energiával és/vagy napenergia hasznosításával foglalkozó személyek, továbbá hazai, valamint külföldi kutatók járultak hozzá. Az ismertetés után a kutatás második fele egy konkrét földterületet vizsgál meg, mér fel Lajosmizsén egy potenciális AgroPV-rendszer telepítése érdekében. A területen a termelő, Sági Kata Flóra szamócát termeszt, ami a napkedvelő tulajdonsága ellenére jól működhet napelemes környezetben, mindez a klímaváltozásnak, annak szélsőséges hatásainak köszönhetően. A növény különféle igényeit, a terület infrastruktúráját, annak tájolás szerinti elhelyezkedését, a területen felhasznált energia mennyiségét és más fontos információkat figyelembe véve ad egy biztos alapot további vizsgálódások terén. Mindezek ismertetése után országos kitekintés formájában a kutatás felméri a csak szamóca termesztésére szolgáló mezőgazdasági területeket Magyarországon, majd egy potenciál számítás keretein belül megnézi, hogy ezeken a területeken mennyi AgroPV kapacitás lehetne megoldható. Itt több eshetőséget (különböző teljesítményű napelempanel, fóliasátras alkalmazások) figyelembe véve több eredménnyel is szolgál, majd ezeket kielemezi. Annak ellenére, hogy a kutatás eredményei mellé további mérések, feltérképezések szükségesek, jól rámutatnak egy agrofotovoltaikus-rendszer alapjaira, annak telepítéséhez szükséges tényezők figyelembevételének fontosságára.

**TÓTHI TAMARA***tohitamara@student.elte.hu*

Földtudományi

BSc, 5. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Markó Ábel**doktorandusz, ELTE TTK**Mádlné Szőnyi Judit**egyetemi docens, ELTE TTK**Szijártó Márk**tudományos munkatárs, ELTE TTK*

---

**Kettőt egy csapásra: felszín alatti csapadékvízpótlás mint lehetséges hőtárolás?**

A dolgozatom által felvetett tágabb kérdés, hogy van-e értelme összekapcsolni az ATES (Aquifer Thermal Energy Storage=Hőenergia-tárolás víztartó rétegben) és MAR (Managed Aquifer Recharge=Célzott felszín alatti vízpótlás) rendszereket? Vajon a MAR rendszerekben rejlik-e természetes módon hőtárolási lehetőség? Kutatásom középpontjában első sorban a sekély csapadékvízpótlás hőhatásainak vizsgálata állt, melyet Duna-Tisza közti területen mutattam be. A munkához szükséges adatokat (vízszint-, hőmérséklet-idősorok) egy Kerekegyháza-i létesített MAR mintarendszer szolgáltatta.

A hőmérsékleti idősorok segítségével elemeztem a területen mért léghőmérsékletet, a bevezetés helyéül szolgáló ásott kút vízhőmérsékletét, illetve a MAR rendszer hatásainak vizsgálatára fűrt két megfigyelőkút vízhőmérsékletét. A vízszintre vonatkozó adatok szintén a három kútra vonatkoznak. A léghőmérsékleti adatok felhasználásával analitikus matematikai módszerek segítségével számítottam ki, hogy vízpótlás nélkül - pusztán kondukciónal - milyen hőmérsékleti profil várható a megfigyelőkutak és az ásott kút mélységében. Emellett, számításokat végeztem a vízszintre vonatkozó és a hőmérsékleti adatok segítségével annak megbecslésére, hogy mekkora vízmennyiség kerül be az ásott kútba, és ez mekkora hőtöbbletet/hőhiányt képes okozni nyáron/télen a csapadékvíz felszín alatti víztől eltérő hőmérséklete miatt.

A számítások során arra a következtetésre jutottam, hogy a megfigyelőkutak mélységében mért hőmérsékleti idősor jó közelítéssel előáll a konduktív hatások következményeként, még abban az esetben is, amikor a csapadékvíz hatását figyelmen kívül hagytam. A további számítások pedig megmutatták, hogy a csapadékvíz bevezetésének hőhatása már a bevezetés helyén, azaz az ásott kútban is kicsi, így a vízáramlás irányába telepített két megfigyelőkútban emiatt nem mérhető a hatása. Az eredmények tükrében megállapítható, hogy az egyedülálló sekély MAR és az ATES rendszerek összekapcsolásának hatékonysága alulmarad a napkollektorok, a napelemes rendszerek, illetve a geotermikus hőszivattyús rendszerekkel szemben. Azonban érdemes lenne megvizsgálni a nem individuális és mélyebb rendszerek összekapcsolhatóságának lehetőségét is, melyek magukban hordozhatják a lehetőséget a hatékonyság növelésére.

**VAS OLIVÉR OTTÓ**

*vasoliver15@gmail.com*

Geográfus

MSc, 3. félév

Debreceni Egyetem

Természettudományi és Technológiai Kar

*Témavezető:  
Dr. Tóth Tamás  
adjunktus, DE TTK*

---

**Tüzelési célú szilárd biomassza felhasználás lehetőségei a hazai távhőszolgáltatásban, a kaposvári fűtőmű példáján keresztül**

Korunkban egyre sürgetőbb kérdés, hogy miként válthatók ki a fosszilis energiahordozók felhasználása a csökkenő tartalékok és az egyre nagyobb energia iránti igény tükrében. Ezt hazánk energetikai importfüggőségének fényében tovább fokozza a jelen idők külpolitikai és gazdasági körülményei is. Ezen energia függőség mérsékléseként felmerülnek a megújuló energiák, mint alternatív energiatermelő lehetőségek. Magyarországnak igen jó biomassza potenciálja van, amit akár villamos- vagy hőenergia előállítás érdekében hasznosíthatna széleskörben. A biomassza felhasználásából nyert hőenergia által városi szinten lehet biztosítani a távhőellátást. A hazai távhőszolgáltatási tüzelési célú biomassza hasznosítást egy zöldmezős beruházás példáján keresztül mutatom be, ami nem más, mint a kaposvári Zöld Fűtőmű. Kutatásom során az ilyen típusú projektek telepítői tényezőit, engedélyeztetési eljárását vizsgáltam, valamint azt, hogy a szilárd biomassza tüzelésű létesítmény milyen hatást gyakorol a megyeszékhelyre.

**BODÓCZY ILIANA DIMITRULA***ibodoczy@gmail.com*

Környezettan

BSc, 5. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Aradi László**Posztdoktorális kutató, Padovai Egyetem, Földtudományi Intézet, Via Gradenigo, 6 - 35131**Padova**Lovász Anikó**PhD-hallgató, SolServices Kft., Városligeti fasor 38., 1068 Budapest, HU*

---

### **Napelem panelek felületén megtapadó szennyeződések vizsgálata**

A napenergia az egyik legstabilabb és legnagyobb mennyiségben rendelkezésünkre álló energiaforrás, így egyre több helyen létesítenek fotovoltaikus napelemes rendszereket. Mint minden technológiában, a napelemes rendszerek esetében is léteznek hatásfok csökkentő tényezők, mint például a soiling, a panelek felületén megjelenő szennyeződés, mely akár több 10%-os hatásfokromláshoz is vezethet. A kutatás célja magyarországi napelemparkok szennyeződéseinek vizsgálata, melynek első lépése a mintázási és analitikai metódus kidolgozása, értékelése volt. A vizsgálatot egy Inárcson telepített napelemparkban végeztük, ahol mintát vettünk a talajból, a park négy sarkában lévő napelem felszínéről, illetve a panelek alján összegyűlt anyagból. A szennyeződés összetételét optikai és elektronmikroszkópos, valamint röntgen pordiffrakciós vizsgálattal határoztuk meg. Makroszkópos és sztereomikroszkópos vizsgálatokkal megállapítható volt a panel felületéről

és a panelek alján összegyűlt anyagból vett minták közötti eltérés mind színükben, mennyiségükben, valamint szemcseméretükben is: a panel felszínére sötétszürke, finom szemcseméretű (agyag, aleurit) szennyezőanyag tapadt, a panel alján pedig világos szürke, homok szemcseméretű, többségében kvarc, csillám alkotta szennyeződés halmozódott fel. A különbség oka a gravitáció és/vagy csapadék okozta áthalmazódás. A minták ásványai eltérő arányban kvarc, plagioklász, dolomit, földpát, káliföldpát és csillámok voltak, valamint különböző biológiai eredetű szennyeződések (növényi törmelék, csigaház töredék). A szennyező szervesanyagok nagy részének forrása a környéki talaj lehet, ugyanis az azonosított fázisok megtalálhatóak a park talajában is. A parkon belül a szennyeződés mennyisége heterogén és összefüggést mutat a földutakkal, valamint a növényzettel. Megállapítottuk, hogy lokális hatások befolyásolják a szennyeződés mennyiségét, így telepített növényzettel csökkenteni lehetne a felvert por mennyiségét a napelemek közelében. A kutatás további célja az antropogén hatásból származó szerves szennyezőanyagok vizsgálata, ami a napelemek szennyezettségén túl a levegő minőségéről is információkkal szolgálhat.



**PATÓCS DÓRA***patocsdori@gmail.com*

Hidrogeológus mérnöki

MSc, 3. félév

Miskolci Egyetem

Műszaki Földtudományi Kar

*Témavezető:**Dr. Szűcs Péter**egyetemi tanár, ME MFK*

---

**Miskolc területén létesítendő termálkút környezetének vizsgálata a Bükki Termálkarsztban**

Magyarország geotermikus adottságai európai és nemzetközi viszonylatban is kiemelkedőek, annak ellenére is, hogy nem aktív vulkáni területen található. A hőmérséklet mélységgel történő emelkedése magas, ezáltal 500 m mélységben az átlaghőmérséklet már 35-40 °C, 2000 m mélységben pedig 100-110 °C.

TDK dolgozatomban Magyarország második legnagyobb termálkarszt víztestjével foglalkozom, mely a Bükki Termálkarszt. A termálkarszton belül a Bükk térséget tartják hazánk legnagyobb karsztvízkitermelő és felhasználó területének, mely Észak-Magyarországon található. A Bükk peremén az alacsonyabb hőmérsékletű források és kutak a jellemzők, a peremtől távolodva először meleg, majd forró termálkarsztvíz kerül a felszínre. Magas hőmérsékletű termálkarsztvíz a Bükk peremétől távol, a törmelékes üledékekkel fedett, leszorított tükrű karsztokból tárható fel, mint például Recsk, Egerszalók, Demjén, Andornaktálya, Bogács, Mezőkövesd, Sajóhídvég, Miskolc, Mályi. Miskolc területén egy nagyvállalat hévízkutat szeretne létesíteni, hogy a távfűtését geotermikus energiából fedezze, mely manapság egyre gyakoribb. Célom, hogy megtaláljam a legmegfelelőbb rezervoárt a cég számára, ahol a későbbiekben termálkutat lehet létesíteni.

Feladataim a következők voltak: első lépésben a Bükki Termálkarszt geológiai-hidrogeológiai szakirodalmak összegyűjtése, összefoglaló készítése. Következő lépésben táblázatba foglaltam a Bükki Termálkarszt területére eső hévízkutakat az Országos Geotermikus Rendszer felületéről. Majd a nagyvállalat pontos helyének ismertetése után a legközelebbi hévízkutakat és egyéb, 500 m-nél mélyebb fúrásokat gyűjtöttem össze. A legközelebbi hévízkutak és fúrások adatait szintén az Országos Geotermikus Rendszer felületén kerestem meg, majd fúrási dokumentációkból, vízföldtani naplókából informálódtam a rétegsort illetően. Erre azért volt szükség, hogy minél pontosabb adatokat kapjak a kutak rétegsoráról, illetve a fúrások földtan szerinti rétegsoráról.

**MÁTTYÁS ANDRÁS CSABA**

*mattyas.andras@gmail.com*

Földrajz

BSc, 5. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:*

*Munkácsy Béla*

*Egyetemi adjunktus, ELTE TTK*

---

### **A Pusztazámori Hulladéklerakó rekultivált területének energetikai hasznosítása fotovoltaikus rendszerrel**

Tanulmányomban a Pusztazámori Hulladéklerakó rekultivált I. ütemének fotovoltaikus rendszerekkel történő energetikai hasznosítását tárgyalom. Többek között szót ejtek Magyarország jelenlegi energetikai helyzetéről, hazánk általános fotovoltaikus potenciáljáról, a rekultivált hulladéklerakók fotovoltaikus rendszerekkel történő betelepítésének előnyeiről, illetve a hulladéklerakók hibrid üzemű energiatermelésének, azaz a napenergia és a depóniagáz integrált hasznosításának lehetőségeiről. Hozok több példát hulladéklerakókra telepített napelemes rendszerekről, ezek között két magyar is található, majd részletesen bemutatom a Pusztazámori Hulladéklerakót. Általam készített SWOT analízis segítségével elemzem a hulladéklerakót több szempontból is, melynek elmélet alapját a Mile Gábor szakfőmérnök Úrral végzett mélyinterjú adta. Bemutatom a hulladéklerakó I. ütemének lehetséges napelemes rendszerét, optimális tájolását, illetve ezeket számításokkal is alátámasztom. Bemutatom a Pusztazámori Hulladéklerakó lehetőségeit egy hibrid üzemre, majd értekezek a hulladéklerakó energiátárolási lehetőségeiről. Végezetül összegzem a tanulmányt, és levonom a következtetéseket.

## **NEGYEDIDŐSZAK ÉS GEOMORFOLÓGIA**

- 1. Vincze Ákos (SZTE - TTIK)**
- 2. Csernyik Laura, Vitai Ákos (ELTE - TTK)**
- 3. Szabó Gergely (ELTE - BDPK)**
- 4. Hajdu Sándor (SZTE - TTIK)**
- 5. Iván Levente Botond (ELTE - TTK)**
- 6. Szilágyi-Sándor András (ELTE - TTK)**

A Zsúri tagjai:

**Dr. Szabó József**

**Dr. Pecsmány Péter**

**Dr. Poszet Szilárd**

**VINCZE ÁKOS**

akosvin02@gmail.com

Földrajz

BSc, 3. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezető:**Dr. Sipos György**egyetemi docens, SZTE TTIK*

---

### **Folyóvízi teraszok térképezése a Középső-Pamír és a Nyugati-Tien-san területén**

A hegységek kiemelkedésének üteme az idők során folyamatosan változik. A kiemelkedés mértékének és változásnak jó jelzői lehetnek a folyóvízi formák, azon belül is leginkább a teraszok. A folyóvízi teraszok kialakulását a tektonikus kiemelkedésen túl azonban az éghajlat változásai is befolyásolják. E két tényező hatását igen nehéz szétválasztani. Erre azokon a területeken van lehetőség, ahol gyors teraszképződés történik, így jobban elkülöníthető ezek a hatások.

A Föld egyik leggyorsabban emelkedő hegységei a Belső-Ázsiában található Pamír és Tien-san. A hegységek az Indiai- és az Eurázsiai- kőzetlemezek ütközési zónájában találhatóak, a felgyűrődés egyik gócpontja, itt összpontosul a kialakuló energia nagy része, ezért is ilyen nagy a kiemelkedés mértéke. A Pamírt 3 részre lehet bontani egy északi, egy középső és egy déli részre. A Tien-sant pedig egy központi, belső, keleti, nyugati és északi részre. Morfológiai vizsgálataimat két völgyben, a Pamír hegység középső részét átszelő Bartang, Gudara, Tanymas folyók völgye mentén végeztem, illetve a Nyugati-Tien-san területén található Zaravsan folyó völgyén, mivel ezen a területen ilyen irányú vizsgálatok eddig nem történtek, emellett a gyors kiemelkedés miatt ideális a teraszképződés vizsgálata szempontjából. Ezeket a folyókat gleccserek táplálják, amelyek Földünk egyik legérzékenyebb pontjai a klímaváltozás szempontjából. Hőmérséklet csökkenése vagy emelkedése így könnyen befolyásolni tudja a folyó vízhozamát, amelynek hatására a morfológiai egyensúly megváltozásával szintén teraszok alakulhatnak ki. A folyó völgye ebből a szempontból is kiváló helyszín a teraszok kialakulásának vizsgálatához.

A vizsgálataim célja, hogy domborzatmodell és műholdfelvételek segítségével geomorfológiai térképezést végezzek a kiválasztott völgyek mentén, feltárva a folyók esésviszonyait, a völgyekben azonosítható teraszfelszínek és hordalékkúpok helyzetét és magassági viszonyait.

**Kulcsszavak:** folyóvízi terasz, klímaváltozás, tektonika, Pamír, Nyugati-Tien-san

**CSERNYIK LAURA**

cslaura12@gmail.com

Földtudományi

BSc, 5. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

**VITAI ÁKOS**

vakosv829@gmail.com

Földtudományi

BSc, 5. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Székely Balázs**egyetemi docens, ELTE TTK**Visnovitz Ferenc**osztályvezető helyettes, ELTE TTK*

---

### **A rácalmási Nagy-sziget környezettörténete és geofizikai vizsgálata**

Tanulmányunkban a rácalmási Nagy-sziget fejlődéstörténetére keresünk magyarázatot geofizikai vizsgálatokkal. Azért figyeltünk fel első sorban a szigetre, mert az addig vélt keletkezésének ellentmond, mivel eredetileg az volt a teóriánk, hogy tektonikus úton keletkezett. A vizsgált sziget Budapesttől délre, a Csepel-sziget déli sarkában van, ott, ahol a Soroksári-Dunaág beletorkollik a főágba. Az 1930-as években a sziget virágzott, közel 100 különféle gyümölcsfajta kapott otthont a szigeten. A terület földtanilag kifejezetten aktív helyen van, ugyanis a Közép-Magyarországi Mobilis Öv széle és a Ráckevei-(Soroksári-) Dunaág itt találkozik össze a sziget északi részén. Megfigyeltünk jellegzetes mikrodomborzati struktúrákat terepen és történelmi térképeken, ezért azt feltételeztük, hogy ezek kapcsolatban állnak a Nagy-sziget környezettörténeti fejlődésével. Továbbá tudni akartuk, hogy ezek a domborzati mintázatok hogyan folytatódnak a felszín alatt, ezt geoelektromos mérésekkel vizsgáltuk. Feltárult számunkra, hogy a terület igen gyorsan kezdett el gyarapodni a folyószabályozások után. A geoelektromos tomográfiai méréseink rámutattak arra, hogy sok-sok övzátony maradványa van a felszín alatt, ezt megerősítette az elektromágneses mérésünk is. A sziget keletkezésére állítottunk fel különböző forgatókönyveket, melyekből a későbbi méréseinket követően egy végleges scenárió lát majd napvilágot. Arra következtettünk, hogy a Nagy-sziget fejlődésének és épülésének tektonikus, csuszamlási, övzátonyos és áradásokkal kapcsolatos komponensei lehettek, melyek különböző régiókra jellemzőek. Ezek alappillérei a történelmi térképek, megfigyeléseink és méréseink eredményei. A mérések eredményeivel és történelmi térképek tanulmányozásával az elmúlt 250 év eddig soha nem látott részletességű szigetnövekedést sikerült rekonstruálnunk. Valamint a méréseink által az írásos emlékek előtti időszakokra is interpretációkat tehetünk.

**SZABÓ GERGELY***szabo.gery0305@gmail.com*

Földrajz - Matematika Tanár

Osztatlan, 9. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Berzsenyi Dániel Pedagógusképző Központ

*Témavezetők:**Dr. Kovács Gábor**adjunktus, ELTE BDPK**Zentai Zoltán**mestertanár, ELTE BDPK*

---

**A Vasvár környéki laza üledékes deformációk összehasonlító vizsgálata.**

Kutatásom a Vasvár melletti kavicsbányát és annak üledékszerkezeteit tárta fel és írta le. Jelen vizsgálat célja az egykori kavicsbánya jelenlegi arculatában fellelhető egyik laza üledékes deformáció (későbbiekben Cuneatus) kialakulási körülményeinek megismerése, illetve összehasonlítása a területen fellelhető többi formával. Kutatásom fő kérdése a Cuneatus kialakulására irányul, mely látszólag különbözik a helyszínen található többi üledékszerkezettől. Ezzel arra a problémára kívántam rávilágítani, hogy bizonyos laza üledékes deformációk külső jegyeik alapján meglehetősen hasonlóak is lehetnek, amely megnehezíti pontos nevezéktanba való besorolásukat továbbá remélem, hogy vizsgálati eredményeim és az azok elérésére használt módszerek segítik a jövőbeli kutatásokat a hasonló kérdések megválaszolásában. Munkám során a terepen végzett megfigyelések és mérések mellett a helyszínen vett mintákat különböző laborvizsgálatoknak vettem alá. A szemeloszlás analízise mellett, színskálázást és fény-illetve elektronmikroszkópos vizsgálatokat is végeztem. Mindezeket kiegészítették az adatokat könnyebben kezelhetővé téve az általam használt számítógépes szoftverek. Eredményként sikerült meghatároznom a bányában található legtöbb ékszerkezet típusát és a kutatásom fő tárgyát képező üledékszerkezet lehetséges kialakulási elméletei közül is kizárhattam hármát. Konklúzióként elmondható, hogy bizonyos vizsgálati módszerek önmagukban nem elég reprezentatívak ahhoz, hogy a velük nyert összes adatot egyértelműen felhasználhassuk. Viszont más eredményekkel összevetve így is hasznos és releváns információkat szolgáltathatnak kutatási kérdésünk megválaszolását illetően.

**HAJDU SÁNDOR***hajdusandor88@gmail.com*

Földrajz

BSc, 2. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezető:**Dr. Sipos György**egyetemi docens, SZTE TTIK*

---

### **Ártéri szintek kialakulása a Duna Baja és Stari Slankamen közötti szakasán**

A Kárpát-medence legnagyobb folyója a Duna, felszínformáló tevékenysége jelentős területeket érintett a múltban, ami a medence vízrendszerére is nagy hatással volt. A késő pleisztocén és holocén során bekövetkező tektonikus és a klimatikus változások során a folyó morfológiai egyensúlya több esetben és több helyen is megbomlott, ami teraszok és ártéri szintek kialakulásához vezetett. Hasonló folyamatok játszódnak le napjainkban a folyószabályozások és egyéb emberi beavatkozások hatására.

Vizsgálataim fő célja, a Duna Bajától (1479fkm) Zalánkeménig (1215fkm) tartó 264km hosszú szakasán a folyó múltbéli fejlődésének feltárása, mivel a korábbi kutatások numerikus koradatok hiányában csak érintőlegesen foglalkoztak az itt található formák kialakulásával. A folyó múltbéli dinamikájának a megértése segítséget adhat a jelenkori változások és folyamatok értékeléséhez is, ezért kísérletet teszek a késő pleisztocén és holocén bevágódás és oldalirányú folyóvándorlás ütemének meghatározására.

A kutatás helyszínén a Duna középszakasz jellegű és kanyarogva bevágódó. Meanderezik és szigeteket, zátonyokat épít, több ágra szakad. Az ártér a szabályozások előtt több 10 km széles volt, míg napjainkra mindösszesen néhány kilométer szélességű. A folyó szélessége átlagosan 500 méter. Napjainkban is felismerhetők és térképezhetők az ártéren az egykori medrekhez kapcsolódó formák a folyóhátak, övzátonyok és a közöttük elhelyezkedő sarlólaposok. A felmérés során a domborzatmodelleken egyenletes távolságokban elhelyezett keresztzelvények magassági adatai segítették a különböző magasságban húzódó fluvialis felszínek azonosításában és lejtésviszonyainak meghatározásában.

Vizsgálataim során két ártéri szint és 4 teraszszint volt beazonosítható, melyek konvergencia tulajdonságokkal bírnak. A formák korának meghatározásához az OSL (optikailag stimulált lumineszcencia) módszert alkalmaztam. Ilyen jellegű méréseket a Duna szerb-szakaszának környezetében még nem végeztek.

**IVÁN LEVENTE BOTOND***ivanlevente245@gmail.com*

Földtudományi

BSc, 5. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Nagy Balázs**Egyetemi docens, ELTE TTK**Jó Viviána**Doktorandusz, ELTE TTK*

---

**Magas-Tátra - recens természeti veszélyek és outdoor turizmus**

A klímaváltozás okozta környezeti átalakulást napjainkban egyre erőteljesebben érzékeljük. Nincs ez másként a – sok esetben egyébként is szélsőséges éghajlattal rendelkező - magashegységi területeken sem. Kutatásomban a Magas-Tátra szlovákiai területét nyáron érintő természeti változásokat (geomorfológiai és meteorológiai) vizsgáltam, melyek jelentős befolyással bírnak az aktív turisztikai területhasználatra.

A terület minél pontosabb megismeréséhez és feltérképezéséhez archív térképeket útikönyveket, műholdfelvételeket és domborzatmodelleket tanulmányoztam, továbbá több mint 15 alkalommal terepbejárást végeztem. A területen elsőként alkalmaztam a kutatott témakörben a kérdőívezés módszerét, mely további, szakirodalmakban nem fellelhető információkat szolgáltatott a vizsgált helyszínről. A kérdőívezés eredményeit a térséget jól ismerő szakemberekkel végzett interjúkkal egészítettem ki.

Kutatásom központjában az emberekre veszélyt jelentő természeti jelenségek (azok erősségének és gyakoriságának változásai) álltak. Ezek leginkább az intenzív viharok és kísérőjelenségeik, illetve a nehezen előrejelezhető, nagy energiájú, hirtelen bekövetkező sziklaomlások és törmelékklavinák voltak. Mindemellett az emberi jelenlétet és annak hatásait is vizsgáltam a területen. Az összegyűjtött információk a hegységben zajló erőteljes környezetváltozásra mutatnak rá (pl. intenzív csapadékesemények fokozódása), mely jelentős mértékben növeli a látogatókat érintő kockázati tényezőket.

Eredményeim alapján egy kiválasztott részmintaterületre három veszélyességi térképet készítettem el a nyári idény eltérő időjárási állapotaira (alaphelyzet, nyár eleji olvadási időszak, heves – sok csapadékkal járó viharok időszaka). A térképeken a turistautakat veszélyességük alapján osztályoztam a nagyon veszélyes kategóriától, a biztonságos szakaszokig. Céлом a térképek elkészítésével a területre érkező túrázók megsegítése volt, az aktív turizmus biztonságosabbá tétele. Az általam alkalmazott módszer alapján további, a környezetváltozás által erőteljesen érintett hegyvidéki területek vizsgálata is lehetséges. A turistaútvonalakat érintő veszélyek - melyek feltételezhetően egyre több területet fognak fenyegetni – és azok valószínűségének megismerése a közeljövőben elengedhetetlen feladattá válhat a biztonságos aktív turizmus fenntartásához.



**SZILÁGYI-SÁNDOR ANDRÁS***andraska1456@gmail.com*

Geofizika

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:  
Székely Balázs  
egyetemi docens, ELTE TTK*

---

### **A marsi Nirgal Vallis tektonikus fejlődésének vizsgálata**

A Mars bolygó egyik legsajátosabb völgye a déli féltekén található, több mint 700 km hosszúságú Nirgal Vallis. A heszperiaiban, azaz nagyjából 3000 – 3700 millió éve keletkezett egykori folyóvölgy területét az idők során számos hatás formálta. Ezen tanulmány egyik célja az, hogy ezeket a hatásokat, feltárja és elkülönítse. Ilyen hatás az erózióbázisául szolgáló Uzboi Vallis vízszintjének változása, a kőzetek lokális tulajdonságai. Másik célja az általunk újonnan feltárt tektonikus folyamatok ismertetése. Mint közismert, a Mars klímája drasztikus változásokon esett át a múltban, a folyékony víz jelenleg nem stabil a felszínen. Az egykori folyóvölgyek formálódása azonban az aktív vizes időszakot követően számos ok miatt tovább folytatódott, jelenleg is zajlik. A tektonikus folyamatok olyannyira átalakították a meder morfológiáját, hogy jelenleg nem tudna lefolyni benne a víz, hanem kis szakaszokra (medencékre) oszlik. A Marsra vonatkozó extraterresztriális okok is befolyással vannak erre, azaz kisebb-nagyobb kráterek keletkezése szintén nyomot hagyott a topográfián.

A mindezek feltárására vonatkozó átfogó vizsgálatok esetén használatos MOLA és THEMIS nem nyújtanak megfelelő adatforrást, ezért a völgy részletes elemzését a HiRISE-felvételek és a HiRISE adatokból származó, e célból elkészített digitális domborzatmodellek felhasználásával végeztem el. A HiRISE DTM-ek lehetővé teszik a felszín néhány deciméteres felbontásban végzett vizsgálatát és kiértékelését. Létrehoztam a Nirgal Vallis tektonikus geomorfológiai struktúrák általi felosztását. Mindezek mellett számos olyan kis skálájú morfológiai elemet fedeztünk fel, melyek azelőtt a MOLA adatokon nem látszódtak. Ezen eredmények arra engednek következtetni, hogy a Nirgal Vallis területét jelenleg nem becsülhető, de vélhetően hosszabb ideig tektonikus hatások érték.

## ŐSLÉNYTAN ÉS TÖRTÉNETI FÖLDTAN

1. Heszler Bernát (ELTE - TTK)
2. Bóni Zoltán (SZTE - TTIK)
3. Vadler Emma (ELTE - TTK)
4. Magasi Anna (ELTE - TTK)
5. Szabó Nimród Zombor (ELTE - TTK)
6. Kolláti Réka (ELTE - TTK)

A Zsűri tagjai:

**Dr. Bujtor László**

**Dr. Dávid Árpád**

**Dr. Kövecsi Szabolcs**

**HESZLER BERNÁT***heszlerb@hotmail.com*

Geológus

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Dr. Pálffy József**egyetemi tanár, ELTE TTK**Gregory Price**professor, School of Geography, Earth & Environmental Sciences University of Plymouth Drake**Circus Plymouth, PL4 8AA, UK*

---

### **A középső-késő jura átmenet klíma- és környezetváltozásai dél-angliai belemniteszek és kagylók geokémiai adatai alapján**

A jura egy hosszan tartó üvegház klímájú időszak volt, amelyet hűvösebb epizódok szakítottak meg. A rétegtani keretbe helyezett oxigénizotóp-mérések hosszú távú globális paleohőmérsékleti adatsorai alapján lehetséges, hogy a középső-késő jura határán (azaz a callovi-oxfordi határon) üvegház-hűtőház klímaátmenet következett be, amit a kimmeridgi korszakban hőmérsékleti maximum követett. A középső-késő jura átmenet tengervíz-kémiajának jobb megértése, valamint a környezet- és klímaváltozásokról meglévő információk bővítése érdekében dél-angliai lelőhelyekről jól megőrződött belemnitesz és kagyló példányok kalcit vázanyagát vizsgáltuk. A globális belemnitesz  $\delta^{18}\text{O}$  adatbázist kiegészítettük az új saját adatok mellett a legfrissebb más tanulmányokból származó adatokkal is. A belemniteszek és kagylók  $\delta^{18}\text{O}$ -értékeinek összehasonlítása más ösföldrajzi területek egykorú O-izotóp profiljaival azt mutatja, hogy a callovi-oxfordi határon egy pozitív eltolódás következett be. Adataink alátámasztják a késő callovi lehülést, illetve az egyidejű pozitív  $\delta^{13}\text{C}$  anomáliát, ami szervesanyag-eltemetődésre utalhat. A hőmérséklet-csökkenés fordított üvegházhatásként értelmezhető, amelyet a többlet szén eltemetése miatti légköri szén-dioxid szint csökkenése okozott. A callovi-oxfordi átmenet környékén azonban nem találtak jégtakaró képződéséhez köthető üledékes nyomokat, a kalcit  $\delta^{18}\text{O}$  jele pedig olyan más tényezőktől is függ, mint a tenger sótartalma, illetve a kalcit kicsapódáskor jelenlévő tengervíz  $\delta^{18}\text{O}_{\text{sw}}$  értéke. Az összesített  $\delta^{18}\text{O}$  jelben felülreprezentáltak az Európából, azon belül főleg a szubboreális régióból származó adatok, ezért a callovi-oxfordi lehülés egyelőre nem tekinthető bizonyítottan globális eseménynek. Lehetséges, hogy a lehülést regionálisan inkább a szárazföld és tenger konfigurációjának megváltozása miatt bekövetkező, a boreális régióból délre irányuló hideg óceánáramlás okozta, ami összefüggésben lehet sótartalom-változásokkal is. Az itt bemutatott, új lelőhelyekről származó stabilizotóp- és nyomelemvizsgálatok kibővítik a korábbi adatokat a középső és késő jura intervallumra vonatkozóan. A callovi-oxfordi környezetváltozás mélyebb megértése érdekében azonban további geokémiai vizsgálatok szükségesek. Fontos új információt nyújthatnak erről az időintervallumról Magyarországról a Tethys északi peremét képviselő Tisza-egységből származó minták, amelyek segíthetnének az európai epikontinentális területek paleo-oceanográfiájának megértésében.

**BÓNI ZOLTÁN**

su100mm@gmail.com

Földtudomány

MSc, 4. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezető:**Dr. Gulyás Sándor**egyetemi adjunktus, SZTE TTIK*

---

### **A fosszilis édesvízi ostracodák határozásának nehézségei**

A Nagyvárad mellett lévő püspökfürdői Szent-László tó egy termál tó, amely számos speciális igényű bennszülött fajnak biztosít refúgiumot. Ezek között szerepelt többek között a bordás homorcsa csiga (*Melanopsis parreyssi*). A malakofaunán kívül a tavi rendszer üledékei is kínálnak egyéb, nem kevésbé érdekes élőlénycsoportokat. Ilyenek a Crustacea altörzsbe tartozó ostracodák (kagylósrákok), amelyek szintén tagjai voltak az egykor létezett tónak, ugyanis az gyakorlatilag kiszáradt, lecsapolásra került. Ezért kiemelkedően fontos az 1999 és 2011 között a Szegedi Tudományegyetem Földtani és Öslénytani Tanszékével karöltve, engedéllyel végzett szelvény feltárás az akkor még létező termáltó területén, ugyanis a tavi üledékből kapott fosszilis anyag, valamint az azokat tartalmazó beágyazó üledék vizsgálataival kiegészítve képet kaphatunk az egykor volt tavi környezet fizikokémiai viszonyairól, azok változásairól. A vizsgálatsorozat hosszútávon segítséget nyújthat a tó helyrehozatalában. Az ostracodák csupán egy kis szelete a vizsgált fossziliáknak, de nem elhanyagolhatók. Jelentős paleoökológiai képességgel bírnak, ezt pedig számos ma is élő faj vizsgálatai erősítették meg. Ez a csoport (fajtól függően is) meglehetősen érzékeny a környezet legkülönbözőbb faktoraira és azok változásaira. Ebből kifolyólag segíthetnek pontosítani a már a puhatestűekkel megkapott eredményeket. Ehhez azonban a fajok egzakt meghatározása szükséges. Dolgozatomban viszont igyekszek arra rávilágítani, hogy ez közel sem olyan egyszerű, mint gondolnánk. A recens genusok meghatározása sem minden esetben adja magát annak ellenére, hogy a lágy részek a kutatók rendelkezésére állnak, fosszilis anyagnál azonban kizárólag a héjak adnak támpontot. Meg kell jegyezni, hogy pusztán héj alapján a határozás sosem adhat száz százalékos bizonyosságot. Az alkalmazott módszer a SEM (Scanning Electron Microscope) ugyan professzionális képet ad az állatok héjáról, viszont igencsak borsos ára nem teszi őt túl vonzóvá. Ettől függetlenül a mikropaleontológiai kutatásokban már elengedhetetlennek számít, viszont az „egyszerűbb” biológiai mikroszkópokkal is lehet igen látványos eredményeket produkálni, amik jóval olcsóbbak. Egy semiplán objektív a megfelelő nagyítással - több munkaráfordítással ugyan, de - szintén lehetővé teszik a határozást. Dolgozatomban ezt a témakört járom körül.

**VADLER EMMA**

vadlerem@gmail.com

Földtudományi

BSc, 5. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Karádi-Kapiller Viktor  
egyetemi adjunktus, ELTE TTK*

---

### **A barnagi Akol-domb középső-triász conodonta biosztratigráfiája**

A Barnag község melletti Akol-domb középső triász lelőhelye már a 19. század óta ismert volt gazdag ammonitesz faunájának köszönhetően. A terület legidősebb felszíni képződménye a Megyehegyi Dolomit, melyre a Tagyoni Formáció platformkarbonátja települ. Ezt követi a medence kifejlődésű Vászolyi és Buchensteini Formáció. A közelmúltban végzett új gyűjtéseknek köszönhetően kivételesen gazdag ősmaradvány-együttes került elő a Vászolyi Formációt feltáró árkolásból. A leletanyag zömét ammoniteszek teszik ki, brachiopodák és gerinces maradványok mellett. Az ezek között található korjelző fajok alapján a rétegsort a felső anisusi illír alemeletbe sorolták be, a középső anisusi, pelsői alemeletből áthalmozott faunaelemekkel.

A jelen kutatás célja a rétegsor conodonta biosztratigráfiai vizsgálatának elvégzése és az így kapott eredmények összevetése a kutatásokból már ismert koradatokkal, valamint a makrofossziliákat nem tartalmazó rétegek korolása.

A feltárásból négy minta került feldolgozásra: kettő a fossziliákban gazdag réteg alatti mészkőpadokból és kettő a faunás réteg fölötti gumós mészkőből. A 10%-os ecetsavban feloldott minták mindegyikéből került elő azonosításra alkalmas platform conodonta-együttes, számos ramiform elem és egyéb halfog mellett. A dokumentáláshoz a conodontákról pásztázó elektronmikroszkópos felvételek készültek.

A két alsó mintában meghatározott *Nicoraella kockeli*, *N. germanica*, *Paragondolella bifurcata*, *P. bulgarica*, *P. hanbulogi* fajok a pelsőira jellemzőek, a két felső mintából előkerült *Neogondolella cornuta*, *N. longa*, *N. mesotriassica*, *Paragondolella excelsa*, *P. liebermani* taxonok pedig illír korúak. Az alsóbb rétegek pelsői kora arra utal, hogy az Akol-dombon ebben az időben már megkezdődött a mélyvízi üledékképződés. Ez megerősíti azt az értelmezést, hogy a faunadús réteg illír ammoniteszei közé áthalmozás során kerülhettek a pelsői egyedek. A Balaton-felvidék középső triász fejlődéstörténetét tekintve pedig arra lehet következtetni, hogy a Barnagi-platform megfulladása korábbra tehető, mint a Tagyoni- és a Kádártai-platformoké, amelyek esetén a mélyvízi képződmények lerakódása az illír középső, illetve késői szakaszában kezdődött meg.

**MAGASI ANNA**

*anna.magasi@gmail.com*

Földtudományi

BSc, 6. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:*

*Mohr Emőke*

*egyetemi adjunktus, ELTE TTK*

*Botka Dániel*

*anyagvizsgáló geológus munkatárs, ELTE TTK*

---

### **Az elfeledett felső szarmata „Zalai Marga” képződményeinek mikrofauna vizsgálata**

A szarmata/pannóniai határon (11,6 millió év) következett be a Középső-Paratethys élővilágában a legnagyobb fordulat, melyet a földrajzi elszigetelődés kiváltotta tengeri-tavi környezetváltozás okozott. Kutatásom célja ennek az eseménynek a detektálása volt a mikrofauna segítségével.

A Pannon-medence területén kevés olyan rétegsort ismerünk, ahol a szarmata-pannóniai határ üledékhiány nélkül megtalálható. Magyarországon a feltételezhetően folyamatos rétegsorokban a határ környékét az úgynevezett „Zalai Marga” jelzi. A Zalai Márgát harántoló fúrások (Szombathely Szh-2, Tengelic T-2, Nagykozár Nk-2, Lajoskomárom Lk-1, PAET-35, ZM-1, ZM-2) mikrofaunáját vizsgáltam vékonycsiszolatok és iszapolási maradékból kiválogatott izolált példányok alapján.

A foraminiferák alapján egy *Porosonion granosum* nagy gyakoriságával jellemzett, egy *Trochamminás* és egy *Miliamminás* agglutinált együttest különítettem el a Zalai Márgában. Továbbá megkülönböztethető egy *Amplocyprides-Herpetocyprid* kagylósrák asszociáció is. Az egymást követő mikrofauna együttesek alapján a szarmata végén a Paratethys végleges izolációja és az éghajlat csapadékosabbá válása létrehozott egy hosszan fennálló stresszkörnyezetet, amely változásokat okozott a tengervíz alkalinitásában és sótartalmában, illetve dizoxikussá is válhattak időnként a nyíltvízi környezetek. Ezzel magyarázható a Zalai Márgán belüli fajszegénység, hiszen kevés faj tudott adaptálódni a szélsőséges környezeti viszonyokhoz.

A Zalai Marga *Porosonion granosum* asszociációval jellemzett rétegei szarmata korúak, míg az agglutinált *Milliamminák* és *Trochamminák* pannóniai korú üledékekből kerültek elő.

**SZABÓ NIMRÓD ZOMBOR***nimrodzombor@gmail.com*

Földtudományi

BSc, 5. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Ósi Attila**egyetemi tanár, ELTE TTK*

---

**Késő kréta krokodil fogak komplex vizsgálata közép-európai lelőhelyekről**

Kutatásomban a közép-európai felső kréta ősgérces lelőhelyek krokodil faunáját vizsgáltam. Kutatómunkám fő kérdése a krokodilok táplálékpreferencia kérdését célozta meg. A munka során hat lelőhely hét taxonjának fogazatát vizsgáltam különböző módszerek segítségével. A lelőhelyek Ausztriában, Magyarországon és Erdélyben találhatóak és időben majdnem az egész felső krétát lefedik. A vizsgálatok izolált fogakon történtek, melyek részben kézi gyűjtéssel, részben iszapolás révén, mikroszkópos válogatással kerültek elő.

A fogak összehasonlító morfológiai leírásán túl, a fogkoronán található makrokopás jellegzetességeit vizsgáltam, továbbá a dentinen található mikrokopás jegyek 2D és 3D elemzését végeztem el. Emellett megkíséreltem a fogak 2D morfometriai elkülönítését is.

Eredményeim azt mutatják, hogy a korábbi publikációkban felvetett táplálkozásmóddal kapcsolatos feltételezett eltérések a fogkopási mintázat alapján is jelen voltak. Eszerint az *Iharkutosuchus* valószínűleg főként növényekkel táplálkozott, erősen heterodont metsző-, illetve őrlőfog-szerű fogaival. Az *Allodaposuchus* egy generalista krokodil volt, kúpos fogakkal, amelyek a mai alligátorokéra hasonlítanak. A *Doratodon* fogai levélalakúak és recézett carinával rendelkeznek, gyakran hasadási nyomokkal a felszínükön. A *Neosuchia* indet. 1. taxon elől kúpos, míg hátul egészen zömök, erősen koptatott törőfogakkal jellemezhető. Ehhez nagyon hasonló a *Neosuchia* indet. 2. taxon, szintén kúpos, illetve zömök fogaival. Ezzel ellentétben a *Neosuchia* indet. 3. egészen különleges a kúpos huzagolt fogaival. Az *Acynodon* fogazata is erősen heterodont volt, elől metszőfog-szerű, illetve hátul kerekded fogakkal. A kopási mintázatban látható taxonok közötti eltérések alapvetően tükrözik a fogkorona morfológiájából feltételezett táplálékpreferenciát.

Az elemzések során a késő krétán belül különböző korú és eltérő lelőhelyről származó, több esetben eltérő környezetet képviselő leletanyagot hasonlítottam össze. Amíg több lelőhely esetében akadtak csak azon a lelőhelyen előforduló egyedi taxonok, egyedi fogazattal, addig olyan taxonokat is vizsgáltam, melyek nagyobb időbeli elterjedéssel, akár három-négy lelőhelyről is ismertek. A morfológia több esetben különböző lelőhelyekről előkerült, de azonos taxonok között is mutatott eltéréseket.

Eredményeim hozzájárulnak mind a hazai, mind a közép-európai késő kréta krokodil, és egyáltalán szárazföldi gerinces faunák jobb megismeréséhez.

**KOLLÁTI RÉKA***kollatireka@gmail.com*

Földtudományi

BSc, 6. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Ősi Attila**egyetemi tanár, ELTE TTK*

---

**A magyarországi késő-kréta theropoda fogak morfológiai és táplálkozásökológiai alapú összehasonlítása más európai leletekkel**

A világon számos lelőhelyen kerülnek elő ragadozó dinoszaurusz (Theropoda) leletek, köztük hazánkban Iharkúton és Ajkán is. Ezek között a leletek között a leggyakoribb elemek a fogak. A fogak külső rétege, a zománc igen ellenálló anyag, így ezek sokkal jobb állapotban képesek fennmaradni, akár szállítódás esetén is, mint a csontok.

Kutatásomban a legfontosabb késő-kréta, közép-európai lelőhelyekről vizsgáltam Theropoda fogakat, hogy összehasonlításukkal megtudjuk, mekkora hasonlóság volt a térben és időben eltérő, mégis egymáshoz viszonylag közelálló lelőhelyek Theropoda faunája között, mind a fogak morfológiáját, mind a táplálkozásból eredő fogkopást vizsgálva. Az iharkúti, illetve ajkai (santoni) Theropoda fogak állnak a kutatásom középpontjában, melyek között összesen 7 taxont lehet elkülöníteni: Paronychodon sp., Paraves indet. 1., Paraves indet. 2., Paraves indet. 3., Theropoda indet. 1., Theropoda indet. 2., illetve Tetanurae. Ezeket vetettem össze, Lano-i, Gams-i, Tiefengraben-i, Vitrolles-i, illetve Hátszegi-medence beli fogakkal, melyek kiváló összehasonlítást nyújtanak az európai késő-kréta Theropodák jobb megismeréséhez. A példányokat mikroszkóppal, tolómérővel, illetve fotók alapján mértem, vagy adatbázisokból kigyűjtött adatokkal dolgoztam. A morfometriai összehasonlításhoz ezeket az adatokat használtam fel. A mért paraméterek logaritmizált adatait többváltozós főkomponens (PCA) elemzéssel vizsgáltam. Bár a fogak mérete nagyban befolyásolta a taxonok egymáshoz viszonyított elhelyezkedését, a recézettség, továbbá egyéb alaktani sajátosságok (pl. korona felszíni díszítettsége) elkülönítették egymástól a csoportokat. A fogkopás elemzéshez kiválasztott példányokon konfokális mikroszkóp segítségével készítettem el a vizsgált területek leképezését. A mikroszkóppal 100x-os nagyításnál készültek 2D, illetve 3D felvételek is a kopott zománcfelületről, melyek közül a 2D felvételeket aztán a Microware szoftver segítségével elemeztem. A fogak felszínén egyaránt látszódnak karcok és kisebb gödrök is, de ezek a táplálkozásból eredő nyomok a Theropodák esetében általában csak a fog legkülső felszínén, a zománcra jelennek meg. A kutatás bizonyítja, hogy bár ezek a lelőhelyek mind más időszakot képviselnek, a Theropoda faunák sok hasonlóságot mutatnak egymással. Későbbi kutatásaim során tervezem kibővíteni az adatbázist más lelőhelyek Theropoda anyagával is, mely nagyban segít megérteni a Theropodák csoportjait



## TÁVÉRZÉKELÉS ÉS TÉRINFORMATIKA

1. **Dobos Nóra (DE - TTK)**
2. **Geda Joel Martin (OE - AMK)**
3. **Böröcz Balázs (OE - AMK)**
4. **Krausz Ágnes (OE - AMK)**
5. **Sárközy Zsófia (ELTE - IK)**
6. **Dobos András, Gömöri András (ME - MFK)**
7. **Sipőcz Jázmin (ELTE - TTK)**

A Zsűri tagjai:

**Dr. Mucsi László**

**Dr. Demeter Gábor**

**Dr. Zlinszky András**

**DOBOS NÓRA***dobos.nori34@gmail.com*

Földrajz

BSc, 6. félév

Debreceni Egyetem

Természettudományi és Technológiai Kar

*Témavezetők:**Dr. Túri Zoltán Krisztián**adjunktus, DE TTK**Dr. Varga Orsolya Gyöngyi**vez. kutatómérnök, Envirosense Hungary Kft.*

---

**Kukorica- és napraforgóminták fenológiai elemzése távérzékelte adatok alapján**

Napjaink gyors információtechnológiai fejlődése olyan módszerek lehetőségét adja a kezünkbe, mint a globális műholdas helymeghatározás, a geoinformatika, a távérzékelés, amelyekkel a földfelszín élő és élettelen részeit gyorsan, pontosan és nagy területeken tudjuk vizsgálni. Ez a technológiai fejlődés a mezőgazdaságban is gyorsan utat tört magának.

Pályamunkámban a távérzékelés elméleti hátterét és néhány gyakorlati példát mutatok be, amely kiterjed többek között a mezőgazdaságban hasznosítható vegetációelemzésre is. A pályamunkában hajdúhádi és hortobágyi mintaterületeken – mezőgazdasági táblákon – Sentinel-2 műholdfelvételek felhasználásával különböző vizsgálatokat végeztem, illetve spektrális indexeket számoltam a szántóföldi növénykultúrákról vett minták alapján.

Munkám során a mezőgazdasági területek távérzékelte adatainak a feldolgozásával és azok elemzésével foglalkoztam, melynek lényege a napraforgó- és a kukorica-növénykultúrák fejlődésének a vizsgálata volt. A napraforgóminták növekedési ütemében nem tapasztaltam lényeges eltéréseket, amely arra utal, hogy az egyes szántóföldi parcellákon a kultúrnövények vetési és betakarítási ideje, illetve a növényfejlődés fenológiai fázisai hasonlóak voltak.

Az elemzésbe bevont két szántóföldi kultúrnövény vegetációjának vizsgálatában az NDVI és a SAVI index értékek is úgy alakultak, ahogy az a növényfejlődés fenológiai fázisai alapján várható volt. Májusig az értékek a minimumot mutatták, májustól júliusig nőttek az értékek, amíg el nem érték a maximumukat. Augusztusig a görbék értékei stagnáltak, majd szeptemberben az érési időszaktól kezdve csökkentek az értékek egészen októberig a betakarításig.

A SAVI értékek magasabbak voltak az NDVI értékeknél, és a legnagyobb vegetációs aktivitás időszakában meghaladták az 1-et. A kiugró értékű minták vegetációs fejlődésében tapasztalható eltérések okai az NDVI és a SAVI spektrális indexek eredményeiből nem tárhatók fel pontosan. Ehhez a mintaterületeknek választott táblák vetés- és gazdálkodási naplójának az ismerete, az agroökológiai jellemzők táblaspecifikus elemzése, további távérzékelte adatok és vegetációs indexek bevonása nyújthat segítséget.

**GEDA JOEL MARTIN***gjoelsuli@gmail.com*

Mérnökinformatikus

BSc, 7. félév

Óbudai Egyetem

Alba Regia Műszaki Kar

*Témavezető:**Dr. Pődör Andrea**egyetemi docens, OE AMK*

---

**Modul fejlesztés Székesfehérvár Városgondnoksága Térinformatikai Rendszeréhez**

Székesfehérvár Városgondnokság geoinformatikai rendszere több modullal rendelkezik, de szeretnék továbbiakkal bővíteni. Ezekből kettőt vizsgáltam meg a dolgozatomban. Az első lehetséges modul fejlesztés egy Parkoló modul, itt két metódust vizsgáltam. Az egyik lehetőség parkolók felmérése terepi bejárás során. A másik pedig OpenStreetMapből QGIS használatával kinyert adatbázis alapján létrehozott szűkített adatbázis vizsgálata. A másik egy a közlekedési táblákat összegyűjtő modul. Itt három lehetséges megoldást vizsgáltam. Az egyik a Google Streetview segítségével a Map Marker nevezetű Androidos applikáción valósult meg. A másik lehetséges megoldás a gyalogos bejárása a területnek. Az utolsó általam vizsgált lehetőségben, pedig egy Dr.Simon Parkinson Professzortól kapott, de enyhén módosított C# kóddal legyűjtöttem koordináták alapján a Google Streetview-ról a képeket és Vertex AI segítségével felépítettem egy gépi tanulás modelt. A betanítást követően képes meghatározni, hogy a képeken szerepel-e közlekedési tábla.

**BÖRÖCZ BALÁZS***boroczbalazs07@gmail.com*

Földmérő és földrendező mérnöki

BSc, 7. félév

Óbudai Egyetem

Alba Regia Műszaki Kar

*Témavezető:**Dr. Molnár Gábor Péter  
egyetemi docens, OE AMK*

---

**Országos Méhészeti Térinformatikai Támogató Rendszer fejlesztése**

A TDK dolgozatomban bemutatom az általam megtervezett térinformatikai rendszer fejlesztését. A rendszer a méhészeti adminisztrációk digitalizálását szeretné elősegíteni, továbbá, hogy a méhészek számára megkönnyítse vándorhely bejelentés folyamatát. A rendszer képes lesz okostelefon segítségével GPS koordinátákat mérni, és a korábban személyre szabott állományt helyadatokkal ellátva, egy szerveren tárolni.

A program teszteléséhez jelenleg fiktív adatokat használok, mert idén már nem lesz alkalom valós vándoradatok regisztrálására, de a jövőben, méhészek bevonásával, szeretném élesben kipróbálni és tovább fejleszteni a rendszert.

A rendszer rendelkezni fog digitális webtérképpel, amely információval látja el a méhészeket, ezáltal megkönnyítve a vándorlás folyamatát, valamint a méhlegelők túlterhelésének csökkentéséhez is hozzájárul. A térkép JavaScript© környezetben kerül fejlesztésre, amelyhez egy térképspecifikus nyílt forráskódú könyvtárat alkalmazok, az OpenLayers©-t. Az adatok PostgreSQL© adatbázisban tárolódnak, egy téradat orientált kiegészítő, a PostGIS© segítségével, amely a térinformatikai alapú lekérdezést biztosítani fogja.

A dolgozat bemutatja továbbá a letisztult felhasználói felületet, valamint a Backend és Frontend kommunikációját.

**KRAUSZ ÁGNES***krauszagi@gmail.com*

Földmérő és földrendező mérnöki

BSc, 7. félév

Óbudai Egyetem

Alba Regia Műszaki Kar

*Témavezető:  
László Gergely  
tanársegéd, OE AMK*

---

### **Lever arm meghatározási módszerek összehasonlítása a légháromszögelés pontosságát szempontjából**

A távérzékelést akkor használjuk adatgyűjtésre, ha nem tudunk vagy nem akarunk közvetlenül a felméréndő területen dolgozni. Ahhoz, hogy a terepi mérések nagy része helyettesíthető legyen, fontos, hogy a távérzékelte adatok pontossága ne maradjon el a terepi adatgyűjtési eljárásokkal elérhetőtől. Ennek a szempontnak a teljesítéséhez távérzékelte adatainknak több kritériumnak is meg kell felelniük. Például megfelelőek, ha a következők ismertek:

- terepi felbontás (GSD)
- a végterméktől függően képátfedés egymáshoz képest
- kellő pontossággal ismert szenzor paraméterek
- az adatgyűjtési helyek nagy pontossággal meghatározott koordinátái és a gyűjtött adatok térbeli állása valamilyen ismert vetületi rendszerben, és kijelölt irány
- és természetesen a megfelelő adatgyűjtési feltételek

A légi távérzékelés segítségével, különösen, ha nagy repülőgép-felmérésekről beszélünk, rövid időn belül nagy mennyiségű információt gyűjthetünk össze nagy területről. Ahhoz, hogy az így kapott, esetünkben fotó alapú (fotogrammetriai) adatok mérnöki célokra felhasználhatók legyenek, fontos a pontosságuk biztosítása. Ennek egyik összetevője a megfelelően pontos kameramodell mellett a fényképek 3D helyzetének és térbeli helyzetének nagy pontosságú ismerete. Ezek ismeretében végezhetünk légi háromszögelést. Mivel ezek az adatok közvetlenül nem mérhetők, ismernünk kell a mérőeszközök (GNSS/IMU) excentricitásvektorait a kamerák fő pontjaihoz képest.

Ebben a dolgozatban a különböző mérési módszerek (mérnökgeodézia, lézerszkennelés, szoftveres becslés) pontosságának hatását vizsgáljuk a légi háromszögelés eredményeire.

**SÁRKÖZY ZSÓFIA***sarkozy.zsofi@gmail.com*

Térképész

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Informatikai Kar

*Témavezető:  
Albert Gáspár  
egyetemi docens, ELTE IK*

---

### **Útvonal és időköltés tervezésének problémája terepi körülmények között**

A hétköznapi nyelvben használt "terepi körülmények" kifejezés az úthálózat hiányát vagy gyér jellegét jelentik. Ilyen körülmények között is szükség lehet a helyváltoztatásra, és annak gyorsasága, idejének pontos becslése létfontosságú bizonyos helyzetekben. A terepi navigáció során hozott döntések komplexitása miatt eddig még nem sikerült megfelelően modellezni az emberi tájékozódást.

A vektoros hálózatelemzéssel szemben a raszter alapú elemzés során minden egyes cellához társítható utazási sebesség. Ez lehetővé teszi az útvonaltervezést utakon és azokról letérve egyaránt, így terepi útvonaltervezéshez ez tekinthető preferált módszernek. Kutatásom során három ilyen módszert teszteltem és hasonlítottam össze.

A három terepi útvonaltervezési módszerrel kiszámoltam a legkisebb költségű útvonalat a két kiválasztott átmenetre. Az első módszer a vidéki Indonézia egészségügyi ellátására lett kidolgozva, a fedettséget, az úthálózatot és a domborzat alapján a vízhálózatot veszi figyelembe. Az algoritmust optimalizáltam ezután a vértési mintaterület körülményeire, itt a vízhálózat már nem lett felhasználva. A következő módszer a domborzat és úthálózat alapján, eltérő sebességgel számol azonos lejtőszög esetén felfele és lefele, így figyelembe vette a haladási irányt is. Végül kiszámítottam a legkisebb költségű útvonalakat a tájfutótérképeken alkalmazott útvonaltervezés alapján. Ezen módszer során a domborzat, az úthálózat és a fedettség egyaránt figyelembe lett véve. A számításokkal kapott útvonalak mindegyike tartalmaz úton és az azokról letérve való haladást, amelyek arányait elemeztem. A három módszer alkalmazásával és a felhasználói tesztek összesítésével kapott eredmények összehasonlításával megkerestem a számítási módszerek erősségeit és gyengeségeit. Összességében tájfutó szempontból az egyaránt kicsi táv és relíefköltsége alapján a tájfutótérképeken alkalmazott útvonaltervezési módszer tekinthető a legjobb modellnek, viszont egy átlagos terepen közlekedő (nem tájfutó) ember szempontjai nincsenek beépítve jelenleg ebbe a modellbe.

Az alkalmazott térinformatikai módszerek és algoritmusok alapját képezhetik később egy útvonaltervező bővítvény vagy alkalmazás fejlesztésének, mely a jelenlegi soklépcsős útvonaltervezési folyamatot részben automatizálja. A felhasználói igényekhez való alkalmazkodással az algoritmusok nagyban segíthetnék a terepi mozgást igénylő szakmák munkáját.

**DOBOS ANDRÁS***dobosbandi@hotmail.com*

Geográfus

MSc, 1. félév

Miskolci Egyetem

Műszaki Földtudományi Kar

**GÖMÖRI ANDRÁS***skotandras25@gmail.com*

Geográfus

MSc, 1. félév

Miskolci Egyetem

Műszaki Földtudományi Kar

*Témavezetők:**Dr. Dobos Endre**egyetemi tanár, ME MFK**Kovács Károly Zoltán**tudományos segédmunkatárs, ME MFK*

---

**Magyarország azbesztpala-tető kataszterének elkészítése**

Az azbesztet már az ókor óta használjuk, napjainkba már a világ minden táján megtalálható és több ezer különböző felhasználású termékben van jelen. Nagy népszerűségét kiváló szigetelő és ellenállóképeségének köszönheti. Elterjedésével párhuzamosan derült fény az azbeszt sötét oldalára, ugyanis súlyosan egészség károsító hatású.

Hazánkban már a XX. század elejétől használták számos iparágban (építőipar). Magyarországon legnagyobb mennyiségben Nyergesújfalun és Selypen állítottak elő (350-400 millió m<sup>2</sup>), emellett pedig ismertelen mennyiségű import termék is jelen van. Magyarország területén 2005 január elsején tiltották be a használatát.

Máig az épített környezet nagy mennyiségű azbeszt terméket tartalmaz. A tetőfedésre használt azbesztcement palák, mára a külső erők hatására leromlott állapotúak, a mállás és aprózódás nyomán finom azbeszt port mos le a csapadék, illetve fúj a szél az azbesztpalával fedett tetőkről. Célunk, hogy az azbesztpala tetőfedő anyagok mennyiségét (m<sup>2</sup>), illetve annak földrajzi eloszlását feltárjuk. Országos lefedettségű, megfelelő felbontású automatizált távérzékeléses módszertan támogatására alkalmas adat ingyenesen nem áll rendelkezésre, előállítása pedig nagyon költséges. Az általunk kidolgozott módszertan a Google Earth (GE) alkalmazás által szolgáltatott távérzékelés adat kézi digitalizálásával nyert adatot dolgozza fel majd terjeszti ki. 200 véletlenszerűen kiválasztott település azbesztpala-tetőkataszterét a Google StreetView és a nagy felbontású távérzékelés valószínű adatok alapján készítettük. Az adatnyerés bizonytalanságát a StreetView hiányos lefedettsége és a távérzékelés képek területenként eltérő felbontása adja. A minta 10%-án végzett helyszíni validálás segítségével számszerűsítettük a hibát.

A tetőfelület becslését, ahol lehet az OpenStreetMap (OSM) által szolgáltatott épület réteg alapján végeztük. A Magyarországon előforduló tetőtípusok átlagosan az alapterület 1,2-1,6 szorosa. A digitalizálás során nem regisztráltuk a tető típusát, hanem a legjellemzőbb 1,4 –szeres szorzót alkalmaztuk. Ahol az OSM épület réteg hiányos volt a GE alkalmazás segítségével rajzoltuk meg az épületek alaprajzát.

Az így nyert adatok kiterjesztését Magyarország Nemzeti Atlaszából kinyert demográfiai, gazdasági és települési adatok alapján végeztük. A megvizsgált adatok alapján regressziós függvénnyel becsültük adott településen.

**SIPŐCZ JÁZMIN***jsipocz@gmail.com*

Geofizikus

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Friedl Zoltán**távérzékelési szakértő, Lechner Tudásközpont*

---

**Interferometrikus koherencia mezőgazdasági alkalmazhatóságának vizsgálata**

Napjainkban fontos szerepet tölt be a mezőgazdasági területek monitorozása Föld körül keringő műholdakkal, mivel ezáltal lehetőség nyílik a növényzet fejlődésének vizsgálatára, a földeken végzett munkálatok detektálására, valamint segítheti a gazdákat döntéseik meghozásában. A Sentinel-1 C sávós, duál-polarizációs (VV+VH) SAR műholdak 2014 óta nagymértékben hozzájárultak az ilyen irányú vizsgálatok elvégzéséhez. Ezen műholdakon elhelyezett radarok szolgáltatja interferometrikus koherencia adatok elemzése ma is aktívan kutatott terület. A koherencia az elektromágneses hullámok fázisértékének a korrelációja, ami a felszíni változások detektálására is használható. Ezt a paramétert már korábban is vizsgálták, azonban mezőgazdasági felhasználhatóságáról és korlátairól nincsen teljes képünk, ezért a dolgozatom keretében ezeket tanulmányoztam. Az eredményeket összevettem a hagyományos visszaverődési koefficiens ( $\sigma_0$ ) értékekkel.

A kutatás a Pest és Heves megye találkozásánál található mezőgazdasági területen nyolc haszonnövény vizsgálatát fedi le. A koherencia idősorok alapján elsősorban az egyes növények fejlődési profilja rajzolódik ki, ezáltal a szárbaindulási és a betakarítási időszak részben lehatárolható. Ezen eredmények eltérnek a  $\sigma_0$  mérésekből kapottaktól. A két polarizáció külön vizsgálata azt mutatta, hogy a VV polarizáció megbízhatóbb eredményt ad. A távérzékelés egyik fontos célja, az egyes parcellákon termesztett haszonnövények megbízható kategorizálása. Random Forest osztályozással megállapítottam, hogy önmagában a koherencia adatok nem alkalmasak erre (65,2%), míg a  $\sigma_0$  értékek alapján történő osztályozás során magas (87,6%) pontosság érhető el, ami a koherencia felhasználásával tovább javítható (88,1%).



## **TERMÉSZET-, ÖRÖKSÉG- ÉS KÖRNYEZETVÉDELEM**

- 1. Szücs Levente Csaba (ELTE - TTK)**
- 2. Kiss Márk, Pócsi Kata, Tóth Zsófia  
(Petrik Lajos Két tanítási Nyelvű Technikum)**
- 3. Tóth Emese Zita (PTE - TTK)**
- 4. Balaton Regina Hanna (OE - AMK)**
- 5. Hajdú Edina (ELTE - IK)**
- 6. Balogh Márton Bence (SZTE - TTIK)**
- 7. Balázs Dávid (DE - TTK)**
- 8. Fritz Petra (ELTE - TTK)**

A Zsűri tagjai:

**Dr. Cserny Tibor**

**Dr. Stenger-Kovács Csilla**

**Dr. Lakatos Mónika**

**SZÜCS LEVENTE CSABA**

*levi20001001@gmail.com*

Geológus

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:*

*Weiszburg Tamás*

*egyetemi docens, ELTE TTK*

*Gherdán Tamás*

*doktorandusz, ELTE TTK*

---

**A Pannonhalmi Bencés Főapátság 18. századi gyökerű ásványgyűjteményének első ötven éve: történeti és ásványtani feldolgozás a mai gyűjteményi rekonstrukció segítségével**

A Pannonhalmi Bencés Főapátság 18. századi gyökerű ásványgyűjteményének első ötven éve: történeti és ásványtani feldolgozás a mai gyűjteményi rekonstrukció segítségével Az ELTE Természettudományi Múzeum, Magyar Természettudományi Múzeum ásványtára és a Miskolci Egyetemen őrzött selmeci gyűjtemény mellett Magyarországon ma a pannonhalmi gyűjtemény tekint vissza a legnagyobb múltra. Az előbbi három rendszerezése megfelel a mai kor tudományos követelményeinek. A főapátsági gyűjteményben – az ELTE szakmai támogatásával – 2021-ben kezdődött meg a rendszerező és rekonstrukciós munka. Jelen dolgozat is e program keretében készült.

Munkám összegzéseként megállapítható, hogy pontosítottam a Pannonhalmi Bencés Főapátság ásványgyűjteményének 1802 és 1851 közötti időszakának történetét. Eredményeim alapján a gyűjtemény mai korszerű feldolgozása, a példányok azonosítása lehetővé, illetve lényegesen könnyebbé vált.

Kutatásom nyomán először sikerült azonosítani az összes meglévő ásványjegyzék szerzőjét, keletkezési időpontját, tudományos háttérét, szerepét és viszonyukat, valamint értelmezni a korai jelöléseket (címkék, cédulák).

Mindezek alapján igazoltam, hogy a Pannonhalmi Bencés Főapátság ásványgyűjteménye jelentős azonosítható XVIII. századi részt tartalmaz.

**KISS MÁRK***kissmark954@gmail.com*

Középiskolai hallgató

BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű  
Technikum**TÓTH ZSÓFIA***pinkypipo@gmail.com*

Középiskolai hallgató

BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű  
Technikum**PÓCSI KATA***pocsikata13@gmail.com*

Középiskolai hallgató

BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű  
Technikum*Témavezetők:**Gőgh Zsolt**középiskolai tanár, BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum**Kullai-Papp Andrea**középiskolai tanár, BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum*

---

**Forrástó a Bécsi út alatt?**

Budapest, Óbuda, avagy miként a római időkben nevezték Aquincum „Vizek városa”! A „hely”, ahol nemcsak a római légiók vonultak el, majd később Árpád vezér sírját is keresték, de ahol egy sok száz éves malomárokba ma is ömlik a karsztvíz.

A hely szelleme („genius loci”) ma abszurd módon, bezártságban él, de láthatólag kitörni igyekszik a fogságából. A buszmegálló takarásában a víz tetején tündérrózsák virítanak, a gyártelepen lévő műemlék malom víztározóját télen pedig szürke gém látogatja. Mindezek mellett, de nem mellesleg egy világváros kapujában vagyunk. Abszurd és zseniális is egyben!

Munkánkkal egy nyáron tündérrózsákkal pompázó, kicsinyke óbuda forrástó és környezete vízvizsgálatának átfogó tudományos kutatását kívántuk bemutatni. A vízkémiai adatokkal a vízföldtani kapcsolatokat, összefüggéseket kellett tisztáznunk, hiszen ennek a mikrokörnyezetnek a legnagyobb természeti és egyben kultúrateremtő értéke az itt felszínre emelkedő mélységi víz. Célkitűzésünk volt továbbá, hogy az itt lévő forrástóvizet ökológiai vizsgálatával, az átfogó területrendezésnek, ezen belül az esetleges védetté nyilvánításnak a szükségességét adatfeltárásunkkal nyomatékosítsuk.

Komplex műszeres analitikai módszerekkel, köztük a nyomelemeket is kimutató ICP-MS analitika segítségével megállapítottuk, hogy az itt áramló és felszín alól forrásként kibukkanó mélységi vizek, a talajvíz és karsztos vízbázisok között ebben a szűk környezetben nincs kapcsolat. Jövőbeli terveink között szerepel Óbuda Hegyvidék tágabb környezetnek részletes vízföldtani viszonyait taglaló kutatás elindítása, az itt megtalálható, már listára vett források, a meglévő barlangok állandó, telepített szenzoros megfigyelése.

Alapadatokat gyűjtöttünk be az esetleges földtani értékek bemutatására szolgáló védettség, valamint a településrendezési lehetőségek elindításához. De ezeket a kérdéseket megelőzően komolyan fel kellett vetnünk a ma teljesen abszurd módon, érdemi hasznosítás nélkül elfolyó karsztvíz minőségi felhasználásának kérdését.

**TÓTH EMESE ZITA***t.zita2000@gmail.com*

Földrajz

BSc, 5. félév

Pécsi Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Dr. Gyenizse Péter**egyetemi docens, PTE TTK**Dr. Sarkadi Noémi**egyetemi adjunktus, PTE TTK*

---

**Szélirányok, szellőkések és szélcsatornák vizsgálata Pécsen**

A városok egyre növekvő népessége folytán igen fontosak a városökológiai kutatások. A dolgozatomban a egyik fontos részterületével, a városi szelek vizsgálatával foglalkoztam Pécsen és azon belül Uránvárosban. Öt meteorológia állomás adatait vizsgáltam, melyek eredményeit két esetben nagy mértben befolyásolta a helyi mikrokörnyezet (épületek, fák, egyéb tereptárgyak). Ezek a Jegenyés utcai és Erzsébettelepi mérőállomások voltak, melyek adatait a részletesebb vizsgálatokhoz nem tudtam felhasználni. A Pécs-pogányi és BTK-TTK meteorológiai állomások adatai alapján megállapítottam, hogy a tavaszi és a nyári évszakokban meghatározó szélirány észak-északnyugati túlsúlyt mutat. Az év másik felében ősszel és télen pedig megjelenik egy erős keleties irány (télen Ny-DNy is), néhol esetszámban megelőzve az északias-északnyugatias szeleket. Ezen adatok alapján CFD szoftverekkel az Uránvárosi részt modelleztem, majd az ott kapott értékeket egyesítve kategorizáltam a területeket, különböző minőségű szélcsatornákra.

**BALATON REGINA HANNA**  
*reginahanna@hotmail.com*  
Földmérő és földrendező mérnök  
BSc, 7. félév  
Óbudai Egyetem  
Alba Regia Műszaki Kar

*Témavezető:  
Dr. Pődör Andrea  
egyetemi docens, OE AMK*

---

**A csákvári Szent Vince Otthon kedvesnővéreinek temető parcellájának felmérése,  
térképezése, térinformatikai adatbázis létrehozása**

Az alábbi TDK dolgozatban egy temetőkataszter felmérését és a ráépülő síradatbázis felépítését ismertetjük. Ismertetve az adatbázis létrehozása során felmerült problémákat, javaslatokat téve az adatbázis tervezésére és megvalósítására. Az adatbázis létrehozása során arra törekedtünk, hogy a meglévő nyilvántartáshoz leginkább illeszkedő struktúrát alakítsunk ki.

A munka, melyen keresztül ez bemutatása kerül a csákvári Szent Vince Otthon kedvesnővéreinek temetőparcellájának felmérése, térképezése és térbeli adatbázis létrehozása volt. A térinformatikai adatbázisban a megfelelő egyedekhez tartozó adatok hozzárendelése és a megfelelő képek csatolása. A feladat végrehajtása során figyelembe vettem az otthon és a hozzátartozók kéréseit.

A kutatás alapjául a szakdolgozatom szolgált, amely témájának alapját egy digitális temetőkataszter létrehozása adta, melynek elkészítésével a csákvári Szent Vince Otthon kedvesnővéreinek temetőparcelláját mértük és térképezem fel, amellyel az elhunyt nővérek emléke előtt kívánok tisztelni, élő hozzátartozóik számára pedig egy komplex nyilvántartást szolgáltatni, mely segítségével a parcella rekonstruálása a későbbiekben egyszerűbb folyamattá válhat.

A temető felmérése során UAV drónos felmérést, ahol a növényzet takarása nem tette lehetővé szalagos felmérést alkalmaztam. A megvalósítás során a célkitűzésem az volt, hogy a térinformatikának köszönhetően pontosabb nyilvántartási képet tudjak szolgáltatni a meglévő adatokból.

**HAJDÚ EDINA***hajdu.edina@inf.elte.hu*

Térképész

MSc, 4. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Informatikai Kar

*Témavezető:**Pál Márton**doktorandusz, ELTE TTK*

---

### **A Magas-Gerecse északi részének geoturisztikai értékelése**

Napjainkban geoturizmus egyre nagyobb teret nyer. Ez az érdeklődők számára a természet élettelen, tudományos és turisztikai szempontból jelentős értékeit tárja fel. Hazánkban egyre több látogatóhoz jut el ennek ismerete programokon és szervezeteken keresztül. Mindemellett az oktatásban és a kutatásban is fontos szerepet tölt be.

A geoturizmussal elsősorban a geoparkokban találkozhatunk. E szervezett intézmények fő célja a földtudományi és ezzel kapcsolatos értékek védelme és népszerűsítése. A geoparkok fő jelentőségét a geotópok adják. Minden olyan élettelen földtudományi és ehhez kapcsolódó társadalmi, kulturális és vallási értéket ilyen helyszíneknek tekintünk, ami látványos, és a látogatók számára érdekes. A Gerecsében eddig még nem történt geotópok azonosítását kitűző felmérés. A területen változatos földtudományi értékekkel találkozhatunk (sziklák, barlangok, zsombolyok, felhagyott kőfejtők). A kutatásom során geoturisztikai szempontból vizsgáltam a mintaterületet, elvégeztem a geohelyszínek keresését és értékelését.

Az értékelést megelőzően különböző forrásanyagok (topográfiai szelvények, földtani térképek stb.) felhasználásával kijelöltem a potenciális geohelyszíneket. Térinformatikai szoftver segítségével adatbázist hoztam létre a digitalizált objektumokból. Egy többlépcsős szűrés során megvizsgáltam a pontok litológiáját, illetve a településektől és a turistautaktól való távolságukat. A szűrést követően a fontosnak ítélt pontokat, valamint a földtani alapszelvényeket (tudományos jelentőségük miatt) terepbejárás során felmértük témavezetőmmel. Az adatbázist e szempontok alapján frissítettem. Második lépésként a potenciális geohelyszíneket értékeltem a Geosite Assessment Model (GAM) segítségével. Ahhoz, hogy objektívebb képet kapjak a terület geoturisztikai fejlettségéről, a módszer egy másik változatát, a Modified Geosite Assessment Modelt (M-GAM) is alkalmaztam. Az utóbbi a látogatók GAM értékelési szempontokról alkotott 'számszerű' véleményét is bevonja az értékelésbe.

Az értékelés után az M-GAM pontértékeket összegeztem. A természetes törések elvét alkalmazva megkaptam azon helyszínek csoportját, amelyek a legmagasabb geoturisztikai potenciállal rendelkeznek. Ezeknek a helyszíneknek a fejlesztése javasolt lehet a jövőben. Továbbá a kutatás eredményei hozzájárulnak a Duna–Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság geotópadatbázisának fejlesztéséhez, valamint részét képezik a Magyar Nemzeti Geotópkataszternek is.

**BALOGH MÁRTON BENCE***balogh.marton.bence@gmail.com*

Geográfus

MSc, 3. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezető:**Dr. Szilassi Péter**egyetemi docens, SZTE TTIK*

---

## **NÖSZTÉP élőhelytípusok inváziós fertőzöttségének tér- és időbeli vizsgálata GIS módszerekkel**

A biológiai invázió egy köztudottan káros környezeti folyamat, mely veszélyezteti az őshonos fajok fennmaradását, természetes élőhelyeit. Az özönnövények tömeges elterjedésének következménye lehet az allergiás megbetegedések számának növekedése és a fokozódó árvíz kockázat. Az inváziós fertőzöttség térinformatikai modellezése, elemzése segítség lehet az inváziós növények terjedésének feltérképezéséhez, prognózisához.

Dolgozatomban arra kerestem a választ, hogy a Magyarországon gyakori inváziós növényfajok (mirigyes bálványfa, közönséges selyemkóró, keskenylevelű ezüstfa, fehér akác, aranyvessző) milyen arányban fertőzték meg az egyes Nemzeti Ökoszisztéma Szolgáltatás-Térképezés és Értékelés (NÖSZTÉP) élőhelytípusokat, illetve, hogy 2009-2018 között, hogyan változott az egyes NÖSZTÉP élőhelytípusok fajonkénti fertőzöttsége.

A NÖSZTÉP élőhelytípusok inváziós fertőzöttségének térbeli és időbeli változásait az Inváziós Növényfajok Országos Térinformatikai Adatbázisából (INOTA) származó előfordulási adatok (Szilassi et al. 2019, 2021, 2022) és a NÖSZTÉP adatbázis térinformatikai elemzése révén végeztem el. Az INOTA adatbázis tartalmazza az öt általam vizsgált inváziós növényfaj 2009-2018 közötti országos elterjedési térképét, bemutatta az adott fajjal fertőzött és nem fertőzött Land Use and Coverage Area Frame Survey (LUCAS) pontokat, ezért kiválóan alkalmas az élőhelytípusokban bekövetkezett változások elemzésére.

QuantumGIS és Microsoft Excel szoftverek segítségével geoinformatikai és statisztikai elemzéseket végeztem, melyek eredményeképpen térképeken és grafikonokon mutattam be a vizsgált inváziós fajok NÖSZTÉP élőhelytípusokon belüli elterjedésének térbeli jellemzőit, és fertőzöttségük 2009-2018 közötti változását. A kapott eredmények számszerűsített információkat szolgáltatnak az adott inváziós faj élőhely-preferenciájáról, jövőbeli elterjedésének valószínűsíthető irányáról, mértékéről.

Eredményeim szerint a bálványfa egyre inkább terjed az utak, vasutak közelében. A selyemkóró főleg a változatos, mozaikos, úgynevezett komplex felszíneket és gyepterületeket fertőzi nagymértékben, egyre inkább veszélyt jelent ezekre az élőhelyekre. A fehér akác egyre kevésbé fordul elő beépített területeken, ez feltehetően az egyre szárazabbá váló városi környezettel függ össze. Az aranyvessző egyre jobban a nedves élőhelyeket preferálja, a felszíni vizek környékének ártéri élőhelyeire jelent egyre fokozódó veszélyt.

**BALÁZS DÁVID***david.balazs99@gmail.com*

Geográfus

MSc, 3. félév

Debreceni Egyetem

Természettudományi és Technológiai Kar

*Témavezető:**Dr. Fazekas István**adjunktus, DE TTK*

---

**Antropogén tájátalakítás és bolygatás vizsgálata Nyíregyháza külterületén**

Dolgozatomban egy Nyíregyháza délkeleti külterületén fekvő mintaterület tájhasználati jellemzőit, antropogén bolygatottságának mértékét, illetve az egyes felszínborítási kategóriák kiterjedésében és megoszlásában bekövetkezett változásokat vizsgáltam. Munkámat a helyszín többszöri bejárásával alapoztam meg, mely során dokumentáltam és térképeztem az egyes tájrészleteket ért antropogén bolygatás különféle formáit, valamint a jelentősebb tájrömbölő objektumokat. Törekedtem továbbá az egyes tájfoltok biológiai és esztétikai potenciáljának felmérésére is. A terepbejárások során nyert adatokat és tapasztalatokat a Google Earth vonatkozó műholdfelvételeinek elemzésével egészítettem ki. Mindezek alapján elkészítettem a terület részletes felszínborítási térképét, majd megállapítottam az egyes tájrészletek természetességi (hemeróbia-) kategóriáit. Ezt követően ismertettem a területen leggyakrabban előforduló, tájdegradációt kiváltó tájjeleket és folyamatokat. Végül a Corine Land Cover adatbázis felhasználásával (saját eredményeimmel kiegészítve) feltártam a vizsgált terület felszínborítási kategóriáinak 1990 és 2022 között bekövetkezett változásait.



**FRITZ PETRA***fritzpetra31@gmail.com*

Földtudományi

BSc, 5. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Weidinger Tamás**egy. docens, ELTE TTK*

---

**Meteorológiai információk szerepe CNOSSOS-EU zajmodellben**

Mindennapi életünket, egészségünket is befolyásolja a közlekedésből, ipari termelésből, de akár a szórakozásból és a szabadtéri koncertekből származó zajterhelés. A légköri aeroszol után ez a második legveszélyesebb légszennyező. A zajszennyezés modellezése, a terjedési folyamatokat alakító meteorológiai tényezők ismerete gyakorlati jelentőséggel bír.

Az Európai Unió 2015-ben egyezett meg a zajtérképek készítésének harmonizációjában. Az ehhez kapcsolódó CNOSSOS-EU zajterjedés-modellezési módszertant az elkövetkező években kell bevezetni a tagországokban. Az újgenerációs zajmodellek részletes meteorológiai adatbázist igényelnek a hangsebesség-profilok meghatározásához a forrás és a receptor pont között, ami megköveteli egy zajterjedési meteorológiai preprocessor kialakítását. Ez tartalmazza a stabilitási viszonyoktól függő hangsebesség profilok relatív gyakoriságainak meghatározását a terjedési irány, a napszak, valamint a vizsgált időszak függvényében. Elkülönítettük a zajterjedés szempontjából kedvező és kedvezőtlen eseteket. A meteorológiai állomások hosszú idősorai, a rácsponti klimatológiai adatbázisok, illetve a numerikus modelledmények lehetővé teszik a stratégiai zajtérképek elkészítése mellett a zajterjedés operatív előrejelzését is. A zajmodellezésben általánosan használt meteorológiai állapothatározók: a szélesebbesség és szélirány, a hőmérséklet, a nedvesség, a légköri stabilitás. Ha rendelkezésre állnak a turbulencia paraméterek, akkor a légköri stabilitás közvetlenül számítható.

A légköri stabilitástól és a szélesebbesség profiltól függő zajterjedési viszonyokat a különböző országokban kialakított szabványosított eljárások alapján tekintjük át a hazai meteorológiai mérési adatok és az ERA5 reanalízis adatbázis ismeretében.

A TDK dolgozat célja, hogy bemutassa zajterjedési modellekhez kapcsolódó meteorológiai preprocessor kialakítását. Az ELTE TTK Meteorológiai Tanszékén folyó K + F + I munkába 2021-ben kapcsolódtam be. Feladatom volt a témakör szakirodalmának áttekintése, meteorológiai állomási adatok rendszerezésre, egységes adatbázis kialakítása. Ezt a Meteomanz és az Ogimet internetes oldalakon található szinoptikus állomási adatok segítségével végeztük. Részt vettem az Excel Makro programok fejlesztésében, amelyekkel az adatrendezést és a hiányzó adatok interpolálását végeztük. Közreműködtem a meteorológiai preprocessor programjainak tesztelésében, az adatfeldolgozásban és az eredmények kiértékelésében.

## **A MATEMATIKA TERMÉSZETTUDOMÁNYOS ALKALMAZÁSAI**

- 1. Kreinicker Kata, Sipos Bence (BME - TTK)**
- 2. Dabis Marcell (SZTE - TTIK)**
- 3. Kiss Csaba (BME - TTK)**
- 4. Hegedűs Dániel (ELTE - TTK)**
- 5. Kreinicker Kata, Sipos Bence (BME - TTK)**
- 6. Urszuly Csenge (SZTE - TTIK)**

A Zsűri tagjai:

**Vadászné Dr. Bognár Gabriella**

**Dr. Szalkai István**

**Dr. Juhász Tibor**

**KREINICKER KATA***kreinickerkata@gmail.com*

Földrajz-történelem osztatlan tanári

Osztatlan, 9. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

**SIPOS BENCE***bence.sipos.sb@gmail.com*

Mechatronikai mérnök

MSc, 11. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Gépészmérnöki Kar

*Témavezetők:**Dr. Szilágyi Brigitta**egyetemi docens, BME TTK**Dr. Lovas Gábor**főorvos, SE ÁOK*

---

**Az időjárás hatásának vizsgálata a sürgősségi betegellátó osztályra neurológiai problémákkal felvett páciensek esetén**

A neurológiai és az időjárás kapcsolatát sokan ismerik, a frontok hatására kialakuló fejfájás az emberek jelentős részét érinti. A kutatásokban arra voltunk kíváncsiak, hogy ez a hatás megjelenik-e a Sürgősségi Betegellátó Osztályra érkező neurológiai panaszoktól szenvedő betegek esetén. Az időjárásra vonatkozó adatok (hőmérséklet, páratartalom, légszennyezettség) mellett az időjárás egy komplexebb leírását is használtuk.

A Péczely-skála a teljes Kárpát-medence napi időjárásáról ad átfogó képet, természetesen az időbeli és a térbeli felbontás csökkenése mellett. Ez a komplex leírás kiválóan alkalmas arra, hogy összefoglaljai az időjárási viszonyokat egy 13 elemű skálán.

A vizsgálatokhoz használt adatok a Jahn Ferenc Kórházból származtak, melyeket 2015 és 2019 között rögzítettek a Sürgősségi Betegellátó Osztályon. 19804 páciens érkezett neurológiai panaszokkal az osztályra a 1411 vizsgált nap alatt. Ez átlagosan napi kicsit több, mint 14 beteget jelent. Ettől szignifikáns eltéréseket tapasztaltunk az időjárásváltozások hatására. A dolgozatunkban ezeket az eltéréseket vizsgáltuk és kerestünk rájuk orvosemeteorológiai magyarázatokat.

A vizsgálataink során kiemelt figyelmet fordítottunk arra, hogy a felhasznált módszereink ne csak a napi értékek alapján adjanak becslést, mivel ez a napi esetszámok nagy szórása miatt könnyen fals eredményekhez vezethet. Ezért kimutatásainkhoz eloszlásokat illesztettünk, illetve valószínűségi modelleket használtunk. Reményeink szerint ezzel minimálisan tudtuk csökkenteni a napi átlagok magas szórásának hatását, így pedig a tényleges ok-okozati kapcsolatot tudtuk feltárni. Munkánk a nagy elemszám és a meteorológiai paraméterek együttes hatásának elemzése okán eddig egyedülálló a neurológiai kórképek és az időjárás hatását vizsgáló kutatások területén.

**DABIS MARCELL***dabis.marcell529@gmail.com*

Matematika

BSc, 5. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezető:  
Dr. Vizi Zsolt  
egyetemi adjunktus, SZTE TTIK*

---

### **Gráfrepresentáció árhullámok modellezésére idősoros adatokban**

Ebben a munkában a Tiszán levonuló árhullámot úgy tekintjük, mint a folyó mentén egymást követő árvízi vízmércéken mért tetőzéseinek sorozatát. Ez azt jelenti, hogy a mérőpontok folyamkilométer szerint rendezett idősoros adatait kell vizsgálnunk, és olyan csúcserkéket kell keresnünk, amelyek mind térben, mind időben közel vannak egymáshoz. Az első kísérletet az árhullámok hasonló formalizmust alkalmazó elemzésére Vágás tette, lásd [1]. A javasolt matematikai modell lehetővé teszi egy árhullám levonulási idejének vagy hidraulikus gradiensének vizsgálatát, így hasznos leírásokkal támogathatjuk a folyószabályozással kapcsolatos döntéshozatalt.

Ebben a dolgozatban a probléma modellezéséhez egy gráfrepresentációt javasolunk. Meghatározzuk, mikor nevezünk egy vízszintbeli tetőzési értéket csúcserkének, amelyek lehetővé teszik a gráf csúcshalmazának bevezetését. Ezután leírjuk a köztük lévő élek behúzásának szabályait mind a geológiai, mind az időbeli korlátozások alapján, és ezekből egy irányított gráfot definiálunk. Az árhullámokat egy speciális részgráfnak tekintjük, emellett a konstrukcióra felírunk néhány általánosan érvényes állítást. Az elemzések során definiáljuk két adott mérési pont közötti árhullámok számát és az árhullámok levonulási idejét, és összevetjük az eredményeket a [2] tanulmány megállapításaival.

A matematikai modell implementációját részletesen ismertetjük, a kódot Python nyelven az alapoktól felépítve, objektumorientált módon írtuk, a keretrendszer futtatására és a dolgozatban bemutatott ábrák generálására pedig Jupyter notebook környezetet használunk. Ez a kutatás a Bolyai Intézet és a Alsó-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság (röviden ATIVIZIG) között jelenleg is folyó együttműködés része, így a kód nem nyilvános, de kérésre megosztásra kerül a bírálóval.

[1] István Vágás. A Tisza árvizei. VIZDOK. (1982)

[2] Tímea Kiss, Károly Fiala, and György Sipos. Alterations of channel parameters in response to river regulation works since 1840 on the lower tizza river (hungary). *Geomorphology*, 98(1-2), 2008.

**KISS CSABA***csabi0312@gmail.com*

Alkalmazott matematikus

MSc, 1. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Dr. Vető Bálint**egyetemi docens, BME TTK*

---

### **A világon élő legidősebb ember életkorának modellezése**

A Gerontology Research Group nyomon követi a legidősebb élő személyt 1955 óta. A dolgozat fő célja, hogy egy modellt adjon a folytonos idejű folyamatra, amely bármely időpontban a világ legidősebb emberének az adott időpontban betöltött életkorát adja meg. Ezt a folyamatot leegyszerűsítjük azzal a feltételezéssel, hogy az emberek a születésükkor egy homogén Poisson-folyamat alapján születnek, és mindannyiuknak független, azonos eloszlású az élettartama.

Ez az egyszerűsített folyamat egy Markov-folyamat, ami lehetővé teszi számunkra, hogy meghatározzuk a specifikus tulajdonságait. Bevezetjük egy kétdimenziós reprezentációját a folyamatnak, és ennek felhasználásával bizonyítunk egy tételt, amely explicit képletet ad a stacionárius eloszlásra. Kiszámítjuk a két rekorder közti intervallum hosszának várható értékét realiztikus élettartam-eloszlást feltételezve. Az ilyen élettartam-eloszlású modell stacionárius eloszlásának megadjuk a határeloszlását.

Ezután röviden összehasonlítjuk a valós folyamat egy részét a modellel, amely egy reális élettartam-eloszlással rendelkezik.

Bevezetjük a folyamat inhomogén modelljét, mivel a teljes valós adathalmaz nem mondható stacionáriusnak időben. Ezután a modell paramétereinek beállítása után konfidencia intervallum segítségével illesztjük azt a teljes valós adathalmazra.

**HEGEDŰS DÁNIEL***hegedani1226@gmail.com*

Matematika

BSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:  
Grolmusz Vince  
egyetemi tanár, ELTE TTK*

---

### **Az emberi agygráf felépítésének jellemzése**

A dolgozatom fő témája az emberi agygráf: a gráf csúcsai a különböző agyterületek, a köztük levő élek az agyterületek közti kapcsolatokat jellemzik. A csúcsok anatómiailag vannak címkézve és az agyban elfoglalt helyük is hordoz fizikai információt. Ezek kapcsolatát vizsgáljuk gráfelméleti eszközökkel. Megvizsgáljuk az agyterületeket különböző fontossági szempontok szerint. Megállapítjuk, hogy lényegileg ugyanazoknak a csúcsoknak nagy a fokszáma, mint amikhez hosszú vagy vastag élek kapcsolódnak. Foglalkozunk azzal is, hogy a különböző csúcsok súlyozott és súlyozatlan éleinek végpontjainak átlaga hol található a térben. Megmutatjuk, hogy ezek a helyzetek korrelálnak a csúcsok egy olyan paraméterével, amit a fontosságukkal állítottunk párhuzamba. Ezután azt a gráfot vizsgáljuk, amiben minden csúcsnak a legvastagabb egy vagy két élét húzzuk be. Ezek a gráfok azért érdekesek, mert megmutatják, hogy a különböző csúcsoknak melyik szomszédait tekintjük a legfontosabbnak. Olyan véletlen élsúlyú gráfokkal is foglalkozunk, amelyek élei az agygráf élei. Megmutatjuk a biológiai mérésekből származó agygráfok előnyösebb gráfelméleti tulajdonságait a véletlenül generáltakhoz képest, amelynek biológiai relevanciáját is leírjuk. A fenti csúcs- és éltulajdonságok kapcsolatát is megvizsgáljuk.

**KREINICKER KATA***kreinickerkata@gmail.com*

Földrajz-történelem osztatlan tanári

Osztatlan, 9. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

**SIPOS BENCE***bence.sipos.sb@gmail.com*

Mechatronikai mérnök

MSc, 11. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Gépészmérnöki Kar

*Témavezetők:**Dr. Szilágyi Brigitta**egyetemi docens, BME TTK**Dr. Sótonyi Péter**egyetemi tanár, SE ÁOK*

---

**A makroszkópikus időjárási viszonyok és kardiovaszkuláris problémák kapcsolatának vizsgálata**

Kutatásunk célja az volt, hogy nagy esetszámú hazai mintát elemezve összefüggéseket találjunk az akut szív- és érrendszeri problémák és a kárpát-medencei makroszkópikus időjárási minták között. A Péczely-féle osztályozást használtunk a kapcsolat keresésénél. Ez a besorolás kiválóan alkalmas a kárpát-medencei komplex időjárás leírására: tizenhárom csoport különíthető el, minden nap egyértelműen besorolható pontosan egy csoportba.

Vizsgálatainkhoz több mint 18000, 2015 és 2019 között, a budapesti Jahn Ferenc Kórházban gyűjtött sürgősségi osztályról származó adatot vizsgáltunk. A Sürgősségi Betegellátó Osztályra került pácienseknél valamilyen kardiovaszkuláris kórképet diagnosztizáltak. A napi eseményátlag 10,29 volt, de egyes Péczely-minták, vagy a minták kombinációja 10-18%-kal nagyobb gyakoriságot eredményezett az adott kórkép előfordulásában. A 7-es mintázatú napok közel 2 beteggel növelték a napi esetek számát. A 7-es minta egy zonális ciklonális minta. Közismert tény, hogy a frontok egészségügyi problémákat okozhatnak, az általunk vizsgált adatok is erről tanúskodtak. A frontokra hajlamosabb Péczely besorolású napok megnövelték a kardiovaszkuláris problémák előfordulását, de egyes frontosnak mondott besorolások nem jártak olyan markáns növekedéssel, mint azt elvártuk.

Bizonyos Péczely napkombinációk esetén több mint 20 százalékkal csökkent a szív- és érrendszeri problémák száma. Ilyen volt például a 9-es mintázat, ami a Kárpát-medencétől délre, anticiklon esetén áll fenn. Ha két 9-es mintázatú nap követte egymást, akkor átlagosan 21%-kal csökkent a napi esetszám.

Összességében elmondhatjuk, hogy az összetett időjárási minták vizsgálata segíthet a napi szív- és érrendszeri esetek előrejelzésében, pontosabb becslést adhat arra, milyen mértékű rizikófaktorok az egyes időjárási helyzetek. Tekintettel arra, hogy az időjárás minden érintett esetén fennáll, így alacsony rizikófaktor volta ellenére sokakat érintő kórkép esetén sokakat érint.

**URSZULY CSENGE***csenge.urszuly@gmail.com*

Matematika

BSc, 3. félév

Groningen Egyetem

*Témavezetők:**Dr. Röst Gergely**egyetemi docens, SZTE TTIK**Dr. Ferenci Tamás**egyetemi docens, OE NIK*

---

### Az IHME COVID-19 predikcióinak értékelése

A SARS-CoV-2 vírus okozta hazai járványhelyzet kezelésének két alappillére volt: a vírus terjedésének megfékezését célzó intézkedések bevezetése, illetve a fertőzötteket ellátó egészségügyi rendszer megemelkedett terhelésre való felkészítése. Ezek optimalizálásához elengedhetetlen az epidemiológiai és matematikai modellezés. A COVID-19 járvány előrejelzéseikhez számos különböző modell készült, hazánkban pedig a média előszeretettel használta és különös gyakorisággal idézte a washingtoni Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME) által rendszeresen közölt előrejelzéseket. A dolgozat fókuszában a magyarországi COVID-19 járvány második és harmadik járványhullámára vonatkozó IHME predikciók numerikus kiértékelése, és a levonható tapasztalatok összegzése áll.

A munkamenet részét képezte a szükséges adatok kinyerése az IHME és az Our World in Data (OWID) adatbázisaiból, majd ezekből a magyar adatok kigyűjtése és megfelelő formátumba hozása az R statisztikai programnyelvben írt kód segítségével. Ezután az IHME magyar előrejelzéseit szisztematikusan összehasonlítottuk a bejelentett járványügyi adatokkal. Megvizsgáltuk az előrejelzések pontbecslésének átlagos abszolút hibáit, a konfidenciaintervallumok lefedési tulajdonságait, a járványhullámok csúcserősségeinek és időpontjainak predikcióit. Továbbá, hogy teljesebb képet kapjunk az IHME modelljének feltételezett hibájáról, egyszerű járványdinamikai modelleket (SEIR és SEIRD) futtattunk le az IHME számára is rendelkezésre álló, hivatalos magyar adatokon.

Konklúzióként levonható, hogy az IHME magyar predikciói jelentősen eltértek a valóságban bekövetkezett scenáriótól, mind a napi halálesetek, mind a kórházban ápoltak számát tekintve. A talált eltérések számos okra vezethetők vissza, köztük a modell választott bemeneti adatainak típusára, megbízhatóságára, hazánk speciális körülményeinek elhanyagolására, valamint az időközben meghozott járványügyi intézkedések hatásaira. Az IHME predikcióinak koronavírus alatt betöltött szerepe miatt lényeges kérdés a potenciális okok vizsgálata, hiszen így egy jövőbeni járvány esetén ezek már kiküszöbölhetők lehetnek. A kódot lefutattva más országok adatain szintén hatalmas eltéréseket tapasztaltunk az IHME predikciók és a valóság között. Az eredmények a hazai közvélemény számára is komoly tanulságokkal szolgálnak, hiszen az IHME predikciók minden kritika és kontextus nélküli közlése a sajtóban felelőtlen és félrevezető volt a COVID-19 járvány során.



## ALGEBRA ÉS SZÁMELMÉLET

1. **Mogyorósi Bálint (ELTE - TTK)**
2. **Nagy Anita-Enikő (RO BBTE)**
3. **Batta Gergő Péter (DE - TTK)**
4. **Baja Zsolt, Dobák Dániel, Kovács Benedek, Pigler Donát (ELTE - TTK)**
5. **Imolay András (ELTE - TTK)**
6. **Szabó Csaba (BME - TTK)**
7. **Mozgovoj István (UA IIRFKMF)**

A Zsűri tagjai:

**Dr. Domokos Mátyás**

**Dr. Gyenizse Gergő**

**Dr. Tóth László**

**MOGYORÓSI BÁLINT***balint.mogyorosi7@gmail.com*

Matematika

BSc, 5. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:  
Zábrádi Gergely  
egyetemi docens, ELTE TTK*

---

**Nem feltétlenül normált polinomok helyettesítési értékeinek legnagyobb közös osztója**

Frenkel és Zábrádi becsléseket adtak egész együtthatós normált polinomok helyettesítési értékeinek legnagyobb közös osztóira a rezultáns segítségével. Ezt általánosítjuk arra az esetre, amikor a polinomok főegyütthatója nem feltétlenül 1. Valamint konstruálunk egy polinomot melyre ez a becslés éles, azaz tovább nem erősíthető.

**NAGY ANITA-ENIKŐ***anita.eniko24nagy@gmail.com*

Matematika

BSc, 6. félév

Babeş-Bolyai Tudományegyetem

*Témavezető:  
László Tamás  
egyetemi adjunktus, RO BBTE*

---

### **Poincaré sorok gráfokon**

Kutatási témánk az algebrai gráfelmélet, a kombinatorika és az algebrai geometria matematikai tudomány területek határán helyezkedik el, ezek friss kutatásaiból és eredményeiből merítkeznek.

A dolgozat a Poincaré sorok gráfelméleti aspektusait vizsgálja. A Poincaré sort gráfokra M. Manjunath értelmezte 2020-ban megjelent kéziratában a R. Bacher, P. de La Harpe, T. Nagnibeda által kidolgozott gráfelméleti divizorelmélet segítségével. A dolgozat célja ezen Poincaré sorok megértése és különböző gráfokon való kiszámolása.

A dolgozat elején a gráfokon értelmezett divizorelmélet alapjait mutatjuk be és tárgyaljuk példákon keresztül. Ezt követően a gráfok Jacobi csoportját fogjuk vizsgálni, amely egy véges Abel csoport és számossága megadja a gráf komplexitását, vagyis feszítőfáinak számát. A dolgozat harmadik részében a gráfok divizorjain értelmezett Poincaré sorokat vizsgáljuk. Manjunath igazolja, hogy ezek a Poincaré sorok racionálisak, vagyis polinomok hányadosaként állíthatóak elő, ez lehetőséget ad arra, hogy racionális függvényekre alkalmazott módszerekkel és algoritmusokkal tudjuk vizsgálni őket.

**BATTA GERGŐ PÉTER***battagergo424@gmail.com*

Alkalmazott Matematikus

MSc, 3. félév

Debreceni Egyetem

Természettudományi és Technológiai Kar

*Témavezetők:**Dr. Bérczes Attila Jenő  
egyetemi tanár, DE TTK**Dr. Szikszai Márton**külső konzulens, Morgan Stanley Magyarország Elemző KFT.*

---

**Magasabb hatvány Diofantikus halmazok**

Legyen  $k \geq 2$  rögzített egész szám. Páronként különböző nem nulla racionális számok egy  $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$  halmazát  $k$ -adik hatvány racionális Diofantikus  $n$ -esnek mondjuk, ha bármely  $1 \leq i < j \leq n$  esetén

$$a_i a_j + 1 = r_{ij}^k$$

valamely  $r_{ij}$  racionális számok választása mellett. Két természetes probléma fogalmazható meg. Mennyi eleme lehet egy Diofantikus halmaznak, továbbá adott elemszám esetén mi állítható az ilyen tulajdonságú halmazok számosságáról? A kérdések kiterjedt, régre nyúló, ma is aktív szakirodalommal rendelkeznek.

A témában szereplő legrelevánsabb eredmények,  $k = 2$  kitevő és egész értű halmazok esetén, hogy végtelen sok Diofantikus négyes létezik, de nem létezik Diofantikus ötös. Racionális értékű halmazok esetén végtelen sok Diofantikus hatos létezik, hetesre azonban még egyetlen példát sem ismerünk. Amennyiben  $k \geq 3$  a mi kontextusunkban a legrelevánsabb eredmények Bugeaud és Dujella nevéhez köthetők, akik egyrészt abszolút felső korlátot adtak a lehetséges egész értékű Diofantikus halmazok méretére, másrészt néhány egyszerű példát is mutattak hármasokra  $k = 3$  és  $k = 4$  esetekben, de nem ismerünk dokumentált négyest, és már hármasok végtelen családja sem lelhető fel a szakirodalomban.

A dolgozatban eleinte a racionális Diofantikus halmazokat vizsgáljuk, kezdetben általános, majd specializált hatványkitevők választása mellett. Megmutatjuk, hogy tetszőleges  $k$  esetén végtelen sok  $k$ -adik hatvány Diofantikus hármas létezik. Ezt követően definiáljuk az úgynevezett Diofantikus párok által indukált görbéket, továbbá azok néhány alapvető tulajdonságát ismertetjük.

Végezetül a  $k = 3$  esetet részletezzük. Definiáljuk a 3-leszállás homomorfizmust és ennek segítségével elégséges feltételt adunk bővítések konstrukciójára. Megmutatjuk, hogy bármely  $\{a, b\}$  harmadik hatvány racionális Diofantikus pár végtelen módon bővíthető hármasokká, amennyiben nem  $\{-1, 1\}$  vagy  $\{-3, 3\}$ .

Végezetül belátjuk, hogy végtelen sok harmadik hatvány Diofantikus négyes létezik.

**BAJA ZSOLT***zsolt.baja@ubbcluj.ro*

Korszerű Matematika

MSc, 3. félév

Egyéb külföldi felsőoktatási intézmény

**DOBÁK DÁNIEL***dd542@cam.ac.uk*

Matematika

BSc, 5. félév

Egyéb külföldi felsőoktatási intézmény

**KOVÁCS BENEDEK***benoke981@gmail.com*

Matematikus

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

**PIGLER DONÁT***pigler.donat@gmail.com*

Matematika

MSc, 1. félév

Egyéb külföldi felsőoktatási intézmény

*Témavezető:**Pach Péter Pál**egyetemi docens, BME VIK***Lépés az  $ax+by=p(z)$  alakú 2-Ramsey egyenletek karakterizációja felé**

Ebben a dolgozatban az  $ax+by=p(z)$  alakú egyenletekre vizsgáljuk a Ramsey-problémát. A fő eredményünk egy tétel, amely elégséges feltételt ad  $a, b$  pozitív egész számokra és  $p$  polinomra ahhoz, hogy  $ax+by=p(z)$  2-Ramsey legyen, azaz a pozitív egész számok bármely 2-színezése esetén végtelen sok monokromatikus megoldása legyen az  $ax+by=p(z)$  egyenletnek. Ez több nevezetes eset 2-Ramseységét vonja maga után, például az  $ax+y=z^n$  egyenletét, tetszőleges a pozitív egészre és  $n \geq 2$ -re, továbbá az  $ax+by=cz^2$  egyenletét, olyan  $a, b$  és  $c$  számokra, ahol  $\ln_{\text{ko}}(c, a/\ln_{\text{ko}}(a,b))=2^l$  és  $\ln_{\text{ko}}(c,b/\ln_{\text{ko}}(a,b))=2^{l'}$  valamilyen  $l, l'$  természetes számokra és végezetül az  $ax+by=a_d z^d + \dots + a_1 z$  egyenletét, ahol a jobb oldalon  $z$ -nek egész együtthatós polinomja szerepel,  $\ln_{\text{ko}}(a,b)=1$ ,  $d \geq 2$ ,  $a_d > 0$  és  $a_1 \neq 0$ .

**IMOLAY ANDRÁS***imolay.andras@gmail.com*

Matematikus

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Csikvári Péter**egyetemi docens, ELTE TTK*

---

**Kombinatorikus politópok Ehrhart-polinomja**

Minden gráfhoz hozzá tudunk rendelni egy bizonyos módon egy politópot, amit élpolitópnak nevezünk, továbbá minden politóp esetén vizsgálhatjuk a hozzá rendelt Ehrhart-polinomot. Az élpolitóp Ehrhart-polinomjának vizsgálata egyre népszerűbb, számos ezzel kapcsolatos cikk jelent meg az utóbbi években. Egy program segítségével számos gráfra meghatároztam az ilyen módon hozzárendelt polinomot, ami alapján sejtéseket fogalmaztam meg és bizonyítottam. Pontosán meghatároztam fák, páratlan hosszú körök, teljes gráfok és teljes páros gráfok esetén a polinomot, továbbá egyéb általános sejtéseket fogalmaztam meg.

**SZABÓ CSABA***csaba.szabo.98@outlook.com*

Matematika

MSc, 2. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Lukács Erzsébet**egyetemi docens, BME TTK*


---

### Ferde feloldás rétegezett algebrák fölött

A véges dimenziós algebráknak (vagy általánosabban: Artin-algebráknak) egy fontos, sokat vizsgált osztálya a kváziöröklődő algebrák, és azok természetes általánosításai. Ezen algebrák megjelennek az algebrai csoportok, ill. féligegyszerű Lie-algebrák reprezentációelméletében. Az általunk vizsgált témakör az ún. CPS-rétegezett algebrák (E. Cline, B. Parschall és L. Scott után) témakörébe tartoznak.

Legyen  $A$  véges dimenziós (asszociatív, egységelemes) algebra egy algebrailag zárt test fölött. Az  $e \in A$  (primitív) idempotens elemet erős idempotensnek nevezzük, ha  $AeA \subset A$  erős idempotens ideál, azaz ha  $M, N$  végesen generált modulusok  $A/AeA$  fölött, akkor

$$\text{Ext}_A^t(M, N) \cong \text{Ext}_{A/AeA}^t(M, N)$$

minden  $t$ -re. Egy  $A$  algebrát CPS-rétegezett algebrának hívunk, ha létezik

$$0 = I_{n+1} \subset I_n \subset \dots \subset I_0 = A$$

ideáloknak olyan sorozata, hogy  $I_t / I_{t+1}$  erős idempotens  $A / I_t$ -ben minden  $t$ -re.

Az algebrák rétegezettsége lehetővé teszi, hogy sok homológikus jellegű kérdést az egyszerű modulusok számára vonatkozó indukcióval oldjunk meg. Ezt használták például néhány speciális CPS-rétegezett algebra (ld. [AHLU], [P]) esetén a finitisztikus dimenzió végességének bizonyítására, azaz hogy a végesen generált véges projektív dimenziójú modulusok projektív dimenziója korlátos.

Ebben a dolgozatban a CPS-rétegezett algebrák finitisztikus dimenziójának kiszámításához vezetünk be egy segédeszközt, a modulusok ferde feloldását, illetve ebből származtatható ekvivalenciát, amely lehetőséget ad arra, hogy kevesebb modulus projektív feloldásának vizsgálatával a faktoralgebra finitisztikus dimenziójából az eredeti algebrára korlátot tudjunk adni.

[AHLU] - I. Ágoston, D. Happel, E. Lukács and L. Unger, "Finitistic Dimension of Standardly Stratified Algebras", *Comm. Algebra* 28 (2000) 2745-2752

[P] - C. Paquette, "Strictly Stratified Algebras Revisited" July 2009 *Communications in Algebra* 37(8):2591-2600

**MOZGOVOJ ISTVÁN***brainhowl@gmail.com*

Matematika

MSc, 2. félév

II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola  
(Beregszász)*Témavezető:  
Dr. Juhász Tibor  
egyetemi docens, EKKE IK*

---

**Csoportalgebrákról, melyek egységcsoportja meta-Abel**

Legyen  $F$  egy  $p$  karakterisztikájú test,  $G$  egy tetszőleges csoport, jelölje  $U(FG)$  az  $FG$  csoportalgebra egységcsoportját. 1991-ben Shalev szükséges és elégséges feltételt adott arra, hogy  $U(FG)$  mikor meta-Abel (egy csoportot meta-Abel csoportnak mondunk, ha feloldható hossza legfeljebb 2), azzal a megszorítással, hogy  $p > 2$  és  $G$  véges. Néhány évvel később Kurdics, valamint tőle függetlenül Coleman és Sandling a  $p=2$  esetre tette meg ugyanezt. (Megjegyezzük, hogy a csoportalgebrák elméletében a  $p=2$  eset szinte mindig kivételes, teljesen más megközelítést igényel, mint amikor  $p > 2$ .) Az elmúlt évben Juhász és Spinelli kiterjesztette Shalev eredményét tetszőleges  $G$  csoportra. A pályamunkában a  $p=2$  esetben teszünk lépést ebbe az irányba: meghatározzuk mindazon  $G$  nemnilpotens csoportokat, melyekre  $U(FG)$  meta-Abel.  $G$  rendjére vonatkozóan nem teszünk semmilyen korlátozó feltételt, viszont amikor  $G$  nemtorzió, elvárjuk, hogy az  $FG$  csoportalgebra moduláris legyen, vagyis  $G$  tartalmazzon 2-odrendű elemet.



## ALKALMAZOTT MATEMATIKA

1. Faragó Gábor Zoltán (SZTE - TTIK)
2. Sebastian Josue Castillo Jaramillo (ELTE - TTK)
3. Gyúró Noémi (ELTE - TTK)
4. Gyúró Noémi (ELTE - TTK)
5. Somogyi Pál (SK CE)
6. Glavosits Villó (SZTE - TTIK)

A Zsűri tagjai:

**Dr. Baran Sándor**

**Dr. Székely László**

**Dr. Bálint Péter**

**FARAGÓ GÁBOR ZOLTÁN***farago.gabor99@gmail.com*

Alkalmazott matematikus

MSc, 2. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezető:**dr. Vajda Róbert**egyetemi adjunktus, SZTE TTIK*

---

**Valós szimmetrikus intervallummátrixok extrémális sajátérték-intervallumainak vizsgálata - Éles korlátok és diszjunktság**

Az OTDK-dolgozatban valós szimmetrikus intervallummátrixok sajátérték-problémáját vizsgáljuk először  $2 \times 2$ -es, majd általánosan  $n \times n$ -es intervallummátrixok esetében. A téma aktívan kutatott, jelen dolgozat elsősorban D. Hertz és J. Rohn eredményeihez kapcsolódik.

Ahogy látni fogjuk, a sajátértékhalmoz  $n$  véges zárt intervallum egyesítése. Természetes az igény, hogy az intervallumok végpontjaira könnyen számítható becslést adjunk vagy ha lehet, azokat egészen pontosan karakterizáljuk. Dolgozatunk első részében a  $2 \times 2$ -es esetben mind a 4 intervallumvégpontot, és egyúttal a 2 sajátérték-intervallum diszjunktságát is megvizsgáljuk.

Kezdeti eredményként megmutatjuk, hogy  $2 \times 2$ -es esetben a 2 sajátérték-intervallum mind a 4 végpontját egzaktan meg tudjuk határozni. Azonban ezek nem feltétlenül csúcsmátrix sajátértékeként állnak elő. Viszont ekkor az eredeti intervallummátrixból konstruálhatunk olyat, amely 1-1 csúcsmátrixának legkisebb vagy legnagyobb sajátértéke megegyezik egy keresendő végponttal. Továbbá a sajátérték-intervallumok diszjunktságára szükséges és elegendő feltételt is adunk az intervallummátrixot alkotó intervallumok kölcsönös helyzetétől függően.

Dolgozatunk második részében az  $n \times n$ -es általános eset felé fordulunk. Hertz munkássága nyomán tudjuk, hogy az  $n \times n$ -es szimmetrikus intervallummátrixok legnagyobb sajátértékeinek maximuma egybeesik  $2^{n-1}$  speciális csúcsmátrix legnagyobb sajátértékének maximumával, míg a legkisebb sajátértékek minimumára is hasonló állítás teljesül. Ezenkívül Xin eredményei alapján Hertz azt is felismerte, hogy ha az offdiagonális intervallumok jobb végpontjai nem kisebbek, mint a bal végpontok abszolút értékei, azaz, ha a diagonálison kívüli intervallumközepek nemnegatívak, akkor a jobb végpontokból képzett mátrix legnagyobb sajátértéke megadja a legnagyobb sajátértékek maximumát. Ezt általánosítva megmutatjuk, hogy az intervallummátrixot alkotó intervallumok bizonyos előjelmentázata esetén exponenciálisan sok helyett 1 csúcsmátrix is meghatározza a legnagyobb sajátértékek maximumát. Ezenkívül kezdeti eredményként megállapítjuk, hogy az említett speciális előjelmentázatok esetén, ha egyik offdiagonális intervallumnak sem belső pontja a 0, akkor a legnagyobb sajátértékek minimuma is egzaktan megadható. Speciális előjelmátrixok egy másik rendszerére vonatkozólag a legkisebb sajátértékek korlátjaira is hasonló összefüggések állnak fenn.

Végezetül az elért eredményeket alkalmazva intervallummátrixok stabilitását vizsgáljuk.

**SEBASTIAN JOSUE CASTILLO  
JARAMILLO**

*jnemesist@gmail.com*

Matematikus

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:  
Karátson János  
egyetemi tanár, ELTE TTK*

---

### **Superlinear convergence of iterative methods for elliptic PDEs and systems**

The conjugate gradient method (CGM) is a widespread way to find the solution of discretized elliptic partial differential equations iteratively. Furthermore, the preconditioned CGM can be competitive with multigrid methods and, under certain conditions, operator preconditioning can provide mesh-independent superlinear convergence. This project considers a self-adjoint second-order elliptic boundary value problem with variable zeroth order coefficient and its finite element discretization. We study the mesh-independent superlinear convergence of the preconditioned CGM for this type of problem and extend previous results to the case of unbounded reaction coefficients in some Lebesgue spaces. Our goal is to find an eigenvalue-based estimation of the rate of superlinear convergence and to show that a similar estimation can be obtained in the case of systems of PDEs.

**GYÚRÓ NOÉMI***nockauborka@gmail.com*

Alkalmazott matematikus

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:  
György Szilvia  
egyetemi tanársegéd, ELTE  
Kovács Sándor  
egyetemi docens, ELTE IK*

---

**Az alap szaporodási ráta meghatározása különféle rendszerekben**

Ennek a dolgozatnak a célja kettős: egyrészt megmutatjuk, hogyan lehet közösleges differenciálegyenletek, (közösleges) differenciaegyenletek, illetve reakció-diffúzió-differenciálegyenletek esetében kiszámítani az elemi reprodukciós számot, másrészt egyéb kritériumok alkalmazásakor fellépő bonyolult számolásokat megkönnyítendő a ráta konkrét rendszerben történő kiszámításával feltételt adunk a fázissík pozitív oktánsának határán lévő egyensúlyi helyzet lokálisan aszimptotikusan stabilis voltára.

A bemutatott algoritmust egy a témavezetőim által megalkotott vertikális transzmissziót nélkülöző járványterjedési modellre, annak többféle módon diszkrétizált változatára, majd az abból, mint kinetikai rendszerből képzett reakció-diffúzió-rendszerre alkalmazzuk.

A folytonos esetben megmutatjuk, hogy amikor az elemi reprodukciós szám átlép egy kritikus értéket forward transzkritikus bifurkáció lép fel: stabilis endemikus egyensúlyi helyzet keletkezik.

A folytonos rendszert aztán explicit Euler-, illetve nemsztenderd Mickens-féle diszkrétizációknak vetjük alá. Az így keletkezett diszkrét rendszerek esetében, megmutatjuk, hogy miként kell megválasztani a lépésközt úgy, hogy a diszkrétizált rendszer örökölje a folytonos rendszer dinamikai tulajdonságait: a fázistér pozitív oktánsa invariáns maradjon, és a megoldások a diszkrétizáció után is egyenletesen korlátosak legyenek. Mindeközben az explicit Euler-féle diszkrétizációval kapott rendszer esetében tetszőleges egyensúlyi helyzetben linearizált rendszer mátrixának spektrális tulajdonságait használva olyan korlátot adunk a lépésköz megválasztására, hogy az eredeti rendszer Jacobi-mátrixának Hurwitz-stabilis volta maga után vonja a diszkrétizált rendszer Jacobi-mátrixának Schur-stabilitását.

Végül pedig feltételezve, hogy a járvány terjedését a populáció térbeli kiterjedése is befolyásolja, a vizsgált autonóm közösleges differenciálegyenlet-rendszert egy diffúziós taggal kiegészítve a kapott reakció-diffúzió-rendszer esetében is elvégezzük a számításokat.

**GYÚRÓ NOÉMI***nockauborka@gmail.com*

Alkalmazott matematikus

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Kovács Sándor**egyetemi docens, ELTE IK**György Szilvia**egyetemi tanársegéd, ELTE IK*

---

**Bifurkációk szomitogenezist modellező rendszerekben**

A dolgozatban egy a gerincfejlődés alapjául szolgáló modell kinetikai részének kvalitatív tulajdonságait vizsgáljuk. Elsőként megmutatjuk, hogy a fázistér pozitív kvadránsa (pozitívan) invariáns halmaz, adott feltétel teljesülése esetén a megoldások egyenletesen korlátosak. Ezt követően a rendszer egyensúlyi megoldásait és azok stabilitási tulajdonságait vesszük górcső alá: feltételeket fogalmazunk meg az egyensúlyi helyzetek létezésére, azok stabilitására vonatkozóan. Majd a paraméterekre vonatkozó bizonyos kikötések teljesülése esetén igazoljuk, hogy nincsen a rendszerben periodikus pálya. Végül, de nem utolsó sorban lokális bifurkációk felléptét igazoljuk, nevezetesen nyereg csomó, Poincaré-Andronov-Hopf- és Bogdanov-Takens-bifurkáció meglétét bizonyítjuk. A kapott eredményeket numerikus szimulációkkal vizualizáljuk. A bifurkációs eredmények bizonyítása során alkalmazott tételeket a dolgozat Függelékben írtuk le részletesen

**SOMOGYI PÁL***pavel.somogyi@gmail.com*

Valószínűségszámítás és matematikai statisztika

MSc, 10. félév

Comenius Egyetem

*Témavezető:**Mgr. Ján Somorčík, PhD.**adjunktus, SK CE*

---

**A Mann-Whitney teszt kétdimenziós kiterjesztéseiről**

Nemparaméteres statisztikai tesztek vizsgálunk: a Mann-Whitney-teszt kétdimenziós kiterjesztéseivel foglalkozunk, melyek elsődlegesen Sen, illetve Mathur munkáiban jelennek meg. A publikációikban szereplő tesztek távolságokra, ill. iránytényezőkre alapozott Mann-Whitney-tesztek. A munkában vizsgáljuk azon helyzeteket, melyekben ezek a kiterjesztések nem képesek felfedezni a nullhipotézisben tesztelt, és valóban megjelenő eltolást az eloszlások közt. Az elégtelenségeket kiküszöbölendő, először kombináljuk a Mathur, ill. Sen-Mathur által javasolt tesztekkel, s az így keletkező tesztelési statisztikának bizonyos helyzetben aszimptotikusan  $\chi^2$ -eloszlása van. Hogy a tesztek statisztikai erejét növeljük, foglalkozunk a referenciapont (a pont, amelyből a távolságokat, ill. iránytényezőket számítjuk) optimális helyzetének keresésével. Maximális statisztikai erőt érünk el, amennyiben a távolságokon alapuló teszt esetében a két eloszlás középpontjait összekötő egyenesen választjuk a referenciapontot, míg az iránytényezőkön alapuló teszt esetében az optimális referenciapont eme egyenesre állított merőlegesen keresendő. Eredményeinket szimulációs vizsgálatokkal is alátámasztjuk.

**GLAVOSITS VILLŐ**

glavovi@gmail.com

matematika

BSc, 3. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezető:**Dr. Röst Gergely**egyetemi docens, SZTE TTIK***Lanchester-féle harci modell kiterjesztése az ukrain orosz invázióra**

Lanchester az első világháború idején a harcoló felek erejének változását az alábbi modell segítségével írta le: legyen  $x(t)$ ,  $y(t)$  a felek hadereje a  $t$  időpontban. Legyenek  $a > 0$  és  $b > 0$  paraméterek, amelyek az egyes hadseregek minőségét fejezik ki (azaz, hogy milyen hatékonysággal tudják elpusztítani a másik felet). A modell differenciálegyenletrendszere a következő:

$$x'(t) = -ay(t),$$

$$y'(t) = -bx(t),$$

ahol  $x(0), y(0) > 0$  a haderők kezdeti értékei. A harcnak akkor lesz vége, amikor valamelyik változó nullává válik. A harc kimenetelét Lanchester kvadratikus törvénye határozza meg, ami azon alapul, hogy a  $V(t) = (x(t))^2 - a \cdot b^{-1} \cdot (y(t))^2$  mennyiség a rendszer invariánsa.

Az orosz-ukrán háborúban megfigyelhető volt, hogy az ukrán hadsereg nagy mennyiségű fegyvert zsákmányolt az oroszoktól, majd ezekkel saját csapataikat erősítették. Ez a fajta zsákmányolás nem szerepel a klasszikus Lanchester-modellben, ezért azt továbbfejlesztettük a következő rendszerre:

$$x'(t) = -ay(t) + pbx(t),$$

$$y'(t) = -bx(t),$$

ahol  $p \in [0, 1]$  paraméter a zsákmány aránya. A dolgozat fő kérdése az, hogy a zsákmányolás mennyiben befolyásolja a harcok kimenetelét.

Megmutatjuk, hogy nincs olyan lineáris transzformáció, amellyel visszavezethetnénk a problémát a klasszikus Lanchester-modellre. Azt is megmutatjuk, hogy az új modellnek nincs polinomiális invariánsa.

A dolgozat fő eredménye, hogy sikerült konstruálni egy invariánst, ami kvadratikus, logaritmikus, és trigonometrikus tagokat is tartalmazó bonyolult képlet. Az első levezetés fő eszköze egy Chini-féle nem-autonóm egyenlet explicit megoldásán alapul. Az invariánst egy másik módszerrel (Jordan-alakra transzformálás után) is meg lehet határozni.

Az új invariáns kiterjeszti a Lanchester-féle kvadratikus törvényt egy jóval komplikáltabb törvénnyé. Ennek segítségével analitikusan is leírhatók azok a tartományok az általánosabb modellben, amelyek valamelyik fél győzelméhez vezetnek.

Részletesen kielemezzük, hogy különböző erősségű és minőségű harcoló felek esetén a zsákmányolási paraméter hogyan befolyásolja a harc kimenetelét. Az egzakt számításokat numerikus szimulációkkal is illusztráljuk.

Megmutatjuk, hogy az invariáns segítségével bonyolultabb végfeltételek esetén is eldönthető a csata kimenetele és megadható a harcoló felek végső állapota.

Végezetül, az elérhető hadijelentések alapján megbecsüljük a  $p$  paraméter értékét az orosz-ukrán háborúban, és alkalmazzuk a modellt az ottani helyzetre.

## ANALÍZIS ÉS SZTOCHASZTIKA

1. Kubatovics Kata (SZTE - TTIK)
2. Beke Márton, Borbényi Márton,  
Szemerédi Levente (ELTE - TTK)
3. Kocsis Anett (ELTE - TTK)
4. Kocsis Mátyás (DE - TTK)
5. Komálovics Ábel (BME - TTK)
6. Tóth György (RO BBTE)

A Zsűri tagjai:

**Dr. Hartung Ferenc**

**Dr. Pálfi Miklós**

**Dr. Tímár Ádám**

**Támogató partner: Zoboky Tamás**



**KUBATOVICS KATA***kubatovicskata@gmail.com*

Alkalmazott matematikus

MSc, 2. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezető:**dr. Kevei Péter**tanszékvezető egyetemi docens, SZTE TTIK*

---

**Közel-kritikus elágazó folyamatok**

A közel-kritikus elágazó folyamatok olyan inhomogén Galton-Watson-folyamatok, ahol az utódeloszlások várható értéke 1-nél kisebb, és 1-hez konvergál. Bár az ilyen folyamatok 1 valószínűséggel kihalnak, nemtriviális határeloszlás-tételt fogalmazhatunk meg, ha a folyamatot azon feltétel mellett vizsgáljuk, hogy az az  $n$ . időpontig még nem halt ki. Az ilyen eredményeket Yaglom-típusú határeloszlás tételeknek nevezzük. Megfelelő feltételek mellett a feltételes határeloszlás geometriai eloszlást követ ebben a speciális, közel-kritikus esetben. Vizsgáljuk továbbá a közel-kritikus elágazó folyamatokat bevándorlással, azaz amikor a fenti folyamat minden generációban véletlen számú bevándorlóval egészül ki. Ekkor a bevándorlás ellensúlyozza a folyamat szubkritikus voltát, és bizonyos feltételek mellett a határeloszlás összetett Poisson eloszlást követ. Tételeink igazolásához analitikus eszközöket használunk. A bizonyítások alapját a G. Kersting által kidolgozott módszerek (A unifying approach to branching processes in a varying environment, Journal of Applied Probability, 2020) adják.

**BEKE MÁRTON***bmarcika99@gmail.com*

Matematikus

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

**SZEMERÉDI LEVENTE***levente.szemeredi@protonmail.com*

Matematikus

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

**BORBÉNYI MÁRTON***marton.borbenyi@gmail.com*

Matematikus

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Gerencsér Balázs**egyetemi adjunktus, ELTE TTK*

---

**Körgráfok véletlen módosításainak aszimptotikus spektrálanalízise**

Dolgozatunkban véletlen Markov-láncok konvergenciasebességével, illetve sajátértékeivel foglalkozunk. Célunk az  $n$  pontú körgráfon történő véletlen bolyongásnak, mint Markov-láncnak, a konvergenciasebességének gyorsítása a gráf a módosításával. Erre Gerencsér és Hendrickx adtak egy véletlenített konstrukciót, melynek a vizsgálatát folytattuk. Bebizonyítottuk, hogy  $n$ -et növelve a konstrukció sajátértékeinek abszolútértéke egyenletesen 1-hez tart aszimptotikusan 1 valószínűséggel, melyekről ismert, hogy legfeljebb 1 abszolútértékű komplex számok. Továbbá bebizonyítottuk a gyökök argumentumainak aszimptotikusan egyenletes eloszlását is.

**KOCSIS ANETT***sakkboszi@gmail.com*

Matematikus

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:  
Elekes Márton  
egyetemi tanár, ELTE TTK*

---

### **Topologikus csoportok generikus tulajdonságai**

Topologikus csoportok Baire-kategória értelmében generikus tulajdonságait vizsgáljuk.

Először a megszámlálható diszkrét csoportok esetével foglalkozunk. Kiterjesztjük B.H.Neumann, H.Simmons és A.Macintyre algebrailag zárt csoportokról és a szóproblémáról szóló klasszikus eredményét. I.Goldbring, S. E.Kunnawalkam és Y.Lodha megmutatta, hogy a megszámlálható diszkrét csoportok terében minden izomorfiaosztály első kategóriájú. Ezzel szemben mi belátjuk, hogy a megszámlálható diszkrét Abel-csoportok terében létezik egy generikus izomorfiaosztály.

Ezután rátérünk a kompakt metrizálható Abel-csoportok esetére. Pontrjagin-dualitást használva megmutatjuk, hogy a kompakt metrizálható Abel-csoportok terében van generikus izomorfiaosztály. Tárgyaljuk az összefüggéseket a megszámlálható diszkrét esettel.

Végezetül kompakt metrizálható csoportokat vizsgálunk. Bizonyítjuk, hogy az általános kompakt metrizálható csoport nem összefüggő és nem is totálisan összefüggéstelen.

**KOCSIS MÁTYÁS***kocsis.matyas21@gmail.com*

Alkalmazott matematikus

MSc, 1. félév

Debreceni Egyetem

Természettudományi és Technológiai Kar

*Témavezető:  
Dr. Páles Zsolt  
egyetemi tanár, DE TTK*

---

**Hutchinson tétele szemimetrikus terekben**

A fraktálelmélet a matematika egy fiatal és aktívan kutatott területe. Az ezen tudományág által vizsgált matematikai objektumok, azaz a fraktálok, speciális tulajdonságokkal rendelkező halmazok. Az egyik legfőbb jellemzőjük az ön hasonlóság, a szakirodalomban gyakran ezen tulajdonságuk mentén határozzák meg őket; általánosan elfogadott definíciójuk azonban egyelőre nincs. A fraktálelmélet egyik alapvető kérdése, hogy milyen feltételek garantálják egy adott térben a fraktálok létezését és egyértelműségét.

Hutchinson tétele a fraktálok egyértelmű létezését állítja teljes metrikus terekben. Saját megközelítésében Hutchinson ezen halmazokat teljes metrikus téren értelmezett kontrakciók fixpontjaként származtatja, gondolatmenetében fontos szerepet kap Blaschke tétele, és az analízis egyik széleskörűen alkalmazott eredménye, a Banach-féle fixponttétel.

A dolgozatom célkitűzése Hutchinson eredményének általánosítása a szemimetrikus terek konstrukciójára. Ezen megközelítésben a klasszikus kontrakciók helyett úgynevezett Matkowski-féle nemlineáris kontrakciók szerepelnek, melynek fixpont tulajdonságait Bessenyei és Páles 2017-es cikkükben vizsgálták, kiterjesztve ezzel Banach eredményeit szemimetrikus terekre. Ezen felül a fraktálok közelítésére szolgáló iterációs eljárásra adható hibabecslések, a fraktálok stabilitása, továbbá Hausdorff tételének és Blaschke tételének szemimetrikus terekre való általánosítása is helyet kapott a dolgozatomban.

**KOMÁLOVICS ÁBEL***komawifi@gmail.com*

Matematikus

MSc, 2. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Dr. Molnár Lajos**egyetemi tanár, BME TTK*

---

### **A Bures és a Hellinger távolság egy paraméteres kiterjesztése, és trace karakterizációk**

A Bures és a Hellinger metrika, ami mátrixalgebrák pozitív kúpjain megadott távolságfogalom, fontos szerepet játszik a kvantuminformáció-elméletben. Ezen két metrikában a számtani közép mellett megjelenik egy-egy geometriai-közép-szerű művelet, melyek műveletek egy paraméteres családjává egészíthetők ki természetes módon (ez a család fellelhető a kvantum Rényi relatív entrópia egy Audenaert-Datta-tól származó variánsában is). Ily módon kapjuk lehetséges távolságmértékeknek egy paraméteres családját, melyben a  $p=1$  eset jelenti a Hellinger távolságot, a  $p=2$  eset pedig a Bures távolságot.

A dolgozatban először ezt a függvénysereget vizsgáljuk operátoralgebrák ( $C^*$ -algebrák, von Neumann algebrák) pozitív kúpjain. Megmutatjuk, hogy a távolságmértékünk pontosan akkor metrika egy Hilbert tér tiszta állapotainak halmazán (egyirányú projekcióinak összességén), ha a  $p$  paraméter legfeljebb 2. Általános sejtésünk az, hogy 1-nél kisebb esetben nem, 1 és 2 között azonban távolságmértékünk tetszőleges pozitív kúpon igazi metrika.

Egy, az irodalomban ismert eredményből (, ami szerint mátrixalgebra pozitív kúpján az ún. szimmetrikus Stein divergencia négyzetgyöke valódi metrika,) levezethető, hogy ha fentebb a számtani közepet és a vizsgált egyparaméteres családuknak tagjait azok logaritmusával helyettesítjük, akkor tetszőleges paraméterértékre mátrixalgebrák esetén valódi metrikát kapunk. Ennek háttérében az áll, hogy az említett algebrák esetén a  $\log \circ \det$  és a  $\text{trace} \circ \log$  megegyezik, amiből következik, hogy a paraméteres családunkhoz tartozó műveletek  $\text{trace} \circ \log$ -jai mind egybeesnek. Dolgozatunkban belátjuk, hogy ezen tulajdonság a pozitív lineáris funkcionálok között kitünteti a  $\text{trace}$ -t. Absztrakt operátoralgebrai környezetben belátjuk, hogy tetszőleges olyan pozitív lineáris funkcionál, amely két különböző paraméterérték esetén műveleteink logaritmusain ugyanazon értéket veszi fel, szükségképpen egy  $\text{trace}$ . Hasonló eredményt nyerünk a klasszikus Kubo-Ando geometriai közép és egy tetszőleges, a paraméteres családunkhoz tartozó „közép” esetének vonatkozásában is.

A bemutatandó eredmények többsége részét képezi egy, a témavezetővel közös, a J. Math. Anal. Appl. folyóirat különszámába való benyújtásra felkért cikknek, aminek megírása jelenleg folyamatban van.

**TÓTÓS GYÖRGY***t5gy5@yahoo.co.uk*

Haladó Matematika

MSc, 2. félév

Babeş-Bolyai Tudományegyetem

*Témavezető:*  
*dr. András Szilárd Károly*  
*docens, RO BBTE*

---

### A Cezáro-Stolz lemma általánosításai

A Cezáro-Stolz lemma az egyik leggyakrabban használt határtérték-számítási tétel, melyet konvergencia rend meghatározására, vagy aszimptotikus viselkedés vizsgálatára használnak. A dolgozat első részében néhány alternatív bizonyítás van bemutatva, amelyet a jelenleg ismert három általánosítás követ: C. Mortici általánosítása, amelyben a szerző megvizsgálta, hogy mi történik

abban az esetben, ha csak a  $\lim_{n \rightarrow \infty} \left( \frac{y_{n+1} - y_n}{x_{n+1} - x_n} - \frac{y_n}{x_n} \right)$  határértéket ismerjük; R. Spigler & M. Vianello általánosítása, amelyben a lemma ki lett terjesztve komplex számokból álló sorozatokra; illetve C. T. Rajagopal általánosítása, amelyben finomította a szélső határértékes alakját a lemmának. Ezt követi a dolgozat fő eredményei: a lemma szélső értékes alakjának kiterjesztése komplex számokból álló sorozatokra, valamint néhány elégséges feltétel, amivel el lehet dönteni, hogy adott sorozatok lehetnek-e a nevezőben. Továbbá, a bemutatott módszert alkalmazzuk a L'Hospital szabály általánosítására időskálákon. Végezetül Cezáro-Stolz szerű eredmények vannak levezetve az  $P(x_n) = x_{n+2} + a_1 x_{n+1} + a_2 x_n$  operátorra, illetve két eredmény a  $p$ -ed rendű alakra.

## GEOMETRIA ÉS ALKALMAZÁSAI

1. **Regős Krisztina (BME - ÉPK)**
2. **Szesztay Ágoston Péter (BME - ÉPK)**
3. **Almádi Gergő (BME - ÉPK)**
4. **Szesztay Ágoston Péter (BME - ÉPK)**
5. **Gárgyán Barnabás (SZTE - TTIK)**
6. **Nagy Kinga (SZTE - TTIK)**
7. **Nagy Kinga (SZTE - TTIK)**

A Zsűri tagjai:

**Dr. Fejes-Tóth Gábor**

**Dr. Csikós Balázs**

**Dr. Kiss György**

**REGŐS KRISZTINA**

*regos.kriszti@gmail.com*

Építészmérnöki

Osztatlan, 11. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Építészmérnöki Kar

*Témavezetők:*

*Dr. Domokos Gábor*

*egyetemi tanár, BME ÉPK*

*G. Horváth Ákos*

*tanszékezető egyetemi tanár, BME TTK*

---

### **Egy kétsűcs tétel normális cella-felbontásokra**

Nagyon sok természeti és mesterséges mintázat modelljeként használhatóak [8] a sima, beágyazott 2D sokaságok úgynevezett normális cella-felbontásai, ahol a cellák a körlappal homeomorfak, két cella metszete összefüggő halmaz (vagy az üres halmaz) és a cellák mérete egyenletesen korlátos alulról és felülről is. Ilyen mintázatok megjelennek a biológiában, geológiában és a kémiában is. Az építészetben is gyakran találkozunk ilyen mintázatokkal: nem csak falazott szerkezetek vagy várostérképek modelljeiként szolgálhatnak, de a jól ismert mozaik képek matematikai leírására is alkalmasak lehetnek. Ha egy ilyen mintázat celláit nem csak kombinatorikai, hanem metrikus tulajdonságaik alapján is vizsgáljuk, természetes, és az említett alkalmazások szempontjából különösen releváns módon vetődik fel a kérdés, hogy egy cellának átlagosan legalább hány "éles" csúcsa van, ahol az élek nem 180 fokban találkoznak. Megmutatjuk, hogy periodikus mintázatok esetén ez a minimális szám 2, és általános összefüggést adunk a minimális átlag, a hordozó sokaság Euler-karakterisztikája és a vizsgált cella-felbontás éleinek száma között.



**SZESZTAY ÁGOSTON PÉTER***sz.goston@gmail.com*

Építészmérnöki

Osztatlan, 7. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Építészmérnöki Kar

*Témavezetők:**Dr. Bárány Balázs**docens, BME TTK**Dr. Domokos Gábor**egyetemi tanár, BME ÉPK***Kövek Kopásának modellezése iterált függvényrendszerekkel - korlátok és lehetőségek**

Jelen dolgozat az “Éleink szelt poliéderek kombinatorikus és metrikus tulajdonságai” című TDK munka (BME Építészmérnöki Kar, 2020) folytatásának eredményeit mutatja be. Az előző dolgozat olyan poliédereket vizsgált, amelyek összes csúcsát újra és újra levágjuk egy-egy síkkal, amely sík csakis az adott csúcsból kiinduló éleket metszheti és a levágott gúla közl semelyik kettőnek nincs közös pontja. Az így létrejövő egyszerű poliéderek, lapjainak átlagos csúc száma hat, lapjainak és csúc sainak száma megadható a kezdeti poliéder élei számának függvényeként, önhasonló lapszerkezetük fraktál tulajdonságokat mutat. A csúcsból kiinduló éleket  $\lambda < 1/2$  arányban osztó vágó sík esetén, megadható a kiinduló lap és a lap határalakzatának területének aránya. Ugyanakkor szabályos sokszögből kiindulva kör határalakzat csakis a  $2\lambda = 1/(1 + \cos(\phi))$  érték esetén lehetséges.

Jelen dolgozat célja az éleink szelt poliéderek fraktál tulajdonságainak vizsgálata. Kiegészíti az előző TDK-ban felállított modellt: a csúc sokból kiinduló élek  $\lambda_i$  arányban kerülnek levágásra, míg az újonnan létrehozott éleket  $\gamma_i$  arányban osztja az él határalakzatra kerülő pontja. Az így létrejövő poliéderek geometriája előállítható véletlen iterált függvényrendszerrel (IFS). A meghatározásra kerülő függvényrendszert alkalmazva egy négyzetes csúcs környezetének ábrázolására Matlab algoritmust prezentál.

Az IFS általános esetben csak három dimenzióban működik. Bizonyos esetekben azonban- melynek feltételei és egy példa is bemutatásra kerül - az alakzat valamely síkra vetített képe két dimenzióban is előállítható ilyen módon. A létrejövő alakzat lapjait határoló görbék megfelelően konstruáltak, hogy bármely  $\lambda_i, \gamma_i$  kombinációra első rendben differenciálhatók legyenek. Magasabb rendű differenciálásuk csakis akkor lehetséges, ha a  $\gamma_i = \lambda_i = 1/2$ .

A poliéder lapszerkezetében fraktál tulajdonságokat eredményez, ha a vágó sík éleket távolít el a kezdeti poliéderről. Ennek az eseménynek a vizsgálata IFS-sel azonban több problémát is felvet.

**ALMÁDI GERGŐ***gergo.almadi14@gmail.com*

Építészmérnöki

Osztatlan, 4. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Építészmérnöki Kar

*Témavezetők:**Regős Krisztina**doktorandusz, BME ÉPK**Dr. Domokos Gábor**egyetemi tanár, BME ÉPK*

---

**Inhomogén politópok mechanikai komplexitása - avagy van-e egy tetraédernek lelke?**

Politópnak nevezzük a  $d$ -dimenziós Euklideszi térben  $(d-k)$  dimenziós lineáris sokaságok  $((k=0,1, \dots, (d-1))$  által határolt alakzatokat. Poligonnak, vagy másnéven sokszögnek nevezzük a  $d=2$  dimenziós politópokat és poliédernek nevezzük a  $d=3$  dimenziós politópokat. Ebben a dolgozatban az utóbb felsorolt két esettel foglalkozunk.

Egy politóp konvex, ha két tetszőleges pontját összekötő szakasz a politóp belsejében marad. Inhomogén tömegeloszlást feltételezve egy politóp súlypontja annak belsejében bárhol lehet.

Poligonok statikai viselkedésének jellemzésére bevezetjük az egyensúlyi osztályozó vektor fogalmát mely egy  $N$ -szög esetén egy  $N$  dimenziós, bináris vektor, melynek  $k$ -adik eleme 1, ha létezik pontosan  $k$  darab stabil helyzettel rendelkező  $N$ -szög, egyébként az elem 0. Háromszögek és négyszögek esetében bebizonyítjuk, hogy a kombinatorikailag lehetséges  $2^3$  illetve  $2^4$  vektor közül geometriailag csak 2 illetve 5 darab realizálódhat és fel is soroljuk ezeket a vektorokat.

Poliéderek esetében bevezetjük az egyensúlyi osztályozó mátrix fogalmát, mely egy  $F$  lapú,  $V$  csúcsú poliéder esetén egy  $F \times V$  méretű, bináris elemekből álló mátrix, melynek  $(i,j)$  eleme 1, ha létezik pontosan  $S=i$ ,  $U=j$  stabil illetve instabil egyensúlyi helyzettel rendelkező  $F$  lapú,  $V$  csúcsú konvex poliéder, egyébként az elem 0.

MATLAB programban számított eredmények alapján sejtéseket fogalmazunk meg tetraéderek egyensúlyi osztályozó mátrixaira vonatkozóan. A tetraéderek 5 dimenziós konfigurációs terére illesztett ortogonális háló csúcsaiban elhelyezkedő 760000 darab tetraéder numerikus vizsgálata alapján kevesebb, mint 300 egyensúlyi mátrixot sikerült azonosítani a kombinatorikailag lehetséges  $2^{16}=65536$  mátrix közül. Jelen dolgozatban ugyan nem igazoljuk, hogy több mátrix nem létezhet, de megfogalmazunk olyan elveket, melyekkel egyes mátrixok létezését ki lehet zárni. Külön hangsúlyt fektetünk a monostabil és monoinstabil tetraéderek egyensúlyi osztályozó mátrixaira, és párhuzamot vonunk a homogén tetraéderek egyensúlyi osztályozó mátrixaival is.

**SZESZTAY ÁGOSTON PÉTER***sz.goston@gmail.com*

Építészmérnöki

Osztatlan, 9. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Építészmérnöki Kar

*Témavezetők:**Dr. Lángi Zsolt**docens, BME TTK**Dr. Sipos András Árpád**egyetemi docens, BME ÉPK***Iteratív módon csonkolt poliéderek statikai egyenúlyáról**

A dolgozat tárgykörében olyan 3-dimenziós poliéderek állnak, amelyek egy kezdeti  $P_0$  konvex poliéder csúcsainak ismételt síkmetszéssel végrehajtott eltávolításával állnak elő. Az eljárás során felteszem, hogy a metsző sík kizárólag az eltávolítandó  $v$  csúcsból kiinduló éleken metsz-heti  $P_0$ -t, ettől eltekintve helyzete tetszőleges. Ezen algoritmus hatását konvex sokszögekre a (Redner & Krapivsky, 2007) cikk, míg a 3-dimenziós esetben a keletkező konvex poliéderek élhálózatának kombinatorikus és fraktál tulajdonságainak vizsgálatát a (Szesztay, 2020) és (Szesztay, 2021) dolgozat mutatta be. Jelen dolgozat a vágások által létrehozott poliéderek statikai egyensúlyait vizsgálja. Megmutatom, hogy az algoritmus paraméterei megválaszthatóak olyan módon, hogy

- ha a kiinduló  $P_0$  poliéder egy minimálpoliéder, azaz minden lapján, élén és csúcsán rendelkezik egyensúlyi ponttal, akkor a csonkoló síkok alkalmas választása esetén a keletkező poliéderek is minimálpoliéderek maradnak,
- tetszőleges nemdegenerált  $P_0$  kiinduló poliéder esetén a csonkoló sík alkalmas választásával az eljárás során a keletkező poliéderek stabil, instabil és nyeregpontjainak száma nem változik.

Az első művelet esetén a poliéder  $C(P)$  mechanikai komplexitása (Domokos, et al., 2020b) (Domokos, et al., 2021), azaz csúcsai, élei és lapjai számának és ezeken található stabil, instabil és nyereg típusú egyensúlyainak különbsége nem változik. A második művelet esetén  $C(P)$  minden csúcs levágásakor legalább 6-tal nő.

1. Domokos, G. et al., 2020. Balancing polyhedra. *Ars Mathematica Conemporanea*, 19(1).
2. Domokos, G. et al., 2021. Konvex poliéderek egyensúlyi pontjai. *Középiskolai Matematikai és Fizikai Lapok*, Vol. 70, pp. 264-273
3. Redner, S. & Krapivsky, P., 2007. Smoothing a rock by chipping. *Physical Review E*, Volume 75.
4. Szesztay, Á., 2020. Éleink szelt poliéderek kombinatorikus és metrikus tulajdonságai, BME
5. Szesztay, Á., 2021. Kövek kopásának modellezése iterált függvényrendszerekkel - korlátok és lehetőségek, BME

**GÁRGYÁN BARNABÁS**

gargyan.barnabas@gmail.com

Matematikus

MSc, 7. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezető:**Dr. Ambrus Gergely**egyetemi docens, SZTE TTIK*

---

**Magas dimenziós kockák kritikus centrális metszetei**

A dolgozatban az  $n$ -dimenziós egységkocka centrális (azaz a kocka középpontjára illeszkedő) hipersíkmetszeteinek térfogatát vizsgáljuk. Az  $n \geq 4$  esetben cáfoljuk azt a régóta feltételezett hipotézist, ami szerint a kritikus metszetek diagonálisak, azaz normálvektoruk megegyezik a kocka valamely legalább 1 -dimenziós lapjának a főátlójával.

A kérdés vizsgálata Laplace, majd Pólya munkásságáig nyúlik vissza. Hadwiger 1972-ben bizonyította, hogy a minimális centrális metszet párhuzamos a kocka egy hiperlapjával, míg Hensley 1979-ben dimenziótól független felső korlátot adott a metszetek normált térfogatára. Ball 1986-os áttörő cikkében igazolta, hogy a legnagyobb metszet merőleges a kocka egy 2 -dimenziós lapjának főátlójára. Bartha, Fodor és González Merino 2021-es cikkükben megmutatták, hogy a  $k$  -dimenziós lapok főátlójára ortogonális metszetek térfogata monoton növekvő  $k \geq 3$  esetén, míg a maximum Ball eredménye alapján  $k = 2$  -nél van. A kritikus metszeteket egymástól függetlenül Ivanov és Tsiutsiurupa illetve Ambrus karakterizálta. Az utóbbi cikkben a szerző azt is megmutatja, hogy a 2 - és 3 -dimenziós esetben minden kritikus metszet diagonális, de  $n = 4$  esetén létezik olyan kritikus metszet, ami nem diagonális.

Jelen dolgozatban igazoljuk, hogy ez a tulajdonság a magasabb dimenziós esetekben is érvényes marad: tetszőleges  $n \geq 4$  -re léteznek olyan  $a_n, b_n > 0, a_n \neq b_n$  paraméterek, hogy az  $(a_n, a_n, b_n, \dots, b_n)$  normálvektorú hipersíkmetszet kritikus. A bizonyítás Pólya integrálformuláján és Fourier-analízisbeli eszközökön alapul, de ezen túl valószínűségszámítási módszerekkel is összefüggésben áll. Megmutatjuk, hogy pontosan akkor találhatók megfelelő  $a_n, b_n$  paraméterek, ha egy bizonyos, improprius integrálformulával kifejezett függvénynek létezik nemtriviális zéróhelye. Ezt a tulajdonságot finom analitikus becslések és geometriai gondolatmenetek segítségével látjuk be.

**NAGY KINGA**

*kinga1204@live.com*

Matematikus

MSc, 7. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezető:*

*Dr. Vigh Viktor*

*egyetemi docens, SZTE TTIK*

---

### **Gömbi körlemezbe írt véletlen gömbi körpoligonok**

A dolgozat szférikus körlemezbe írt véletlen körpoligonok aszimptotikus tulajdonságaival foglalkozik. A véletlen modellben egy  $r$  sugarú gömbi körlemezről választott egyenletes minta gömbi  $r$ -orsókonvex burkát -vagyis az összes  $\theta$  tartalmazó  $r$  sugarú gömbi körlemez metszetét tekintjük, majd vizsgáljuk a kapott körpoligon tulajdonságait, ha a minta elemszáma tart végtelenbe.

A dolgozat kapcsolatot teremt két ismert eredmény között: az egyik modellben az egyenletes minta a fél gömbfelszínről származik, és azok gömbi konvex burkát tekintjük; a másik modellben a pontok egy síkbeli  $r$  sugarú körlemezről származnak, a vizsgált véletlen objektum pedig a pontok  $r$ -orsókonvex burka. A véletlen szférikus-, valamint orsókonvex poligon csúcsszáma mindkét modellben egy véges konstanshoz tart, és ezen konstansok megegyeznek. A dolgozatban igazoljuk, hogy a csúcsszám gömbi orsókonvexitás esetén -amely átmenetként értelmezhető a két modell között- is ugyanezen konstanshoz tart.

**NAGY KINGA**

*kinga1204@live.com*

Matematika

BSc, 6. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezető:  
dr. Vigh Viktor  
egyetemi docens, SZTE TTIK*

---

### **Véletlen és legjobb approximációk általánosított körpoligonokkal**

A dolgozat kellően sima határú konvex lemezek, és az őket közelítő rögzített csúcsszámú sokszögek közötti távolság aszimptotikus viselkedésével foglalkozik, ha a csúcsszám tart a végtelenbe. Két konstrukciót vizsgálunk: az egyikben a legjobban közelítő sokszöget tekintjük -például a lemezbe írt (lemez köré írt) maximális (minimális) területű  $n$ -szöget-, a másikban véletlen  $n$ -szögeket -beírt sokszög esetén a csúcsoakat, körülírt sokszög esetén az érintési pontokat választjuk valamilyen eloszlás szerint a lemez határáról. Az aszimptotikus viselkedés mindkét esetben ugyanazon a geometriai határértéken múlik.

A dolgozatban az eddigi lineáris-, valamint orsókonvexitásra vonatkozó eredményeket általánosítjuk tovább az  $L$ -konvexitásra. Beírt közelítő  $L$ -sokszögek esetén a megfelelő geometriai határértékek meghatározásának segítségével a már ismert eredményekhez hasonló aszimptotikus formulákat igazolunk a lemez és közelítő sokszögének távolságára. Ezután bevezetünk egy, az  $L$ -konvexitáshoz kapcsolódó dualitásfogalmat, vizsgáljuk tulajdonságait, majd ezek segítségével bizonyítjuk a körülírt esetben adódó aszimptotikus formulákat.

## KOMBINATORIKA ÉS GRÁFELMÉLET

1. **Beke Csongor, Csáji Gergely, Pituk Sára**  
(ELTE - TTK)
2. **Imolay András** (ELTE - TTK)
3. **Imolay András, Kocsis Anett** (ELTE - TTK)
4. **Bursics Balázs, Csonka Bence, Szepessy Luca**  
(ELTE - TTK)
5. **Jánosik Áron, Miklós Csenge, Simon Dániel**  
**Gábor, Zólmoy Kristóf** (ELTE - TTK)
6. **Simon Máté** (ELTE - TTK)
7. **Füredi Erik** (ELTE - TTK)

A Zsűri tagjai:

**Dr. Hajnal Péter**

**Dr. Nyul Gábor**

**Dr. Barát János**

**BEKE CSONGOR***bekecsongor@gmail.com*

Matematika

BSc, 3. félév

Egyéb külföldi felsőoktatási intézmény

**PITUK SÁRA***pituksari@gmail.com*

Matematikus

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

**CSÁJI GERGELY***csaji.gergely@gmail.com*

Matematikus

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Csikvári Péter**egyetemi docens, ELTE TTK***A Tutte polinom egy alternatív megközelítése**

A dolgozatban minden  $H$  páros gráfhoz definiálunk egy  $\tilde{T}_H(x, y)$  kétváltozós polinomot, amit a  $H$  permutációs Tutte-polinomjának fogunk nevezni. Erre teljesül, hogy tetszőleges  $G$  gráf esetén,  $G$ -nek a hagyományos értelemben vett Tutte-polinomja előáll  $T_G(x, y) = \sum_{i=1}^k \tilde{T}_{H_i}(x, y)$  alakban, valamely  $G$  ből kapott  $H_1, \dots, H_k$  páros gráfok esetén. Ki fog derülni, hogy a  $\tilde{T}_H(x, y)$  és  $T_G(x, y)$  polinomok sok szempontból nagyon hasonlóan viselkednek. Ennek köszönhetően  $\tilde{T}_H(x, y)$  rendkívül hasznos eszköznek bizonyul a hagyományos Tutte-polinommal kapcsolatos kérdések vizsgálatában. Ezt több példán keresztül is demonstráljuk. Többek között adunk egy új bizonyítást a Jackson-egyenlőtlenségre, ami szerint

$$T_G(3,0)T_G(0,3) \geq T_G(1,1)^2$$

minden elvágóél; és hurokélmentes  $G$  gráfra, felhasználva, hogy

$$\tilde{T}_H(3,0)\tilde{T}_H(0,3) \geq \tilde{T}_H(1,1)^2$$

teljesül minden olyan  $H$  páros gráfra, amely nem tartalmaz izolált csúcsot. Továbbá, kiterjesztjük Brylawski egy híres tételét a Tutte-polinom együtthatóiról, és adunk rá egy új, egyszerű bizonyítást.



**IMOLAY ANDRÁS***imolay.andras@gmail.com*

Matematikus

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Nagy Zoltán Lóránt**tudományos munkatárs, ELTE TTK*

---

**Tarka Turán-számok**

A dolgozatban a Turán-féle tiltott részgráf probléma és a Ruzsa-Szemerédi probléma egy természetes általánosításával foglalkozunk. Adott két gráf,  $F$  és  $G$ , azt vizsgáljuk, hogy legfeljebb hány éldiszjunkt  $F$ -másolat helyezhető el  $n$  csúcson úgy, hogy ne keletkezzen  $G$ -vel izomorf részgráf, aminek minden éle különböző  $F$ -másolatból való. Meghatározzuk azon  $F, G$  párokat, melyekre ez a mennyiség kvadrátikus nagyságrendű, továbbá aszimptotikus eredményeket bizonyítunk, felhasználva számos eszközt, beleértve a regularitási lemmát, szuperszaturációt, illetve gráf pakolással kapcsolatos eredményeket.

**IMOLAY ANDRÁS***imolay.andras@gmail.com*

Matematikus

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

**KOCSIS ANETT***sakkboszi@gmail.com*

Matematika

BSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Katona Gyula**kutató professzor, ELTE TTK*

---

**Kneser-gráfok Xor szorzatának klikkszáma**

Ebben a dolgozatban egy gráfelméleti illetve egy vele ekvivalens extremális halmazelméleti problémát járunk körbe. Hasonló kérdéseket vizsgált korábban Katona O.H. Gyula, és szintén ő vetette fel az általunk vizsgált kérdést. Gráfelméleti megfogalmazásban két izomorf,  $k$ ,  $N$  paraméterekkel rendelkező Kneser-gráf Xor szorzatának klikkszámát vizsgáljuk. Erre az értékre az  $f(k,N)$  jelölést vezetjük be.

Alsó és felső becsléseket adunk  $f(k,N)$  értékére, kizárólag  $k$ -tól függő additív konstanstól eltekintve megválaszoljuk a kérdést, és kellően nagy  $N$ -re kiszámoljuk  $f(2,N)$  pontos értékét. Emellett további aszimptotikus eredményeket bizonyítunk.

**BURSICS BALÁZS***bursicsb@gmail.com*

Matematikus

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

**SZEPESSY LUCA***szepessy.luca@gmail.com*

Matematikus

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

**CSONKA BENCE***slenhortag@gmail.com*

Matematikus

MSc, 3. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi

Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Keszegh Balázs**tudományos munkatárs, Rényi Alfréd Matematika Intézet*

---

**Hipergráfok lefogása és színezése**

Dolgozatunkban hipergráfosztályok polikromatikus színezéséhez szükséges elméreték minimális nagyságával foglalkozunk, továbbá  $c$ -sekély lefogó halmazokkal, azaz olyan csúcshalmazokkal, amelyek minden élből tartalmaznak csúcsot, de egy  $c$  konstans korlátnál nem többet.

Meghatározzuk, hogy bizonyos geometriai hipergráfosztályokon milyen sekély lefogó halmazok léteznek általánosan.

Foglalkozunk továbbá egy speciális hipergráfosztállyal, amelyet megadott halmazbeli differenciájú számtani sorozatok indukálnak. Kapcsolatot találtunk ezen hipergráfosztály és geometriai hipergráfosztályok között, és ezt felhasználva összefüggéseket bizonyítunk a differenciahalmaz és a polikromatikus színezhetőség között.

**JÁNOSIK ÁRON***aron@janosik.hu*

Matematika

BSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

**SIMON DÁNIEL GÁBOR***dgs45@cantab.ac.uk*

Mathematics MMath

MSc, 1. félév

Egyéb külföldi felsőoktatási intézmény

**MIKLÓS CSENGE***csengejanka@gmail.com*

Matematika

BSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

**ZÓLOMY KRISTÓF***zolomykristof@gmail.com*

Matematikus

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Lenger Dániel Antal**doktorandusz, ELTE TTK**Pálvölgyi Dömötör**egyetemi adjunktus, ELTE TTK***Alpern-féle keresési játék és változatai**

A 2021-es REU program keretén belül a Multiple Caching Game és az Alpern's Caching Game különböző változatait vizsgáltuk Pálvölgyi Dömötör és Lenger Dániel Antal témavezetésével. Csóka Endre Limit theory of discrete mathematics problems és Pálvölgyi Dömötör All or Nothing Caching Games with Bounded Queries című cikkeit feldolgoztuk, és az ezekben felvetett nyitott problémákkal foglalkoztunk, illetve új kérdésekre kerestük a választ.

Az alapfeladat diszkrét változatában a lehető legnagyobb valószínűséggel szeretnénk megtalálni a mókus által  $n$  lyukba elrejtett  $d$  darab mogyoró mindegyikét úgy, hogy egy lépésben egyszerre  $k$  lyukra kérdezhessünk rá, és ha legalább egyben van mogyoró, akkor a mókus ezek közül pontosan egyet nekünk ad, ha nincs, akkor vesztettünk.

Főbb eredményeink: Beláttuk, hogy soha nem éri meg keresőként  $k$ -nál kevesebb lyukra tippelni

egy körben. Az elméleti maximum  $\frac{k^d}{\binom{n+d-1}{d}}$  valószínűséget egy új stratégia alkalmazásával  $n \geq d(k-1)+1$  feltétel mellett is elértük bizonyos kis esetekben, és ezt megfogalmaztuk általános sejtésként. Találtunk példát olyan esetre, ahol a játék különbözik attól függően, hogy a mogyorókat a mókus stratégiája szerint, véletlenszerűen, vagy egy segítő által kapjuk.

**SIMON MÁTÉ***sirwilliander@gmail.com*

Alkalmazott matematikus

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Madarasi Péter**doktorandusz, ELTE TTK*

---

**Csúcsszínezést indukáló élsúlyozások**

Egy adott  $G=(V, E)$  gráf  $\{a,b\}$ -élsúlyozásán egy  $w: E \rightarrow \{a,b\}$  függvényt értünk, melyet megengedettnak nevezünk, ha a  $z: V \rightarrow Z$  indukált címkék egy megengedett színezését adják  $G$ -nek, ahol  $a, b$  különböző egész számok és a  $z(v)$  címkéket úgy kapjuk, hogy a  $v$  csúcsra illeszkedő élek  $w$  szerinti súlyát összeadjuk. Ezen témakört az ismert 1-2-3 sejtés kapcsán kezdtük vizsgálni.

Dudek és Wajc megmutatták, hogy NP-teljes annak az eldöntése, hogy egy tetszőleges gráf rendelkezik-e megengedett  $\{1,2\}$ -élsúlyozással. Kiterjesztve ezen eredményüket megmutatjuk, hogy a probléma bármely különböző  $a$ -ra és  $b$ -re is NP-teljes.

Thomassen, Wu és Zhang adott egy polinomiális algoritmust annak eldöntésére, hogy egy adott páros gráf rendelkezik-e megengedett  $\{1,2\}$ -élsúlyozással. Megvizsgáljuk ennek a problémának egy természetes általánosítását, amikor egy elkezdett élsúlyozást kell befejezni megengedetten. Ezen feladatról megmutatjuk, hogy NP-teljes bármely különböző  $a, b$  egész számra páros gráfokon. Ugyanakkor bebizonyítjuk, hogy fákra polinom időben megoldható, mely eredmény egy alternatív algoritmussal szolgál az Antifaktor problémára is, és annak eldöntésére is, hogy egy fa rendelkezik-e megengedett  $\{0,1\}$ -élsúlyozással. Az utóbbi feladatra adott algoritmusunk jóval elegánsabb az első polinomiális algoritmusnál, melyet Lyngsie adott 2018-ban.

Számítógépes eredmények ismertetésére is sor kerül a dolgozatban, többek között egészértékű programozási feladatként modellezzük az 1-2-3 sejtést, és a modellt felhasználva ellenőrizzük, hogy a legfeljebb 12 csúcsú egyszerű gráfokon igaz az 1-2-3 sejtés.

**FÜREDI ERIK***erikfuredi@gmail.com*

Matematika

BSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Pach Péter Pál**tudományos főmunkatárs, BME VIK***Számtani sorozatokat nem tartalmazó halmazok**

Jelölje  $r_k(\mathbb{Z}_m^n)$  a  $\mathbb{Z}_m^n$  csoport  $k$  hosszú számtani sorozatot nem tartalmazó maximális méretű részhalmazainak elemszámát. A dolgozat  $r_k(\mathbb{Z}_p^n)$  értékének meghatározásáról és becsléséről szól főképp különböző speciális esetekben,  $p$  páratlan prímszám. Amennyiben  $k=p$ , illetve  $k=p-1$ , ilyen hosszú számtani sorozatoknál a kérdés megegyezik azzal, hogy  $AG(n,p)$  hány elemű részhalmaza a(z egyik) legnagyobb, amelyben nincs  $p$ , illetve  $p-1$  pont egy egyenesen. A dolgozat témája így több tudományághoz is kapcsolódik (aritmetikai kombinatorika, véges geometria). A már megoldott  $r_{p-1}(\mathbb{Z}_p^2)$  és  $r_p(\mathbb{Z}_p^2)$  esetekkel kezdünk, amelyeket  $r_p(\mathbb{Z}_p^3)$ -re általánosan és  $p=5$ , illetve  $p=7$  esetekre adott becsléseknél használunk.  $r_p(\mathbb{Z}_p^3)$ -re mutatunk az eddig ismert legjobb becsléseknél körülbelül lineáris taggal pontosabb alsó és felső becslést. Végül adunk egy módszert, amely  $r_k(\mathbb{Z}_p^{n+1})$ -re  $r_k(\mathbb{Z}_p^n)$ -ből a triviális  $p(r_k(\mathbb{Z}_p^n))$ -nél kicsit jobb felső korlátot ad.

Az általam elért új eredmények döntően felső becslések  $r_p(\mathbb{Z}_p^3)$  felső becsléséhez kapcsolódóan (a felső becslés, speciális esetek, általánosítás). Előbbinél egy kettős leszámlálás segítségével bebizonyítottam, hogy  $r_p(\mathbb{Z}_p^3) < p^3 - 2p^2 - (\sqrt{2}-1)p + 2$ . Ezenkívül Kovács Benedek eredményén javítottam minimálisan  $r_p(\mathbb{Z}_p^3) \geq (p-1)^3 + p - 2\sqrt{p} + O(1)$ -ről  $r_p(\mathbb{Z}_p^3) > (p-1)^3 + p - 2\sqrt{p}$ -re. Emellett a dolgozatban szerepelnek mások által elért, még nem közölt, részben programmal talált alsó korlátok is, ezeknél jelzem, hogy ki(k)hez fűződnek.

## OPERÁCIÓKUTATÁS

1. **Borsik Nóra Anna (ELTE - TTK)**
2. **Mátravölgyi Bence (ELTE - TTK)**
3. **Forrai Dorottya (SZTE - TTIK)**
4. **Matúz Lóránt (ELTE - TTK)**
5. **Csáji Gergely (ELTE - TTK)**
6. **Szögi Evelin (ELTE - TTK)**
7. **Szabó Zsolt László (BME - TTK)**
8. **Tóth Sára Hanna (ELTE - TTK)**
9. **Paulovics Péter (BCE - KT)**

A Zsúri tagjai:

**Dr. Dósa György**

**Dr. Bertók Botond**

**Dr. Heckl István**

**Dr. Frits Márton**

**BORSIK NÓRA ANNA***borsiknora@student.elte.hu*

Alkalmazott matematikus

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Madarasi Péter**doktorandusz, ELTE TTK*

---

**Megszorított feedback arc set és sorbarendezési feladatok**

A dolgozat egyik fő kérdése, hogy mikor lehet egy irányított gráf irányított köreit valamilyen speciális tulajdonságú élhalmazzal lefogni. Bebizonyítjuk, hogy polinom időben eldönthető, hogy egy irányított gráf irányított körei lefoghatóak-e egy befenyvessel, azaz hogy a gráf felbomlik-e egy befenyves és egy aciklikus részgráf uniójára. Belátjuk, hogy egy párosításra és egy aciklikus részgráfra való felbonthatóság eldöntése viszont NP-teljes. A befenyvesek esetének általánosításaként bevezetünk egy sorbarendezési feladatot, az  $(f, g)$ -FAS feladatot, melyben egy (élsúlyozott) irányított gráf minden  $v$  csúcsára adott egy  $f(v)$  alsó és egy  $g(v)$  felső korlát. Szeretnénk eldönteni, hogy létezik-e olyan csúcssorrend, amely szerint minden  $v$  csúcs bal (súlyozott) kifoka  $f(v)$  és  $g(v)$  között van. Megmutatjuk, hogy a fenti kérdés polinom időben megoldható, ha minden csúcsra vagy csak alsó, vagy csak felső korlát adott – ezzel speciális esetként egy gráf befenyvesre és aciklikus részgráfra bonthatósága is eldönthető, amely a súlyozott esetben már NP-nehéz. Az algoritmust a feladat egy általánosítására adjuk meg, melyben a gráf éleinek szerepét tetszőleges monoton növe halmazfüggvények veszik át. Megmutatjuk, hogy a feladat NP-teljessé válik, ha a halmazfüggvények nem monoton növeők, illetve ha valamely csúcsra egyszerre adott alsó és felső korlát is. Az első és az utolsó csúcs kivételével  $f(v) = 1$ ,  $g(v) = \delta(v) - 1$  korlátos  $(f, g)$ -FAS feladat esetén az  $s$ - $t$  számozás feladatot kapjuk vissza, amelyről ismert, hogy polinom időben megoldható. Igazoljuk, hogy lényegében bármilyen szigorúbb korlátok esetén, tehát tetszőleges  $a \geq 1$  és  $b \geq 2$  paraméterek esetén az első és az utolsó csúcs kivételével  $f(v) = a$ ,  $g(v) = \delta(v) - b$  korlátos esetben már NP-teljes feladatot kapunk. A  $d$ -távolságú párosítás feladat mintájára megvizsgáljuk a csak felső korlátos feladat azon módosítását, melyben a megelőző  $d$  csúcsba menő élek számát korlátozzuk.



**MÁTRAVÖLGYI BENCE***matben@student.elte.hu*

Matematika

BSc, 5. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Bérczi Kristóf**egyetemi tanár, ELTE TTK**Schwarz Tamás**doktorandusz, ELTE TTK*

---

**Bázispárok súlyozott kicserélési távolsága**

Tekintsük egy matroidban a  $P_1=(R_1, B_1)$  és  $P_2=(R_2, B_2)$  bázispárokat, ahol  $R_1$  diszjunkt  $B_1$ -től és  $R_2$  diszjunkt  $B_2$ -től. Két ilyen bázispárt ekvivalensnek nevezünk, ha egymásba transzformálhatóak szimmetrikus cserék egy sorozatával. 1980-ban White azt sejtette, hogy ilyen sorozat mindig létezik, amennyiben  $R_1 \cup B_1 = R_2 \cup B_2$  fennáll. Ezen sejtés egy erősítése Hamidoune nevéhez fűződik, mely szerint két ilyen bázispár kicserélési távolsága legfeljebb a matroid rangja.

Mi egy erősebb súlyozott változatot vetettünk fel, amelyben két elem kicserélésének a költsége a két elem súlyának összege, célunk pedig egy olyan cseresorozat megtalálása, melynek összköltsége legfeljebb az összes súly összege. A sejtésünket bizonyítottuk két fontos matroidosztályra: spike matroidokra és kerékgráfok grafikus matroidjára.

**FORRAI DOROTTYA***dorotyaforrai@icloud.com*

Programtervező informatikus

BSc, 5. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezető:**Dr. Gazdag-Tóth Boglárka**tudományos főmunkatárs, SZTE TTIK*

---

**A vezető és követő vállalatok elhelyezési problémája kombinált vásárlás mellett**

Mindennapi dilemmáink közé tartozik, hogy hova menjünk bevásárolni figyelembevéve szempontjainkat, amelyek vonatkozhatnak akár az üzletek távolságára vagy arra, hogy hányféle terméket tudunk egy helyen megvásárolni. Általában erre a kérdésre a választ nem olyan nehéz megtalálni, hiszen például van egy kedvenc boltunk vagy az újságok akcióiból tájékozódunk. De mi történik a háttérben? Pontosan hogyan kerültek pont oda az üzletek ahol most vannak? És hogyan lehetséges további boltok építése?

Egy nemrég definiált modell segítségével keressük erre a választ, aminek módosításával egy valóságosabb megoldást kapunk. A tárgyalta optimalizálási problémában egy vezető és egy követő vállalat szeretné újabb üzletekkel ellátni a piacot azzal a csavarral, hogy a vezető vállalat tudja, érkezik majd a piacra még egy cég, aki szintén maximalizálni szeretné a profitját. Ennek tudatában keresi a legjobb helyét, ami egy többszintű optimalizálási feladatra vezet. A vásárlók játsszák a legnagyobb szerepet a modellben, mert ők eldönthetik, hogy szívesen mennének mindkét vállalathoz egy bevásárlási körúton, azaz többcélúan vásárolnának, vagy csak az egyiket preferálják, ami egyszerű vásárlás jelent.

Egy fontos szempontot kellett megvizsgálni az eredeti modell módosításakor, ahol egy vásárló vagy megy egy üzletbe vásárolni vagy sem. Mivel a valóságban ez nem ennyire egyszerű, ezért ezt az értéket egy valószínűséggel reprezentáltuk, ami arra ad választ, hogy mekkora arányban megy a vásárló vásárolni a különböző üzletbe. Ennek a valószínűségnek a kiszámítása egy bonyolult nemlineáris feladathoz vezet, melynek a lineáris modellbe való beillesztése volt a fő feladatunk. Ekkor a bináris változóból folytonos lett, mely esetében a feltételek több helyen megváltoztak. Az eredeti modell összetett halmazait is kiküszöböltük ezzel, ami egy átláthatóbb és könnyebben értelmezhető feladathoz vezetett.

Ezt egy példán keresztül matematikailag ésAMPL segítségével implementálva is bemutatjuk, illetve összehasonlítjuk a modelleket további nagyobb feladatokat is figyelembe véve.

**MATÚZ LÓRÁNT***matuzl20@student.elte.hu*

Alkalmazott matematikus

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Madarasi Péter**doktorandusz, ELTE TTK*

---

### **Pebble Game algoritmusok és implementációjuk**

Egy multigráfot  $(k,l)$ -ritkának nevezünk, ha bármely  $X$  csúcsrészhalmoz legfeljebb  $\max\{k|X|-1,0\}$  élt feszít. A legnagyobb  $(k,l)$ -ritka részgráf megtalálása egy sokat vizsgált, polinom időben megoldható probléma, mely széles körben hasznos a gráfok és szerkezetek merevségével kapcsolatos alkalmazásokban és néhány kombinatorikus algoritmus alapjaként is szolgál.

A dolgozatban bemutatunk egy új implementációt és összevetjük azt a KINARI-web nevű korábbi ritkaság tesztelő könyvtárral többféle gráftípuson, melyek teljességében lefedik a paraméterek halmazát. Mindebből kiderül, hogy az új implementáció konzisztens módon egy nagyságrenddel hatékonyabbnak bizonyul minden lehetséges gráftípuson. Továbbá számos heurisztikát javasolunk az algoritmus szabad paramétereinek finomhangolására és gyakorlati hatékonyságuk vizsgálatára. Ezentúl implementálunk egy algoritmust  $k$  éldiszjunkt kifenyő keresésére digráfokban, valamint  $k$  éldiszjunkt feszítőfa keresésére irányítatlan gráfokban, mely az  $l=k$  esetnek felel meg. Hasonlóan, implementálunk egy-egy algoritmust  $k$  éldiszjunkt kifenyvessel való fedésre digráfokban, valamint  $k$  éldiszjunkt erdővel való fedésre irányítatlan gráfokban. Az implementációnk elérhető a [lemon.cs.elte.hu/repos/sparseGraphs](http://lemon.cs.elte.hu/repos/sparseGraphs) oldalon, és terv szerint rövidesen a LEMON könyvtár részévé válik.

Végül bemutatjuk a ritkaság egy természetes általánosítását, a  $(j,k,l)$ -ritkaságot is. Igazoljuk, hogy ezen definícióra nézve a  $(j,k,l)$ -ritka gráfok felismerése NP-nehéz, ha  $j$  is az input része, valamint adunk egy javított algoritmust a  $(3,k,2k)$ -ritkaság tesztelésére, mely nélkülözhetetlen eszköz a 3D merevségi alkalmazásokban.

**CSÁJI GERGELY***csaji.gergely@gmail.com*

Matematikus MSc

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:  
Király Tamás  
egyetemi docens, ELTE TTK*

---

### **Új eredmények a stabil hipergráf párosítás, a stabil többtermékes folyam és kapcsolódó feladatok számítási bonyolultságáról**

Dolgozatomban a stabil párosítás feladat általánosításával foglalkozok, algoritmikus és bonyolultságelméleti szempontból. Ezek olyan, főleg gráfelméleti problémák, ahol a csúcsok és akár az élek is ügynököket reprezentálnak, akiknek valamilyen preferenciái is vannak, amelyeket figyelembe kell vennünk. A stabil párosítással kapcsolatos feladatok számos alkalmazással rendelkeznek a közgazdaságtanban és a játékelméletben, például a rezidens allokációs rendszerek vagy a nemzetközi vesezsere programok esetében.

Én a feladat néhány ismert általánosításával foglalkoztam, és oldottam meg velük kapcsolatban nyitott bonyolultságelméleti kérdéseket. Bebizonyítottam, hogy a stabil többtermékes folyam feladat tört verziója PPAD-teljes még konstans számú (három) termék esetén is, még egyéb szigorú megszorításokkal is, például, ha minden csúcsra a befok és kifok összege legfeljebb három. Hasonlóan szigorú feltételek mellett a feladat egész verziójának NP-teljességét is megmutattam, ez utóbbit már két termék esetén is.

Ezt felhasználva számos további bonyolultságelméleti kérdést válaszoltam meg: megmutattam, hogy a stabil hipergráf feladat, a háromdimenziós stabil párosítás feladat és a kórház-rezidens allokáció házaspárokkal feladat törtverziói mind PPAD-teljesek még nagyon erős megszorítások mellett is. Ez utóbbi gyakorlati szempontból is releváns, hisz bár ismert, hogy mindig léteznek úgynevezett közel-megengedett stabil megoldások (ahol a kórházak kapacitási kicsit módosíthatóak), az eddig kidolgozott algoritmusok első lépése mindig egy stabil törtmegoldás keresése volt. Az eredményem fényében az ilyen algoritmusok valószínűleg nem tudnak túl hatékonyak lenni, mivel ilyen törtmegoldást PPAD-nehéz keresni, így más megközelítésre van szükségünk.

Végezetül néhány pozitív eredményemet mutatom be, ahol a stabil hipergráf párosítás feladat néhány speciális esetére adok polinomiális idejű algoritmusokat, mint például amikor a hipergráf lamináris, vagy a hiperélek egy fa részfáinak felelnek meg.

**SZÖGI EVELIN***szogievelin@student.elte.hu*

Alkalmazott matematikus

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Bérczi Kristóf**egyetemi adjunktus, ELTE TTK**Bérczi-Kovács Erika**egyetemi adjunktus, ELTE TTK*

---

**Kombinatorikus piacok dinamikus árazása**

A dolgozatban egy dinamikus árazási stratégia kerül bemutatásra, mely a mechanizmustervezés egy esete. Két speciális kombinatorikus piaci modellt vizsgálunk. Kombinatorikus piacok esetén adott a tárgyak és vásárlók egy halmaza, valamint minden vásárlóhoz adott egy, a tárgyak halmazán értelmezett értékelőfüggvény és minden vásárlóhoz tartozik egy felső korlát a megvásárolni kívánt tárgyak számára. A statikus árazással ellentétben dinamikus árazásnál megengedett, hogy két vásárló érkezése között módosítsuk a még piacon lévő tárgyak árát. A cél az, hogy megfelelő árazással biztosítsuk azt, hogy ha minden vásárló a számára leghasznosabb tárgyat vásárolja meg, akkor a közjólét értéke, mely a vásárlók elégedettségét méri, a lehető legnagyobb legyen. Egyszerű példával igazolható, hogy statikus árazási sémával nem mindig érhető el az optimális közjólét, ezért van szükség dinamikus árazásra. Így a feladat olyan dinamikus árazási stratégia megadása, mely során a közjólét értéke maximalizálódik. A dolgozat egyik fő eredménye egy új, polinomiális árazási algoritmus arra az esetre, amikor minden vásárló legfeljebb két tárgyat kíván megvásárolni, de a vásárlók száma tetszőleges lehet. A dolgozat elkészülése előtt erre az esetre nem volt ismert algoritmust. A másik eredmény egy új és lényegesen egyszerűbb polinomiális algoritmus és bizonyítás a korábban már ismert esetre, amikor a piacon lévő vásárlók száma legfeljebb három, de a megvásárolni kívánt tárgyak száma tetszőleges lehet.

**SZABÓ ZSOLT LÁSZLÓ***szzsoltlaszlo@gmail.com*

Középiskolai hallgató

Tatabányai Árpád Gimnázium

*Témavezető:**Burai Pál**egyetemi docens, BME TTK*

---

**Az amerikai elektori rendszer és adaptációja az Európai Unióra**

A dolgozat célja az amerikai elnökválasztási rendszer vizsgálata, a különböző középértékekkel generált elektori eloszlások összehasonlítása, valamint, a rendszer adaptációja az Európai Parlament képviselőhelyeinek elosztására. Az adatokat Python programozási nyelven megírt kód segítségével generáljuk, és a valós adatok mellett mesterséges adatok segítségével is vizsgáljuk a különböző módszerek által kapott képviselői helyek eloszlását.

**TÓTH SÁRA HANNA***toth.sara.hanna@gmail.com*

Alkalmazott matematikus

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Madarasi Péter**doktorandusz, ELTE TTK*

---

### Megszorított párosítás feladatok

Adott egy  $G=(S,T;E)$  páros gráf, melyre  $S=\{s_1, \dots, s_n\}$ , egy  $d$  pozitív egész és egy súlyfüggvény az éleken. A  $d$ -távolságú párosítás feladatban olyan maximális súlyú  $M$  élhalmazt keresünk, amelyre minden  $S$ -beli csúcs foka legfeljebb 1, illetve ha  $s_i, t$ ,  $s_j, t$  benne van  $M$ -ben, akkor  $s_i$  és  $s_j$  távolsága -- tehát az  $|i-j|$  érték -- legalább  $d$ .

A  $d$ -távolságú párosítás feladathoz szorosan kapcsolódik az úgynevezett  $k$ -szoros párosítás feladat, melyben a  $G=(S,T;E)$  páros gráfban adottak az  $S$  csúcshalmaznak  $S_1, \dots, S_k$  részhalmazai, melyeknek az uniója az egész  $S$ , és egy súlyfüggvény az éleken. Olyan maximális súlyú élhalmazt keresünk, amelyet megszorítva az  $(S_i, T)$  halmazokra párosítást kapunk minden  $i=1, \dots, k$ -ra.

Mindkét feladatról ismert, hogy NP-teljes annak az eldöntése, hogy van-e teljes ( $S$ -et fedő) élhalmaz. A dolgozatban bebizonyítjuk a feladatok közelíthetetlenségét, pontosabban azt, hogy már a súlyozatlan változatokra sem adható tetszőleges  $\epsilon$ -ra  $(1+\epsilon)$ -közelítő algoritmus (ha  $P$  nem egyenlő NP-vel). Ezen kívül konstans-közelítő algoritmusokat adunk a  $k$ -szoros párosítás feladatra és egy felső becslést az egészértékűségű hézagra. A  $d$ -távolságú párosítás feladat kapcsán azt a kérdést is megvizsgáljuk, amelyben az  $S$  halmaz csúcsainak keressük egy olyan permutációját, melyre a maximális súlyú  $d$ -távolságú párosítás a lehető legnagyobb. Az optimális permutáció megtalálására adunk egy polinomiális algoritmust, és megmutatjuk, hogy ha az  $S$ -ben minden csúcs foka legfeljebb  $r$  lehet, akkor az optimális permutáció megtalálása NP-nehéz minden  $r$  esetén, ahol  $r$  legalább 2.

Egy újszerű módszert használva igazoljuk, hogy a ciklikus  $d$ -távolságú párosítás feladatra vonatkozó egészértékűségű hézag legfeljebb  $2-1/d$ , ha  $S$  elemszáma osztható  $(2d-1)$ -gyel. Megmutatjuk, hogy ez a becslés pontos minden  $d$  esetén. Továbbá igazoljuk, hogy a nem ciklikus  $d$ -távolságú párosítás feladat esetén az egészértékűségű hézag legfeljebb  $2-2/d$  -- ezzel javítva a korábbi legjobb ismert becslésen.

**PAULOVICS PÉTER***paulovics99@gmail.com*Gazdaság- és pénzügy-matematikai elemzés  
Osztatlan, 8. félévBudapesti Corvinus Egyetem  
Közgazdaságtudományi Kar*Témavezető:  
Eisenberg-Nagy Marianna  
egyetemi docens, BCE MSMI*

---

**Criss-Cross Algoritmus Támaszvektor-gépekre**

A Support Vector Machine (támaszvektor-gép) elsősorban klasszifikációs problémák megoldására szolgáló machine learning modellek egy népszerű családja. A modell célja a megfigyeléseket azok osztályai szerint egy optimális szeparáló hipersíkkal elválasztani, amelynek megtalálása egy kvadratikusan programozási probléma. A dolgozatban megvizsgáljuk a kvadratikusan optimalizálási feladat speciális tulajdonságait, illetve hogy átírható-e lineáris komplementaritási feladattá. Emellett megalkotjuk Klafszky és Terlaky kvadratikusan criss-cross algoritmusának egy új, a Support Vector Machine optimalizálási problémájának speciális struktúrájához igazított variánsát.



## **TERMÉSZETTUDOMÁNYOS PROBLÉMAFELVETÉS A KÖZOKTATÁSBAN**

- 1. Feczkó Ágnes, Prins Rebecca (ELTE - TTK)**
- 2. Rostás Ádám (EKKE - TTK)**
- 3. Csehné Szenderák Júlia, Stirling Anna  
Krisztina, Szörényi Sára (ELTE - TTK)**
- 4. Czett Mátyás, Csepely Zsófia (ELTE - TTK)**
- 5. Czeplédi Csaba, Stirling Anna Krisztina  
(ELTE - TTK)**
- 6. Tompos Anna (ELTE - TTK)**
- 7. Hargitai Sára (BME)**

A Zsűri tagjai:

**Dr. Árvai-Homolya Szilvia**

**Lengyelné Dr. Szilágyi Szilvia**

**Dr. Fazekas Borbála**

**FECZKÓ ÁGNES***feczko.agnes1113@gmail.com*Matematikatanár, német nyelv és kultúra tanára  
Osztatlan, 5. félévEötvös Loránd Tudományegyetem  
Természettudományi Kar**PRINS REBECCA***prinsrebecca1@gmail.com*Matematikatanár, angol nyelv és kultúra tanára  
Osztatlan, 5. félévEötvös Loránd Tudományegyetem  
Természettudományi Kar

*Témavezető:  
Szabó Csaba  
egyetemi tanár, ELTE TTK*

---

**Játékosítás a gyakorlatban – példák a közoktatásból**

A játékosítás fogalma a 2000-es évek elején kezdett kialakulni és az utóbbi 7-8 évben egyre népszerűbb az oktatásban is. Kutatómunkánk fő feladata az volt, hogy a játékosítás összes lehetséges szempontját figyelembe véve készítsünk el egy olyan leírást, amelyet középiskolai szaktanárok is használhatnak, és a leírás alapján játékosítani tudnak az órán. A dokumentumot másfél éven keresztül készítettük, folyamatosan figyelembe véve az addigi kísérletek tapasztalatait. A dokumentum fő szempontjai az átláthatóság, az érthetőség voltak, és az, hogy maga a játékosítási folyamat ne jelentsen túl nagy plusz feladatot, ne legyen nagy teher a szaktanároknak. A kezdeti kísérleteket végző tanárokkal interjúkat készítettünk, és ezek alapján elkészültek az útmutatóink. Ezt tekintjük a kutatásunk egyik legfőbb eredményének. Megalakulása után az MTA ELTE Matematika Tanuláseméleti és -Pszichológiai Kutatócsoport egyik fő kutatási területe a diákok elkötelezettségének növelése a játékosítás segítségével lett, amely alapjául a mi dokumentumaink szolgálnak. A másik fő kutatási eredményünk, hogy útmutatóink alapján 7 intézmény 17 szaktanára kezdett játékosítási kísérletbe. A dolgozat második részében beszámolunk arról, hogy mi is részt veszünk ezekben a játékosítási kísérletekben. Feladatunk az volt, hogy néhány iskolában mi kövessük figyelemmel a játékosítást, és a tudományos követelményeknek megfelelően irányítsuk azt. Az eredmények azt mutatják, hogy az irányított játékosítás egy hatékony folyamat, a nem irányított játékosítás pedig egy kevésbé hatékony folyamat.

**ROSTÁS ÁDÁM***rostas.adam0@gmail.com*

Földrajz - történelem- és állampolgári ismeretek

tanára

Osztatlan, 10. félév

Eszterházy Károly Katolikus Egyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Dr. Sütő László**egyetemi docens, EKE TTK**Dr. Polgári Márta**egyetemi tanár, EKE TTK*

---

**Ásvány- és kőzetgyűjtemények vizsgálata a közoktatásban**

A TDK- dolgozat témája az Eszterházy Károly Katolikus Egyetemen kialakított ásvány-, kőzet- és ősmaradvány-gyűjtemény (továbbiakban: gyűjtemény) kialakítási folyamatának, kivitelezésének és gyakorlati hasznosítási lehetőségeinek feltárása volt. A dolgozatban bemutattam a kialakítás előtti állapotokat, az egyes munkafolyamatokat és ezek eredményeként létrejött gyűjteményt. Ismertettem, hogy a gyűjtemény kivitelezésénél milyen módszertan került alkalmazásra. Összegeztem a kollektív statisztikai adatait, amely szerint a gyűjtemény jelentősen 591 darab ásványból, 869 darab kőzetből, 771 darab ősmaradványból és 84 darab teleptani mintából áll. Az egyes mintákról adatbázis és fényképes felvételek készültek. Leendő földrajztanárként célom, hogy felhívjam a figyelmet az ásvány- és kőzettan oktatásának fontosságára. Elemeztem a korábbi oktatási anyagokat (Nemzeti Alaptanterv, tanári kézikönyvek, segédletek, tankönyvek). Történeti áttekintést készítettem, hogy az évek során hogyan változott a témakör oktatása, amellyel azt szerettem volna bemutatni, hogy a korábbi időkben hangsúlyosabban jelent meg az ásvány- és kőzettan az oktatásban. A témával kapcsolatos tananyag oktatásmódszertani rendszerezését a Kormány-féle ismeretkategóriákon keresztül végeztem el. Továbbiakban rendszereztem az oktatási dokumentumokban megjelenő ásvány- és kőzetneveket, ásványtani és kőzettani fogalmakat.

A dolgozat jelentős része a gyűjtemény felhasználási lehetőségeit tárgyalja az általános- és középiskolai oktatásban. Bemutattam az oktatást, a téma népszerűsítését célzó változatos programokat (rendhagyó földrajzóra, országos- és helyi események, audio vitrin tárlatvezetés, állandó is időszakos kiállítások stb.). A munkálatoknak köszönhetően 2018 óta több mint 500 látogató vett részt különböző foglalkozásokon. Folyamatban van a kollektív digitalizálása, amely további lehetőségeket tár fel az oktatás különböző szintjein. A gyűjtemény remek lehetőséget kínál azon iskoláknak, amelyek nem rendelkeznek ásványokkal, kőzetekkel, ősmaradványokkal. A közeljövőben jómagam és az Egyetem munkatársai is azon fogunk munkálkodni, hogy a látogatás során a tanulók betekintést nyerjenek az ásványok, kőzetek és ősmaradványok világába, és érdeklődést keltünk bennük a földrajz, a földtudományok iránt

**CSEHNÉ SZENDERÁK JÚLIA***szenderak.julia@gmail.com*

Matematika - biológia tanár

Osztatlan, 9. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

**SZÖRÉNYI SÁRA***szorenyi.sara@aquilone.hu*

Matematika-kémia tanár

Osztatlan, 9. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

**STIRLING ANNA KRISZTINA***stirling.anna@gmail.com*

Matematika-fizika tanár

Osztatlan, 9. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Szabó Csaba**egyetemi tanár, ELTE TTK*

---

**Kell-e félnünk a  $\cos-15^\circ$ -tól? Ha igen, bizonyítsd, ha nem, mutass ellenpéldát!**

Az irracionális számok a matematika minden területén jelen vannak, de pontos értékük nehezen reprezentálható a diákok számára is jól érthető, szemléletes formában. Ebben a munkában olyan geometriai konstrukciókat és számolásokat mutatunk, melyekkel szemléltethetjük az irracionális számokat.

Kutatásunkban olyan számokkal foglalkoztunk, melyek kifejezhetőek legfeljebb két négyzetgyökjellel, és megjelennek a Nemzeti Alaptantervben. Példákat hozunk olyan problémákra a felső tagozatos és középiskolai tananyagból, amikben természetesen jelennek meg ezek a kifejezések. A példákra különböző szintű matematikai tudást igénylő megoldásokat is adunk, az elemi geometriaitól a magasabb algebrai módszerekig.

Amellett, hogy ezeknek a megoldásoknak a bemutatásával a diákok megérthetik a matematika különböző területei közötti szoros kapcsolatot, példákat láthatnak arra is, hogy egy feladat megoldásához nemcsak arról a területről kereshetnek megoldásokat, amiben a probléma megfogalmazódott.

A dolgozat előzménye a „Theoretische und empirische Analysen zum geometrischen Denken” című tanulmánykötetben megjelent „Geometric representations of irrational algebraic numbers in Hungarian high school mathematics education” című szaktanulmány, melyet Vásárhelyi Éva Tanárnő felkérésére írtunk Szabó Csaba egyetemi tanár vezetésével, Bereczky-Zámbó Csillával közösen (Szabó és mtsai, 2021).

**CSEPELY ZSÓFIA***zsofibonus@gmail.com*

Matematika-ének-zene tanár

Osztatlan, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

**CZETT MÁTYÁS***czematy@gmail.com*

Fizika-matematika tanár

Osztatlan, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:  
Szabó Csaba  
egyetemi tanár, ELTE TTK*

---

### **Nem csak játék**

A kognitív idegtudományok 2000 utáni eredményei kimutatták, hogy a formális gondolkozásért és a geometriai szemléletért két agyterület, a prefrontális kéreg és a parietális lebeny felelősek. Ez a két terület 12 és 24 éves kor között fejlődik ki, és megfelelő társasjátékokkal ugyanúgy fejleszthető, mint formális matematikaoktatással.

Dolgozatunkban és kutatásunk során arra kerestük a választ, hogy társasjátékokkal tanórai keretek között milyen mértékben lehetséges a diákok formális logikájának és geometriai szemléletének fejlesztése, illetve van-e kimutatható különbség a társasjátékkal játszó csoportok és a hagyományos keretek között tanulók eredményei között.

A kísérletben résztvevő gimnáziumi és felső tagozatos diákok heti egy matematika órát társasjátékozással töltöttek a szokványos tananyag feldolgozása helyett. A kontrollcsoportokban hagyományosan tanultak matematikát.

Felmértük a kísérletben résztvevők matematikával való viszonyát, lemértük a kiválasztott társasjátékok matematikai szorongást csökkentő és matematikai attitűdöt növelő hatását. Statisztikai módszerekkel négy következtetést tudunk levonni: aki geometriai jellegű társasjátékkal játszik, annak jobban fejlődik a geometriai tudása és szemlélete, mint aki nem társasjátékozik; aki geometriai jellegű társasjátékkal játszik, annak jobban fejlődik a geometriai tudása és szemlélete, mint aki logikai jellegű társasjátékkal játszik; a logikai jellegű társasjátékok fejlesztik a formális logikai gondolkodást; a logikai jellegű társasjátékozás javítja a matematikai attitűdöt. A társasjátékok matematikai szorongást csökkentő és matematikai attitűdöt növelő hatásai jövőbeni vizsgálatra szorulnak.

**CZEGLÉDI CSABA***czegledi.csaba02@gmail.com*

Matematika-könyvtáros tanár

Osztatlan, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

**STIRLING ANNA KRISZTINA***stirling.anna@gmail.com*

Matematika-fizika tanár

Osztatlan, 9. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:  
Szabó Csaba  
egyetemi tanár, ELTE TTK*

---

**Adott témakörben különböző módszerekkel történő problémafelvetés vizsgálata  
szakképzésben**

Kutatásunkban kilencedikes tanulók problémafelvetési-feladatkezelési képességeit és a problémafelvetési tevékenységük feladatmegoldásra való hatását vizsgáltuk. Mindezek mellett Kutatásunk szerves folytatása Rékasi Anna és Stirling Anna kutatásának. A kísérlet során kétféle problémafelvetési stratégiát használhattak a diákok: a feladatvariálás módszerét és az adott matematikai témakörre való ún. tematikus problémafelvetés módszerét. Az elkészített feladatokat egy összetett szempontrendszer szerint javítottuk és értékeltük.

**TOMPOS ANNA***annaxilef@gmail.com*

Matematika, informatika tanár

Osztatlan, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:  
Szabó Csaba  
egyetemi tanár, ELTE TTK*

---

### **Geometriai szemlélet fejlesztése befogadó-és gyűjtőiskolában társasjátékozással matematika órán**

Kognitív idegtudományok legfrissebb agykutatásai kimutatták, hogy az agyban a matematikai formális gondolkodásért és a geometriai szemléletért felelős agyterületek fejleszthetőek társasjátékozással is. Kutatócsoportunk felépített egy kísérletet, melyben azt vizsgáljuk, hogy heti egy matematikaóra társasjátékozással való töltése milyen hatással van a tanulók logikai, geometriai képességeire valamint matematikához való hozzáállásukra.

Kutatásomban BMSZC Than Károly Ökoiskola és Technikum egy tizedikes osztályában folyó kísérletet követem végig. Az évfolyam egy osztálya heti egy matematika órát társasjátékozással tölt (ez a kísérleti csoport), míg egy másiknak hagyományos módon folynak a matematika órái (kontroll csoport). A kontroll és a kísérleti csoport létszáma megegyezik, matematika tanáruk ugyanaz és ugyanakkora óraszámban tanulják a matematikát. Péntekenként a kísérleti csoportnak duplaórája volt matekból, mindig a másodikon társasjátékoztak.

A kísérlet elején mindkét osztály kitöltött egy geometriai és egy logikai szintfelmérőt, valamint egy matematikai attitűd és szorongás kérdőívet is. Hasonló tesztek fognak kitölteni a kísérlet legvégén is, hogy így tudjuk vizsgálni a társasjátékozás különböző hatásait. A kísérlet során a két csoport először algebrával, majd geometriai hasonlóságokkal foglalkozik. Mindkét tananyag végén megírják ugyanazt a témazáró dolgozatot ugyanazon a héten. Így tudjuk vizsgálni, hogy a kísérleti csoport tanórai teljesítménye romlik-e.

A kísérlet során a kísérleti csoport diákjai az Aranyásók és az Azul társasjátékokkal játszottak. A társasos órákat nagyon élvezték. Miután már rendszeren átlátták a szabályokat, nagyon belelkesedtek, sokszor voltak kisebb-nagyobb viták az órák végén, mert mindenki nyerni akart és nagyon beleélték magukat a játékba. A társasozás lelkesedése a hagyományos matematikaórákra is kihatott: magatartásuk javult, aktivitásuk megnőtt.

A logikai bemeneti tesztekben nem különbözött a két csoport, a geometriai tesztekben jóval jobban írta meg a kísérlet a kísérleti csoport, mint a kontroll csoport. A témazáró dolgozaton is sokkal jobban teljesített a kísérleti csoport. Vagyis a kísérleti csoport tanulóinak nem romlott az órai teljesítményük.

A kísérlet még nem fejeződött be, a második témazáró dolgozatokat és a kimeneti tesztek még nem írták meg az osztályok. Izgatottan várjuk a további eredményeket, hogy hipotéziseink igazolást vagy éppen cáfolást nyerjenek.

**HARGITAI SÁRA***sarahargitai@gmail.com*

Középiskolai hallgató

Gödöllői Református Líceum Gimnázium

*Témavezető:  
Unyi Tamás  
felkészítő tanár, mentor, K*

---

### **Egy régi közép számelméleti vonatkozásai**

Középiskolás éveim alatt hosszú időn keresztül tanulmányoztam az ismert matematikai középértékeket. Az ókori püthagoreusok az általunk használtaknál jóval több közepet ismertek, sőt egy közös eljárást is kidolgoztak az előállításukra. Az így kapható közepek közé tartozik a kontraharmonikus közép is, amely azonban – egyszerűsége és érdekessége ellenére – mára sajnos méltatlanul elfeledetté és mellőzötté vált. Kutatásaim során ennek a középnek a tulajdonságait, más közepekkel való kapcsolatát és összefüggéseit, általánosítási lehetőségeit vizsgáltam, ill. példákat kerestem az előfordulására és alkalmazására. Figyelmem az utóbbi időben a szóban forgó közép számelméleti vonatkozásaira irányult. Dolgozatomban bemutatom az ezen a téren végzett kutatásom eddigi, részben saját eredményeit. Mindezt az előzmények ismertetésével kezdem: a legismertebb matematikai középértékek és néhány felhasználási területük bemutatása után szó esik magáról a kontraharmonikus középről és fő tulajdonságairól is, majd számok osztóinak különböző közepeinek értelmezését tárgyalom. Ezek után rátérek a közép számelméleti vonatkozásaira: először egy tétel geometriai bizonyításán keresztül mutatom be a kontraharmonikus középnek a pitagoraszi szárhármasokkal való kapcsolatát, majd ezt felhasználva a Fibonacci-sorozathoz való kötődését. Végül a kontraharmonikus számok területén végzett kutatásom eredményeiről számolok be: tételek, valamint egy sejtés formájában mutatom be az eddig ismert összefüggések mellett az új, sajátnak tekinthető eredményeket is. Eközben rámutatok a kontraharmonikus, valamint a harmonikus számok közötti párhuzamra.



## **A NÉPESSÉG ÉS A TÁRSADALOM FÖLDRAJZI KÉRDÉSEI**

- 1. Farkas Márton (SZTE - TTIK)**
- 2. Till Dávid (PTE - TTK)**
- 3. Szikszai Erzsébet (DE - TTK)**
- 4. Tóth Lídia (UA IIRFKMF)**
- 5. Kis Zita (PTE - TTK)**
- 6. Labáth Ádám (ELTE - TTK)**
- 7. Ondrik Szonja (BCE - TT)**

A Zsűri tagjai:

**Dr. Nagy Egon**

**Dr. Eróss Ágnes**

**Dr. Patkós Csaba**

**FARKAS MÁRTON***farkasmarci01@gmail.com*

Földrajz

BSc, 5. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezető:**Dr. Kovalcsik Tamás**egyetemi tanársegéd, SZTE TTIK*

---

### **Városi terek fejlődéstörténete és funkciói Szeged tereinek példáján**

A dolgozat háttérét jelentő kutatás célja a városi terek funkcióinak lehatárolása, illetve mérhetővé tételük megkísérlése egy, a terek megújítását célzó beavatkozások előtti helyzetfelmérést is megkönnyítő indikátorrendszer megalkotásával. A dolgozat első, történeti része a fogalmi keretek meghatározását követően a terek (az urbanizáció történetétől elválaszthatatlan) történetét tekinti át, reflektálva a terek szerepének, funkcióinak változásaira, hangsúlyeltolódásaira, kitérve a terek szabályozására irányuló beavatkozásokra és a tereket érintő jelenkori problémákra. A történeti áttekintés nyomán meghatározásra kerültek a terek funkciói, illetve azoknak a városi funkciókkal történő összevetése nyomán felállított hierarchiája. A dolgozat második fejezetében bemutatásra került a terek funkcióinak mérésére megalkotott indikátorrendszer, illetve az elemzés módszertana. A kutatás során a mintaterületen, a szegedi nagykörút által határolt terület terein és a Mars téren végzett terepi felmérés nyomán az indikátorrendszer gyakorlati alkalmazására is sor került, ennek eredményeit és a hozzájuk kapcsolódó, minden, a mintaterületen található térre kiterjedő általános funkcionális elemzést tartalmazza a 3. fejezet, mely a terek funkcionális jellege és városrészi környezete közti összefüggésekre is igyekszik rávilágítani. A terek története és jelenkori funkcionális szerkezetének kialakulása közötti kapcsolat feltárása érdekében három, kiemelt jelentőségűnek mondható szegedi tér részletes történeti és funkcionális elemzésére is sor került. A megalkotott indikátorrendszer gyakorlati alkalmazásának korlátait, a segítségével végzett mérések esetleges buktatóit kívánja feltárni a dolgozat utolsó, 5. fejezete, mely a mintaterület két, egymáshoz közeli hasonló adottságokkal, de mégis merőben eltérő funkciókkal rendelkező terének összehasonlító történeti-funkcionális elemzését tartalmazza.

A kutatás eredményeképpen bebizonyosodott, hogy a terek funkciói kvantitatív szemlélettel mérhetőek; egyúttal megmutatkoztak a kvantitatív kutatás-felmérés korlátai, torzításai is, melyek korrigálására az egyes, tereket érintő fejlesztéseket megelőző helyzetfelmérés során kiemelt figyelmet érdemes fordítani.

**TILL DÁVID***till.boti99@gmail.com*

Földrajz

MSc, 3. félév

Pécsi Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:  
Dr. Pirisi Gábor  
egyetemi docens, PTE TTK*

---

### **A szubkultúrák és a városi tér kölcsönhatásai**

A kutatás célkitűzései tekintetében a következő kérdések merültek fel:

- Milyen arányban képviseltetik magukat a szubkultúrákhoz, mozgalmakhoz tartozók a fiatalok között?
- Melyek a legnépszerűbb helyszínek és fesztiválok Pécsen, vagy közvetlen vonzáskörzetében a szubkultúrákhoz tartozó fiatalok körében?
- Melyek a legnépszerűbb mozgalmak, szubkultúrák Pécsen?
- Léteznek-e szubkultúrák közötti konfliktusok, valamint hatással vannak-e a városi térre?
- Milyen módon érzékelhető a szubkultúrák jelenléte a pécsi épített városi környezetben?
- Volna-e komoly igény Pécsen újabb rendezvényekre, melyeken az underground
- művészek is képviselhetik magukat?

A kutatás során alkalmazott módszertani megoldások nagyban támaszkodtak a témában elérhető szakirodalomra és a fényképes dokumentációra, amely a dolgozat sikerének függvényében elengedhetetlennek bizonyult. Mindemellett fontos szerepet kapott az összeállított kérdőív által begyűjtött adathalmaz, amely lakossági kérdőívként az egyes célcsoportok társadalmi részarányát hivatott felmérni. Pécs jelenlegi városfejlesztési stratégiájára és annak múltjára reflektálva interjút készítettem a korábban a Pécsi Önkormányzat kulturális ügyekért felelős alpolgármesterével, mely során a kutatás által célzott csoportok és a pécsi kreatív osztály tevékenységét figyelembe véve került vizsgálatra a véleményem szerint városunk turisztikai arculatának eddig csak részben kihasznált oldala.

A kapott eredmények összességében alátámasztják hipotéziseimet, a kutatási kérdésekre a munka szempontjából pozitív válaszok születtek. A felmérés adataira hivatkozva elmondható, hogy a fiatalok több, mint fele (59%) tartozik valamilyen csoporthoz, valamint ezek egymáshoz hasonló arányára is fény derült. Felderítésre kerültek a különböző konfliktusok is, melyek közül egy politikai természetű (jobb és bal ellentét) volt kiemelkedő, s mindez mérhetően nyomot hagy maga után az épített városi környezetben. Mint az az adatokból jól látszik, a rendezvények, valamint az azokhoz kapcsolódó társadalmi igények szoros összefüggésben állnak a pécsi vendéglátóhelyekkel, s mindez komoly befolyásoló tényezőnek bizonyulhat a pécsi városfejlesztésre és azon belül is a kreatív városfejlesztés városunkra értelmezett koncepciójára.

**SZIKSZAI ERZSÉBET**

szikszai88reformatus@gmail.com

Geográfus

MSc, 3. félév

Debreceni Egyetem

Természettudományi és Technológiai Kar

*Témavezető:**Dr. Pénzes János**egyetemi docens, DE TTK*

---

**A református Szatmár múltja és perspektívái – A vallási diverzitás változása a Szatmári Református Egyházmegyében az 1800-as évektől napjainkig**

A vallás a népesség összetételének kulcsfontosságú kulturális elemét jelenti, kiemelt jelentősége számos formában testesül meg, melynek területi vetületeit a vallásföldrajz vizsgálja. A szakirodalmi feldolgozás is rámutatott, hogy a téma vizsgálata aktuális, különösen a közép-európai térségben, ahol a vallási és felekezeti hovatartozás dinamikusan változik a poszt-szocialista időszakban. Az általam készített kutatás a regionális vallásföldrajzi vizsgálatok közé sorolható, ezen belül is a Magyarországi Református Egyház (MRE) igazgatási rendszerében legkeletibb Szatmári Egyházmegye területére koncentrált.

A kutatás részeként a vizsgált 72 településre összegyűjtöttem az 1880-tól 2011-ig rendelkezésre álló népszámlálásokból a vallási és felekezeti hovatartozáshoz kapcsolódó adatokat, valamint református egyházstatisztikai adatokat digitalizáltam egyházlátogatási jegyzőkönyvekből. Igyekeztem feltárni és megoldani azokat módszertani problémákat, amelyek a népszámlálások változó adatstruktúráiból és az átalakuló közigazgatási felosztásból fakadtak. A vizsgált területre kiszámítottam a felekezetek létszámarányát és megoszlását, a diverzitási index települési értékeit, a teljes jogú református egyháztagok, a református kereszttelések és temetések arányát, valamint ezek változását. Mindezeket részletes térképeken szemléltettem és helytörténeti források alapján igyekeztem alátámasztani a sajtóságokat.

A vizsgálat egy meglehetősen homogén vallási környezetet tárt fel – főleg a terület északi és középső részének aprófalvaiban –, melybe sokszínűséget csak a déli részen elhelyezkedő, nagyobb létszámú települések vittek, ahol a többi történelmi felekezet – római-, és görögkatolikus, evangélikus, izraelita – képviseltette magát. Bár az elmúlt két évtized népszámlálási és egyházstatisztikai adatai az aktív vallásgyakorlástól való eltávolodásról és egy lassú szekularizációs folyamatról tanúskodnak, még a legutóbbi népszámlálás során is az itt élő népesség közel 80%-a valamely történelmi felekezethez tartozónak vallotta magát, ebből nagyjából 60%-a reformátusnak. Az elmúlt húsz év református egyházstatisztikái is lassú szekularizálódást jeleznek, amely mégsem az egyháztól való tömeges elfordulásban, vagy teljes elvallástalanodásban bontakozik ki, hanem inkább egyfajta elmozdulásban az aktív felekezeti kötődés irányából a passzív felekezeti kötődés irányába, kisebb mértékben a felekezethez nem tartozók létszámnövekedésében.

**TÓTH LÍDIA***lydia98korall16@gmail.com*

Földrajz

BSc, 8. félév

II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola  
(Beregszász)*Témavezető:**Dr. Molnár József**tanszékvezető, főiskolai docens, UA IIRFKMF*

---

### **Gyermekvállalási attitűdök vizsgálata a Munkácsi járás délnyugati csücskének településein**

A demográfiai folyamatokat nagyban befolyásolja a születésszámok alakulása. Kutatásunk célja az volt, hogy felmérjük, milyen attitűdökkel rendelkeznek az emberek a gyermekvállalás kérdését illetően, melyek azok a szempontok, amelyek elsőbbséget élveznek a vizsgált témával összefüggő döntések meghozatalakor. Felmértük, hogy bizonyos tényezők megléte mellett – ilyen például a jobb egészségügyi ellátás, magasabb bérezés, állami támogatások, valamint stabil gazdasági helyzet – vállalnának-e több gyermeket az itt élő emberek, azaz, hogy ezek a feltételek jelentősen befolyásolhatják-e a családtervezést.

A vizsgálat a Munkácsi járás 3 településén, Csongoron, Barkaszón és Szernyén történt. Kutatásunk fő módszere a kérdőíves lekérdezés volt. Két irányban valósult meg a munka: 100 kérdőívet töltöttünk ki egy reprezentatív minta képviselőivel, akik a 18–49 éves korosztályt ölelik fel, mivel a gyermekvállalás nagyrésze erre a korosztályra esik. 20 kérdőívet pedig nagycsaládos személyekkel töltöttünk ki, mivel kiemelten kíváncsiak voltunk, hogy miben mások az ő attitűdjeik a gyermekvállalást illetően. Összehasonlítóképpen a munka folytatásaként egy hasonló kutatást végeztünk el a városi lakossággal is, melynek helyszíne Beregszász volt. Itt összesen 156 kérdőívet sikerült kitöltetnünk.

Kutatásunk főbb eredményei a következők voltak:

A falusi reprezentatív minta adatközlői összesen átlagosan 2,1 gyermeket terveznek, ideális gyermekszámnak valamivel többet, 2,5 gyermeket tartanak. A nagycsaládos mintában átlagban 3,4 gyereket tartanak ideálisnak és 3,2-et terveznek összesen. A városi minta képviselői 1,9 gyermeket terveznek, viszont ideálisnak a falusi mintához hasonlóan 2,5-et tartanak.

A gyermekvállalást befolyásoló tényezőknél a két nem (a falusi mintában) képviselői a szülők jó egészségi állapotát jelölték a legfontosabbnak aztán a magasabb jövedelmet és a jobb egészségügyi ellátást. A városi lakoságnál a férfiak magasabb értékelést adtak az anyagi tényezőket illetően, ez nem meglepő mivel általában az ő feladatuk az anyagi javak biztosítása a családban. Az értékrendek vizsgálatából kiderült, hogy a szeretet, a béke, a család és a társ kiemelten fontos értéket képviselnek az adatközlők körében.

Összességében elmondható, hogy a hipotéziseink megvalósultak, mivel az emberek hajlandóbbak lennének több gyermeket vállalni, ha jobb egészségügyi ellátásban részesülnének, vagy magasabb jövedelemmel rendelkeznének, mert ezek fontos tényezői a családalapításnak.

**KIS ZITA***zita.kis00@gmail.com*

Geográfus

MSc, 3. félév

Pécsi Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:  
Dr. Wilhelm Zoltán  
egyetemi docens, PTE TTK*

---

### **Népmozgalmi vizsgálatok Indiában**

Napjaink országainak társadalmi folyamatosan fejlődnek, ennek a fejlettségnek köszönhetően a lakosság egyre mobilisabbá válik. Jelentős számban kezd a népesség vándorlási folyamatokba, mind az országhatárokon belül, mind azokat átlépve is. A vándorlás általában szelektív, az életkor, a képzettségi szint és a nemek szerint is különbségeket találunk. A női vándorlásokat kiváltó okok szerteágazóak lehetnek, az egyén élethelyzetéből, társadalmi-kulturális háttéréből adódóan sajátos motivációval indulhat útnak. A belső vándorlásokat India tökéletesen szemlélteti, népességszámából és az ország területi különbségeiből fakadóan jelentős számban vesznek részt az országon belüli migrációban. A nemek közti egyenlőtlenségek a vándorlásokban is láthatóvá válnak, a női népesség – szemben az általános társadalomföldrajzi példákkal és törvényszerűségekkel – kötelezettségeiből fakadóan, lakói dominánsan részt vesz a migrációban. A 2011-es indiai népszámlálási adatokból a női vándorlások általános ismérveire és területi sajátosságaira is választ kaphattam. A szekunder módszerekkel feldolgozott vándorlási adatok igazolták az előre megfogalmazott hipotéziseimet. Igazolják, hogy a női népvándorlási tendenciákhoz hasonlóan Indiában is a rövidebb földrajzi távolságú, általában a vidéki terek között történő vándorlásokban érintettek. A városi terek vonzóhatása, és az urbanizáció jelei szintén megmutatkoznak. A női népesség jellemzően a körzeteken belül, illetve intraregionális módon, azaz tagállamon belül változtatja lakóhelyét. Az interregionális vándorlás esetén, amennyiben államhatár átlépés történik, akkor is általában a rövidebb távolság dominál, a szomszédos körzetekre esik a választás. A női vándorlás mögötti indokok közül kiemelkedik a házasság általi kötelezettségük, mely a sajátos társadalmi berendezkedésnek köszönhető. Munkámmal alapvető célom, átfogó képet adni a nők érintettségéről, szerepéről és helyzetéről az Indián belül zajló vándorlásokban.

**Kulcsszavak:** belső vándorlás, női vándorlás, India, intraregionális vándorlás, interregionális vándorlás

**LABÁTH ÁDÁM***labath.adam@gmail.com*

Geográfus

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Dr. Berki Márton**egyetemi adjunktus, ELTE TTK*

---

**Budapesti nagykövetségek szimbolikus térhasználata**

A nagykövetségek funkciójukból, megjelenésükből és kiemelt státuszukból eredően sajátos térhasználattal vannak jelen a befogadó országok fővárosában. A dolgozat célja a budapesti nagykövetségek szimbolikus és fizikai térhasználatának megértése a térbeliség trialektikáján keresztül. A külképviseletek elemzése segíthet megérteni a tér és hatalom viszonyát, valamint azt, hogy az egyes követségek milyen módon befolyásolhatják, adott esetben korlátozhatják a befogadó város lakosainak mindennapjait és életét. A dolgozat rávilágít, hogy ugyan a nagykövetségek mindennapjait egységes nemzetközi jog és a diplomáciai protokoll szabályozza, mégis eltérő tulajdonságokat és térbeli jelenlétet láthatunk, melyek alapján kategorizálhatjuk őket. Továbbá ezen kategóriák városon belüli lokációjában és a küldő országok jellegzetességeiben is mintázatokat fedezhetünk fel. Ezen kívül a vizsgálat hangsúlyos részét jelentette a helyi lakosság és a nagykövetségek konfliktusoktól sem mentes interakciójának elemzése is. A dolgozat átfogó szemlélete miatt jó alapot biztosít a kutatási téma további elemzésére és bővítésére is a kritikai városkutatás mellett a politikai földrajz és külpolitika elemzés terén is.

**ONDRIK SZONJA**

szonjaoondrik@gmail.com

Szociológia

BA, 6. félév

Budapesti Corvinus Egyetem

Kommunikáció és Szociológia Intézet

*Témavezető:**Varga Ágnes**egyetemi adjunktus, BCE- Budapesti Corvinus Egyetem - Fenntartható Fejlődés Intézet (BCE**FFI)*

---

### **Menni vagy maradni? Az immobilitás motivációi közötti különbség Nógrádkövesd és környékén**

Napjaink egyik legégetőbb problémája hazai, de nemzetközi szinten is a vidéki falvak elnéptelenedése. Az elvándorlással, és annak háttérében álló tényezőkkel számos tanulmány foglalkozik, ugyanakkor sokkal kevesebb kutatás foglalkozik az immobilitással, pedig a helyben maradás vizsgálata is jelentős hozzáadott értékkel bírhat a fejlesztéspolitikák tervezéséhez. Kutatásomban arra a kérdésre kerestem a választ, hogy vajon kimutathatók-e lényegi különbségek az immobilitás motivációi között Nógrádkövesd és környékén? Nógrádkövesd Magyarország egyik legkedvezőtlenebb társadalmi, gazdasági helyzetben lévő megyéjének egyik települése, azonban magasfokú immobilitás jellemzi. Vajon mi szól-e térségben az immobilitás mellett?

A kutatásban primer és szekunder adatokkal egyaránt dolgoztam: a mobilitási hajlandóság korrelációját vizsgáltam a település gazdasági fejlettségével, a helyi önkormányzat intézkedéseivel, a családi háttérrel, a társadalmi státusszal, valamint az iskolázottsággal.

Az egyének helyben maradásának okait elsősorban kérdőíves felméréssel, valamint félig strukturált interjúkon keresztül tártam fel, amelyek eredményeit korreláltattam a társadalmi csoportképző tényezőkön kívül a települések társadalmi és gazdasági fejlettségét tükröző komplex mutatóval, és a településhierarchiában a központi funkciók szerint elfoglalt helyükkel. A pozíciót az egyének egyes szolgáltatásokkal való elégedettségével vettem össze.

Nógrádkövesd és környékén végzett kutatásom eredményei alapján a vizsgált mintán a „voluntary immobility” érvényesül, miszerint az egyéneknek a lehetősége megvan az elköltözéshez, szimplán a vágy hiánya tartja őket vissza. A motivációs tényezők között van különbség, a vizsgált településeken. A család foglalja el az első helyet, mint visszatartó erő, ezt követi a falu szerepe, gazdasági, társadalmi és idillikusság szempontjából. A központi hierarchia alján elhelyezkedő településeknél ugyanakkor a szomszédokra, a helyi önkormányzatra és a helyi képviselőtestületre való számítás mértéke túlszárnyalja a családot és a barátokat. A vizsgált mintán nem igazolódott be, hogy a migráció során elvesző helyspecifikus előnyök visszatartó erőként jelennek meg. A társadalmi státusz meghatározza az egyén mobilitási lehetőségeit, azonban a vizsgált mintán nem fejt ki hatását. Ezzel ellentétben, a vidéki falusi lét, a természet közelsége mérsékli az egyén elvándorlási szándékát.



## FENNTARTHATÓ TERÜLET- ÉS TELEPÜLÉSFEJLESZTÉS

1. Héjja Barbara (RO BBTE)
2. Porkoláb Patrícia Fanni (PE - GTK)
3. Konkoly Enikő Bianka (DE - TTK)
4. Tráser Nándor (SZTE - TTIK)
5. Héjja Barbara (RO BBTE)
6. Simon Dominika (UA IIRFKMF)

A Zsűri tagjai:

**Dr. Michalkó Gábor**

**Dr. Baranyai Gábor**

**Dr. Kovács Tibor**

**HÉJJA BARBARA***barbi.hejja.bi@gmail.com*

Turizmus és területi fejlődés

MA, 2. félév

Babeş-Bolyai Tudományegyetem

*Témavezetők:**Máthé Csongor**egyetemi docens, RO BBTE**Török Ibolya**egyetemi docens, RO BBTE*

---

**Marosvásárhely és metropolisz övezete a fenntartható fejlődés útján**

Az Egyesült Nemzetek Fenntartható Fejlődésének 2015-ös szeptemberi csúcstalálkozóján az ENSZ 193 tagállama elfogadta a fenntartható fejlődés 2030-ig szóló keretrendszerét. Románia is aláírta az "Agenda 2030" névre hallgató egyezményt és ezáltal a tizenhét célkitűzés eszközt c jelent a gazdasági és társadalmi fejlődés előremozdításához és a környezet védelméhez. Jelen kutatásunk a társadalmi, gazdasági és környezeti dimenziókat vizsgálja öt kiválasztott célkitűzés tükrében, Marosvásárhely és metropolisz övezetében. A kutatás jelenlegi szakaszában vizsgáljuk a szegénység, az egészség és jólét mutatóit, az infrastruktúra fejlettségét, a fenntartható földhasználat meglétét, valamint összességében a város és közösség fenntarthatóságát. A tanulmányban alkalmazott módszertan a nemzetközileg is kidolgozott és széles körben elfogadott számítási módozatokon alapul. Eredményeink azt mutatják, hogy az életfeltételek és földhasználat tekintetében gyökeres változtatásokra lenne szükség ahhoz, hogy Marosvásárhely és szűkebb környezete valóban a fenntartható fejlődés útjára lépjen.

**PORKOLÁB PATRÍCIA FANNI**

*patricia.fanni98@gmail.com*

Vezetés és szervezés

MA, 2. félév

Pannon Egyetem

Gazdaságtudományi Kar

*Témavezető:*

*Dr. Dániel Zoltán András  
egyetemi docens, PE GTK*

---

### **A hazai barnamezős beruházások társadalomföldrajzi hatásai**

A múlt század végén zajló industrializáció, majd dezindustrializáció következtében megnövekedett az elhagyott, kihasználatlanná vált területek száma, szüntek meg munkahelyek, amelyek növelték a barnamezős területeket. Ezen barnamezők rehabilitációja az elmúlt években kezdett előtérbe kerülni a zöldmezős beruházásokkal szemben, hiszen a területek megújításán túl gazdasági előnyökkel is járnak, javulnak az életkörülmények, munkahelyek jöhetnek létre. A belső migrációra vonatkozóan hazánkban már az 1960-as évektől kezdve fellelhetőek adatok, mind a mennyiségét tekintve mind pedig a vándorlások irányára vonatkozóan. Földrajzi szempontból tekintve leginkább a vidékekről a városokba, azok agglomerációjába, illetve a keletről nyugatra történő vándorlás a jellemző. Ez utóbbi az Európai Unióhoz való csatlakozással a nyugati országok felé történő nyitással növelte ez irányú mozgások számát. A vándorlások legfőbb motivációja a jobb életkörülmények, jövedelmi és munkahelyi szempontok.

Kutatásomban a barnamezők és a népességvándorlás közötti összefüggéseket igyekszem felderíteni, 2002 és 2021 között rendelkezésre álló adatok felhasználásával, hogy a barnamezős beruházások és fejlesztések milyen társadalmi hatásokkal járnak, ezek következtében csökkent-e az elvándorlások száma a fejlesztésben részesült területeken. Az elemzés elvégzése különböző statisztikai módszerekkel valósul meg, leginkább a megoszlási viszonzyszámokra és korreláció számításra támaszkodva. A vizsgálattal igazolhatóvá vált, hogy a barnamezők rehabilitációja pozitívan hat az elvándorlásokra, részben elmondható ez a jövedelemváltozásokról is, valamint, hogy az industrializáció és a népesség vándorlása között szoros kapcsolat igazolást nyert.

**KONKOLY ENIKŐ BIANKA**

*enci9802@gmail.com*

Geográfus

MSc, 3. félév

Debreceni Egyetem

Természettudományi és Technológiai Kar

*Témavezetők:*

*Szilágyiné Dr. Czimre Klára  
adjunktus, DE TTK*

*Dr. Túri Zoltán  
adjunktus, DE TTK*

---

**Az Interreg interregionális együttműködési programok vizsgálata a 2014–2020 közötti költségvetési ciklusban**

A kutatás során az Interreg VC közösségi kezdeményezések elméleti háttérének megismerését követően először azt vizsgáltam, hogy a résztvevő országok közül melyek vállalták a legnagyobb szerepet az együttműködésben, melyek preferálták a közepes aktivitást, illetve mely országok nem kívántak aktívan részt venni az egész kontinenst behálózó programban. Az ezek alapján kirajzolódott tendenciákat tematikus térképeken mutattam be országos, illetve NUTS 2 régiók szintjén.

Önálló fejezetet szántam a projekteket koordináló vezető partnerek széleskörű munkavégzésének és hatáskörének bemutatására, külön hangsúlyt fektetve a területi elhelyezkedésük vizsgálatára.

Végül a pénzügyi háttér tanulmányozása során arra a kérdésre kerestem a választ, hogy a résztvevő országok számára folyósított támogatási összeg nagyságának meghatározásában azok gazdasági fejlettsége mennyire volt befolyásoló tényező. Ennek érdekében Hoover index, range-arány és szórás számításokat végeztem. Ezt követően a támogatás nagysága és az egy főre jutó GDP összege közötti kapcsolatot vizsgáltam, melynek eredményét ábrákon és térképen jelenítettem meg.

**TRÁSER NÁNDOR***trasern@gmail.com*

Földrajz

BSc, 5. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezető:**Dr. Nagy Gyula**egyetemi adjunktus, SZTE TTIK*

---

**Szegedi közösségi zöldterületek kulturális ökoszisztéma-szolgáltatásainak városfejlesztési szempontú vizsgálata**

A városi zöldterületek fejlesztése a klímaváltozás negatív hatásai és a pandémia során megnövekedett látogatottságuknak köszönhetően kulcskérdéssé vált. Ez az egyik legjelentősebb eszköze a városok fenntarthatóbbá tételének még az egyik legzöldebb magyar város, Szeged esetében is. A zöldterületek fejlesztése a városok társadalma szempontjából kiemelt, hiszen azon kívül, hogy hozzájárulnak a klímaváltozás elleni harchoz, számos kulturális és rekreációs célt szolgálnak, melyek az emberek jóllétét biztosítják. A városi zöldterületek állapotuk, használatuk, jogi státuszuk és az általuk nyújtott szolgáltatások szempontjából sem azonosak. Így a fejlesztések sikerességéhez elengedhetetlen a rendszerezésük, csoportosításuk és az ezekhez kapcsolódó differenciált fejlesztési célkitűzések megfogalmazása. Ezzel lehet azt biztosítani, hogy minden zöldterület olyan fejlesztésben részesüljön, mely az azt használók és használni kívánók igényeit elégíti ki. Kutatásom fő célja a szegedi zöldterületek rendszerezése és olyan fejlesztési klaszterek kialakítása volt, melyek tükrözik a zöldterületek által nyújtott potenciális és tényleges kulturális ökoszisztéma-szolgáltatásokat. Dolgozatom kérdésfelvetése kettős. Egyrészt, hogy a zöldterületek milyen kulturális ökoszisztéma-szolgáltatásokat nyújtanak és azok milyen módszerrel mérhetők illetve, hogy a felmért szegedi zöldterületek milyen fejlesztés-orientált jellemzőkkel írhatók le, milyen csoportokat képeznek.

Munkám során térinformatikai adatbázist hoztam létre Szeged belterületének zöldterületeiből az Urban Atlas, az Open Street Map és Szeged Településszerkezeti Terve alapján. A 269 elemes sokaságból 19 mintaterület választottam ki városrészi alapon. Minden mintaterületen 3 alkalommal végeztem terepi felmérését a zöldterületek potenciális kulturális ökoszisztéma-szolgáltatásaira és látogatottságukra vonatkozóan. Összesen 36 szempont alapján értékelttem a zöldterületeket, melyekből főkomponens-, faktor- és klaszterelemzést készítettem nemzetközi példa alapján.

Kutatásom eredményeként négy fő klasztert határoztam meg: belvárosi terek, kertvárosi játszóterek, központi jelentőségű parkok és informális jellegű zöldterületek. A mintaterületeken túl további 125 lehatárolt szegedi zöldterületet is besoroltam a kialakított klaszterekbe. Ezen négy klaszterre határoztam meg a legfontosabb fejlesztési irányokat a lakosság számára nyújtott jelenlegi és potenciális kulturális ökoszisztéma-szolgáltatásaik alapján.

**HÉJJA BARBARA***barbi.hejja.bi@gmail.com*

Turizmus és területi fejlődés

MA, 4. félév

Babeş-Bolyai Tudományegyetem

*Témavezető:**Dr. Török Ibolya**Egyetemi docens, RO BBTE*

---

**Románia szárazföldi ökoszisztémáinak védelme a Fenntartható Fejlődés 15. céljának tükrében**

A Fenntartható Fejlődés napjainkban egyre égetőbb és fontosabb problémává válik. Először a fogalommal az 1980-as években foglalkoztak; a jelenlegi formáját a 2012- es Rió-i konferencián nyerte el. 2015-ben az ENSZ 193 tagállama aláírta az „Agenda 2030” névre hallgató fejlesztési keretrendszerrel. Románia az egyezmény aláírásával vállalta, hogy a tizenhét célkitűzés teljesítésére eszközöket teremt és törekszik a gazdasági és társadalmi fejlődés előremozdítására és a környezet védelmére. A módszertan a nemzetközileg is kidolgozott és elfogadott számítási módokat alapul. Kutatásom során Románia megyéit vizsgálom annak tükrében, hogy milyen helyzet figyelhető meg jelenleg az SDG15 (Szárazföldi ökoszisztémák védelme) célkitűzés tekintetében, illetve milyen törekvések léteznek a célok elérése érdekében. Céлом az ország megyéinek összehasonlítása 22 indikátor alapján, mely által sikerül feltárni a problémás területeket, ahol nagyobb hangsúlyt kell fektetni a célok elérésében, illetve pozitív példákat is megfigyelhetünk a jól működő területek kapcsán.

**SIMON DOMINIKA**

*simondominika20@gmail.com*

Turizmus

BSc, 8. félév

II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola  
(Beregszász)

*Témavezető:  
Dr. Berghauer Sándor  
docens, UA IIRFKMF*

---

### **Kárpátalja turizmusfejlesztési lehetőségei**

A dolgozatomban Kárpátalja turizmusfejlesztési lehetőségeivel foglalkoztam, melyet a mélyinterjúk segítségével, szakirodalommal, kérdőívvezessel is igyekeztem megvizsgálni és alternatív megoldásokat keresni.

A munkám három fejezetből épül fel. Területi értelemben elsősorban Kárpátalját érinti. Ugyanakkor fontos részt kapott a nemzetközi turizmus trendjeinek és a COVID-19 világjárvány hatásainak a vizsgálata, valamint az ország életét jelenleg erőteljesen súlytó orosz-ukrán háború. A feltárt eredményeket primer (kvalitatív és kvantitatív) és szekunder kutatási módszerrel értem el. Elsőként a megye meglévő erőforrásait és turisztikai vonzerőit mértem fel szakirodalmi források alapján, majd egészítettem ki azokat a prominens személyek véleményével.

A második fejezetben a különböző kutatásaim egymásra épülő eredményeivel találkozhat az olvasó. Ennek alapján a primer kutatás eredményei olyan szakvélemények széles tárházát sorakoztatják fel, amelyek a pandémia jelenlétében a turizmus helyzetével és fejlesztésével kapcsolatosak a régió életére nézve.

Több aspektusból vizsgáltam a régió turizmusát és azokat a nehézségeket, amelyekhez alkalmazkodnia kell. A dolgozatban helyt kapott egy kérdőíves kutatás, melynek segítségével a háborús helyzet következtében vidékünkre érkezett személyek véleményét, helyzetét tártam fel. Ezesetben ugyanis számolnunk kell a megye potenciális idegenforgalmi résztvevőinek gyökeres változásával, a jelentkező új igényekkel, esetleg a munkaerő-állomány változásával.

A munka eszenciájaként a harmadik fejezetben felállítottam egy célszerkezetet, mely az kutatási eredmények alapján Kárpátalja turizmusfejlesztési stratégiája lehetne. Megfogalmazásra került négy horizontális és stratégiai cél, hozzájuk pedig 14 cselekvési prioritást dolgoztam ki, melyek közül az egyik legfontosabbnak az egészség- és gyógyturizmus továbbfejlesztését tartom, mely a háborús traumát megélt nőknek és gyerekeknek nyújtana rekreálódást, gyógyulási lehetőséget. A másik pedig a népszerűsítő „CHELLENGE”, amely a közösségi oldalakon Kárpátalját reklámozna és egyben segítené a helyi vállalkozókat.

Összeségében elmondható, hogy vidékünk kitűnő természeti és kulturális erőforrásokkal rendelkezik. A kialakult helyzetben sem célszerű a pozitív tulajdonságokat és a bennük rejlő kiaknázatlan potenciált szem elől téveszteni, mivel a turizmus hosszabb távon továbbra is hozzájárulhat a régió nehéz gazdasági helyzetének javulásához és nem utolsó sorban a szülőföldön való maradásához.

## GAZDASÁGFÖLDRAJZ

1. Kövesdi Róbert (DE - TTK)
2. Fábián Dávid Szabolcs (DE - TTK)
3. Kovács Dávid (DE - TTK)
4. Kaposvári László Tamás (ME - MFK)
5. Hegedüs Pál Ajtony (ELTE - TTK)
6. Kocsi Viktor (ELTE - TTK)

A Zsűri tagjai:

**Dr. Egedy Tamás**

**Dr. Boros Lajos**

**Dr. Lieszkovszky József Pál**



**KÖVESDI RÓBERT***kovesdirobert05@gmail.com*

Földrajz

BSc, 5. félév

Debreceni Egyetem

Természettudományi és Technológiai Kar

*Témavezető:**Prof. Dr. Kozma Gábor**dékanhelyettes, DE TTK*

---

**A koronavírus-járvány hatására kialakuló légi közlekedési átrendeződés egy regionális repülőtér (Debrecen International Airport) példájának vizsgálatával**

A koronavírus járvány által legnagyobb mértékben sújtott ágazatok közé tartozik a légi közlekedés, amely az elmúlt évtizedben megfigyelhető szárnyalás után 2020-ban és 2021-ben igen jelentős visszaesést volt kénytelen elszenvedni. Ennek szellemében a dolgozatom célja a koronavírus-járvány hatására a Debreceni Nemzetközi Repülőtér utasforgalma átalakulásának a bemutatása.

A dolgozat megírása közben többfajta adatbázist használtam fel. Az elméleti rész megírása során támaszkodtam a témában megjelent magyarországi és nemzetközi szakirodalomra, valamint a különböző légi közlekedéssel foglalkozó nemzetközi szervezetek hivatalos kiadványaira. A járvány debreceni repülőtér forgalmára kifejtett hatásának elemzésekor az elsődleges információforrást a KSH Hivatal Tájékoztatási adatbázisa jelentette. A folyamatok hátterének feltárása során támaszkodtam az INTERNET-es fórumokon a témában megjelent cikkekre, saját tapasztalataimra és a repülőtéren dolgozók véleményére.

A Debreceni Nemzetközi Repülőtér helyzetét tekintve megállapítható, hogy a többi légi kikötőhöz hasonlóan őt is nagymértékben sújtotta a koronavírus járvány. A 2020-es év az első három hónap szárnyalása következtében még igen jó mutatókat hozott, 2021-ben ugyanakkor a 2019-es csúcshoz képest közel 90%-kal csökkent az utasok száma. A járatok jellegét tekintve 2020 és 2021 között jelentős különbségek figyelhetők meg: 2020-ban csaknem kizárólagos szerepet tölthettek be a menetrendszerinti járatok, míg 2021-ben megnőtt a charter és egyéb forgalom jelentősége. Az utasforgalom hónapok szerinti megoszlásának vonatkozásában megszűnt a békebeli, a keresletet tükröző megoszlás, és alapvetően az életben lévő korlátozások hatása ismerhető fel.

A változások hatására az egyes célállomások jelentősége is módosult. London/Luton továbbra is kiemelkedő szerepet töltött be, mellette ugyanakkor fokozatosan nőtt Eindhoven és Párizs/Beauvais jelentősége, valamint 2021-ben igen nagy népszerűségnek örvendtek a nyári nyaralóhelyekre irányuló járatok. A járatok kihasználtsági mutatói mind az egyes hónapok, mind pedig a desztinációk viszonylatában igen nagy eltéréseket mutattak, általánosan tekinthetők ugyanakkor a 2019-es évhez képest alacsonyabb értékek.

A koronavírus okozta forgalom-csökkenés igen érzékenyen érintette a légi kikötőt üzemeltető Debreceni International Airport Kft. működését. A vállalat többfajta lépést tett helyzetének rendezése érdekében, amelyek bizonyos mértékben segítették a válság hatékony kezelését.

**FÁBIÁN DÁVID SZABOLCS**

*dfabian.tpg@gmail.com*

Földrajz-történelem és állampolgári ismeretek

Osztatlan, 9. félév

Debreceni Egyetem

Természettudományi és Technológiai Kar

*Témavezetők:*

*Dr. Molnár Ernő*

*docens, DE TTK*

*Nagy Bálint*

*doktorandusz, DE TTK*

---

### **Kicsi ágazat nagy perspektívákkal? A méhészet földrajzi vizsgálata Magyarországon**

Mindig érdemes egy olyan ágazatra figyelmet szentelni, amelyben Magyarország világszinten is látható eredményt produkál, vagy akár európai mértékben meghatározó tud lenni, s egyben jelentős ökológiai és gazdasági szereppel is bír. Bár azt hiszem a magyar méz, mint értékmérő, sokunkban létező fogalom, talán kevésbé ismeretes, hogy volt év, amikor a világ méztermelésének 1,54%-át Magyarország adta, vagy hogy hazánk a világ 11. legnagyobb mennyiségi mézexportőre. Tanulmányomban az első látásra imponáló számok hátterét igyekeztem feltárni.

A kutatás célkitűzései között szerepelt a magyar méhészeti ágazat 2010 utáni földrajzi pozicionálása a globális térben, különböző nemzetközi tendenciák és a nemzetközi mézforgalom tükrében. Egy perspektívaváltással célt volt az ágazat hazai kulcsszereplőinek és értékláncának megismerése, illetve a méhészet térbeli szerveződésének feltárása, különböző természeti és társadalmi tényezők mentén. Lakóhelyem, a Jász-Nagykun-Szolnok megyében elterülő Tószeg község méhészetének fejlődésén keresztül igyekeztem megismerni egy-egy területi egység konkrét lehetőségeit és a jelen kihívásait, illetve az arra adott lehetséges válaszreakciókat.

Az anyaggyűjtés során törekedtem az elérhető szakirodalom, az ágazat szempontjából releváns dokumentumok és adatbázisok széleskörű felhasználására, összehasonlítására, illetve a személyes tapasztalatszerzésre. A kutatási kérdéseim megválaszolásához primer forrásként kérdőíveket és interjúkat készítettem az ágazat szereplőivel, amelyek kiértékelése árnyaltabb képet adott a statisztikai adatbázisok feldolgozásához képest. A térbeliség kifejezésére különböző mutatószámokat alkalmaztam, dolgozatomban pedig törekedtem az eredmények minél informatívabb bemutatására táblázatok, ábrák és tematikus térképek révén.

A kutatás során sikerült megismerni Magyarország méhészetének és méztermelésének nemzetközi pozícióit, hazai kulcsszereplőit, a hazai méhészeti értékláncot. A felderített adatok alapján igazolást nyert, hogy az ágazat az ország területi különbségeiből adódva rendkívül változatos képet mutat. Bár a magyar gazdaságon belül egy kicsi szegmens, de hozzáadott értéke sokkal nagyobb és sokkal összetettebb, mint a mézkereskedelemből realizálható haszon, tehát érdemes odafigyelni azokra a külső és belső válságjelenségekre, amelyekkel az ágazat küzd.

**KOVÁCS DÁVID***kovacs.david990327@gmail.com*

Földrajztanár; történelemtanár és állampolgári

ismeretek tanár

Osztatlan, 10. félév

Debreceni Egyetem

Természettudományi és Technológiai Kar

*Témavezető:**Dr. Pénzes János**egyetemi docens, DE TTK*

---

**A magyarországi kisüzemi sörtermelés és -fogyasztás területi vizsgálata**

Magyarországon az 1990-es évek elején indult újra a kisüzemi sörgyártás, amelyek kiszolgálták a lokális fogyasztói igényeket, azonban a söripar modernizációja révén létrejött nagyüzemi sörgyárak mellett csődbe mentek a XX. század elején. Az ehhez kapcsolódó fogyasztási és gyártási trendek kutatása hazai viszonylatban átfogó vizsgálatokat jelentett, azonban az 1990-es évektől népszerűvé váló kisüzemi sörgyártással foglalkozó tanulmányok nem terjednek ki a főzdek gazdasági lehetőségeit meghatározó földrajzi adottságokra. Ezért a kutatás célja a magyarországi kisüzemi sörfőzdekkel kapcsolatos földrajzi elemzések bővítése. Ezek alapján összehasonlító vizsgálat keretében, kérdőív és félig strukturált interjúk készítése alapján 6 kisüzemi sörfőzde (Ugar Brewery, Mad Scientist, Zirci Apátsági Manufaktúra, Szent András Sörfőzde, Fehér Nyúl, Viharsarok) részletes gazdaságföldrajzi elemzésére, illetve a fogyasztók felmérésére került sor. Kiválasztásuknál a földrajzi elhelyezkedést, az alapítási dátumot és a főzdek jellegét vettem alapul.

A vizsgálatban különböző faktorok mentén határoztam meg a főzdek karakterét, piaci esélyeiket, sikerességük okait, mint például az előállított sörök típusa, száma, jellege, a termékek ára, illetve azok értékesítési platformjai. Ezek alapján a vizsgálat során kiderült, hogy a jellemzően észak-amerikai, nyugat-európai trendeket követő, budapesti értékesítésre koncentráló, egyszeri főzeteket készítő kisüzemi sörfőzdek elsősorban a HoReCa (Hotels, Restaurants and Cafés) szektorban értékesítenek és termékek átlagára magasabb, mint a hagyományosabb karakterű kisüzemeknek. Azonban ez nem írja le teljesen a főzdek sikerességét, mivel fontos tényező még a működés időtartama és a kiépült, stabil fogyasztóbázis.

Különböző faktorok alapján kategorizáltam a vizsgálatban szereplő sörfőzdeket: A Mad Scientist és a Fehér Nyúl újhullámos sörökre koncentráló kísérleti sörfőzdek, az Ugar Brewery és a Viharsarok mivel nem tudják a fővárosi főzdek szintjét hozni, ezért ezek inkább újhullámos sörökre koncentráló kísérleti jellegű sörfőzdek. A Zirci Apátsági Manufaktúra karaktere miatt hagyományos sör típusokat gyártó kisüzemi sörfőzde, míg a Szent András Sörfőzde, mivel számos kísérleti főzettel is rendelkezik, egyfajta hibrid sörfőzdeknek tekinthető. A kisüzemi söröket fogyasztókról elmondható, hogy jellemzően magasabb jövedelműek, városokban élnek és magasabb iskolai végzettséggel rendelkeznek, amelyeket a szakirodalmi áttekintés is igazol.

**KAPOSVÁRI LÁSZLÓ TAMÁS***kaposvari.lt@gmail.com*

Földrajztanár - történelemtanár

Osztatlan, 5. félév

Miskolci Egyetem

Bölcsészettudományi Kar

*Témavezetők:**Siskáné Dr. Szilasi Beáta  
egyetemi docens, ME MFK**Jankó Dániel  
tanácsadó, Youth Business Group*

---

**Fokozatváltás a miskolci közösségi közlekedésben – vonalhálózati és menetrendi reform**

Miskolcon a tömegközlekedés kiemelt szerepet tölt be a városlakók mobilitásában. A hosszú tengelyek miatt nagy távolságok jelentkeznek az egyes városrészek között, ebből következően a miskolciak többször közlekednek, és a rövidebb távolságokat is inkább valamilyen járművel teszik meg. Ezért a fajlagos utazási igény Miskolcon nagyobb volt és napjainkban is magasabb, mint a többi vidéki nagyvárosban és mint amit egy kb. 150 ezer fős városban várnánk.

A tömegközlekedési ágazat lehetőségei Miskolcon az átlagosnál kedvezőbbek, így a jelenlegi 40%-nál sokkal nagyobb is lehetne a részesedése a város modal splitjéből. Azonban az utasszám folyamatosan csökken, ami a természetes fogyáson és a város lakónépességének csökkenésén túl magyarázható a szolgáltatás színvonalának romlásával, az ügyfélcentrikus gondolkodásmód hiányával és a mai kor igényeihez nem igazodó tarifarendszerrel is.

Sajnos eddig a cég mindenkorai menedzsmentje a problémákat járatritkítással próbálta orvosolni, ami rövid távon ugyan „fellelegzést” jelentett a vállalatnak, de a hosszú távú következménye egyértelműen káros volt. A kínálat csökkentése ugyanis nem jelent gyógyírt rendszerszintű problémákra, sőt, inkább generálja a további problémákat, ennek ellenére a cég működésének új alapokra helyezése mindezidáig elmaradt. Új, vagy a tömegközlekedéstől elpártolt utasok megszólítására a vállalat az utóbbi években kísérletet sem tett, de a jelenlegi utasok megtartása is egyre nehezebb.

A kereslet növekedéséért tenni kell, ez beavatkozás nélkül nemhogy növekedni, hanem csökkenni fog. Dolgozatomban többek között azt is megmutatom, hogy úgy is lehetne racionalizálni a szolgáltatást, hogy közben szolgáltatásfejlesztés is történik. Azt gondolom, hogy ha a szolgáltatás újratervezése a közlekedésszakmai szempontok előtérbe helyezésével, de a gazdasági hatékonyságra törekedve történik, akkor az utasok minőségjavulást, az ellátásért felelős pedig a tömegközlekedésbe fektetett pénz jobb megtérülését tapasztalhatja, tehát mindkét fél nyer.

Kiemelt prioritású feladat egy, a mai utazási igényekhez és szokásokhoz igazodó vonalhálózat, illetve menetrend megalkotása, melyek vonzó kínálatot nyújtanak. E dolgozatban nem konkrét vonalhálózati koncepciókat, hanem a tervezés során követett alap- és vezérelveket ismertetem, melyek a városspecifikus részeket leszámítva minden nagyvárosban alkalmazhatók, és meggyőződésem szerint érdemes is azokat alkalmazni egy minőségi tömegközlekedési szolgáltatás megteremtése érdekében.

**HEGEDÜS PÁL AJTONY**

*hegeduspal99@gmail.com*

Geográfus

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:*

*Győri Róbert*

*egyetemi docens, ELTE TTK*

*Feld Márton*

*MÁV Zrt., fejlesztési szakértő, MÁV Zrt.*

---

### **Párhuzamos vasúti személyszállítás és autóbusz közlekedés Magyarországon**

Dolgozatomban a párhuzamos közösségi közlekedés kialakulásának és fennmaradásának okait vizsgáltam. A vasúti és autóbusz-közlekedés közti párhuzamosság az állami fenntartású közösségi közlekedés rendszerének hatékonyságát jelentősen rontja, viszont több esetben a rendszer sajátosságai miatt az utazóközönség igényli mindkét formát. A párhuzamosságok kialakulása Magyarországon olyan történelmi okokra vezethető vissza, mint például a vasútvonalak térbeli elhelyezkedése és állapota, a városok központi részein kialakított autóbusz-pályaudvarok és a városperemen fekvő vasútállomások gyenge kapcsolata, a különböző szolgáltatók közötti együttműködés hiánya és az egységes tarifarendszer bevezetésének elmaradása. Ennek következtében a párhuzamosságok felszámolását meg kell előznie az előbb említett hibák kijavításának. A probléma kezelésekor érdemes figyelembe venni az utasok érdekeit is, hogy a közösségi közlekedés ne veszítsen utasokat. Éppenséggel ezért, ha nem történnek meg a fejlesztések, akkor a párhuzamosságok fenntartása szükségzerű. A dolgozat igyekezett részletesen bemutatni a fennálló párhuzamosságokat, melyet jellegük szerint három csoportba – távolsági, helyközi, városi és elővárosi – különített el. Mindhárom csoport esetében jelentős mértékben tapasztalhatóak párhuzamosságok, melyek több példa segítségével kerültek bemutatásra.

**KOCSI VIKTOR***kocsi.viktor98@gmail.com*

Geográfus

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Dr. Gyuris Ferenc**tanszékvezető egyetemi docens, ELTE TTK*

---

**A külföldi hozzáadott érték jelentősége kelet-közép-európai országok exportjának vizsgálatában**

Dolgozatom a globális értékláncok és a külföldi hozzáadott érték témakörével foglalkozik. A különböző, már évtizedek óta használt kereskedelmi és egyéb gazdasági áramlásokat megtestesítő adatok és mutatók elavultá váltak a globalizált világunkban. Emiatt ezekből kevésbé ismerhetjük meg egyes országokban végbemenő tényleges folyamatokat. A hagyományos kereskedelmi adatok nem ismertetik számunkra azt a komplex rendszert amelyet ma világgazdaságnak hívunk, így a globális értékláncok jelenségéről sem tudunk meg érdemleges információkat. Úgy vélem emiatt fontos lenne az új mutatókkal és módszerekkel megvizsgálni a különböző jelenségeket, erre pedig jó vizsgálati terület lenne a közép-kelet-európai térség egyes országai, mivel esetükben jelentősek az eltérések a korábbi, hagyományos adatok és az újabb fajták között. A TiVA (Trade in Value Added) adatbázisra alapoztam a kutatást melyet az OECD és WTO közösen hozott létre. Többek között olyan adatokat használtam fel, mint a hazai és külföldi hozzáadott érték, valamint általam számított mutatókat, mint a GVC participációs index. A kutatás során a hét kiválasztott kelet-közép-európai ország (Magyarország, Lengyelország, Szlovákia, Csehország, Szlovénia, Horvátország és Románia) esetében fogom megvizsgálni 2000-2018 között azt, hogy a kiválaszt országok mennyire integrálódtak a globális értékláncokba és ez az integráltság hogyan változott. Kutatásom során arra a megállapításra jutottam, hogy a kiválasztott országok Horvátország kivételével mind szerveesebb részét képezik a globális értékláncoknak mint 2000-ben. Legkevésbé Horvátország integrált (37%), legnagyobb mértékben pedig Szlovákia (67%) és Magyarország (63,3%).

## TELEPÜLÉSFÖLDRAJZ

1. **Jakus Imre (SZTE - TTIK)**
2. **Lenner Luca (ELTE - BDPK)**
3. **Milassin Mór (BCE - TT)**
4. **Berényi Lili (PTE - TTK)**
5. **Szkalicity András (SZTE - TTIK)**
6. **Lantos Viktor (SZTE - TTIK)**

A Zsűri tagjai:

**Dr. Hardi Tamás**

**Bányászné Dr. Kristóf Andrea**

**Dr. Jankó Ferenc**

**JAKUS IMRE***ijakus2000@gmail.com*

Geográfus

MSc, 1. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezető:**Dr. Bajmócy Péter**egyetemi docens, SZTE TTIK*

---

### **A szuburbanizáció térbeli és időbeli folyamatai Szeged környékén statisztikai mutatók alapján**

A szuburbanizáció az elmúlt évtizedek egyik legmeghatározóbb társadalmi térfolyamata Magyarországon. Az átfogó urbanizációs folyamat e szakaszának megjelenésével, a népességnövekedés, valamint a beruházások súlypontja a központi városokból azt övező elővárosi gyűrűbe helyeződik át. Mindez jelentősen átalakítja az érintett városkörnyéki települések társadalmi-gazdasági, valamint műszaki-fizikai képét, ezáltal pedig az adott település fejlődését is nagymértékben meghatározhatja.

A folyamat Szeged környékén is megjelent az 1980-as évtizedben, elterjedésével a városi lakosok egyre szélesebb köre települt a környéki településekre. Jelen dolgozat elsődleges célja, hogy általános helyzetképet adjon a Szeged körüli szuburbanizációs folyamatokról, az 1990-es évektől kezdődően egészen napjainkig, különös tekintettel az elmúlt évtizedre jellemző tendenciák feltárásával, amelyekről összességében kevesebbet olvashatunk a különböző szakirodalmakban. Mindezt összehasonlítva az országos trendekkel, valamint különbséget téve az egyes települések jellemzői között is. A vizsgálat legelső lépéseként a népességszám alakulása alapján meghatároztuk a folyamat által potenciálisan érintett Szeged környéki települések körét. Ezt követően pedig kiszámítottuk, majd elemeztük a korábbi szakirodalmi források alapján kiválasztott statisztikai mutatók értékeit, amelyek összességében 3 főbb témakör köré rendezhetők: népességszám változása és befolyásoló tényezői, lakásállomány változása, közlekedés.

A kiválasztott mutatók kapcsolata a szuburbanizációs folyamatokkal legnagyobb részt a Szeged környéki települések esetében is bebizonyosodott. Ezek alapján a Szeged környéki szuburbán települések a megye többi településétől eltérő utat jártak be az elmúlt 30 évben. A legtöbb mutató hasonló, egymással összefüggő tendenciát mutatott, ez alapján általános trendek határozhatóak meg, amelyek megegyeznek az országos folyamatokkal. A szuburbanizáció nagymértékű elterjedése Szeged körül is az 1990-es évekre tehető. Ezt követően a 2000-es évek elejére egy kisebb mértékű, majd az évtized második felére egy nagyobb mértékű visszaesés volt tapasztalható a folyamat intenzitása tekintetében. A hullámvölgy egészen a 2010-es évek közepéig kitartott, majd az évtized második felétől ismételten felerősödött a folyamat a korábbi időszakokhoz képest, ami akár az elővárosokba költözések második nagyobb hullámát is jelentheti a jelenlegi, illetve közeljövőbeli társadalmi-gazdasági folyamatok függvényében.



**LENNER LUCA***lennerluca15@gmail.com*

Angol-földrajz tanár

Osztatlan, 5. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Berzsenyi Dániel Pedagógusképző Központ

*Témavezetők:**Dr. Csapó Tamás**nyugalmazott egyetemi magántanár, ELTE BDPK**Dr. Lenner Tibor**tanszékvezető egyetemi docens, ELTE BDPK*

---

**Bevásárlóközpontok a budapesti agglomerációban.**

A lakóhelyi szuburbanizáció következményeként a népesség területi átrendeződésével párhuzamosan megindult a Budapest körül a kereskedelmi tevékenység decentralizációja is. Az ezredforduló körüli években ennek jeleként az agglomerációban is sorra felépültek az autópályákhoz közeli bevásárlóközpontok, hatalmas áruházakkal és óriási parkolókkal. A tanulmányban ezt a folyamatot mutattuk be. Két kérdést jártunk körül: a budapesti agglomerációban található bevásárlóközpontok elhelyezkedését és azt, hogy a bevásárlóközpontok elválasztják vagy inkább összekötik a főváros peremét és az agglomerációs településeket? Az első kérdésre a válasz az, hogy az agglomerációs bevásárlóközpontok telephely választásának legfőbb telepítőtenyezője a jó elérhetőség, jellemzően a kivezető utak és az autópályák mellett. A kereskedelmi tevékenység markáns koncentrációja figyelhető meg az M1-M7 autópályák menti területen, amely lehetővé teszi a fővárosból a bevásárlóközpontok gyors elérhetőségét. A térség üzletei komplex kínálatukkal, kedvező ár fekvésükkel további jelentős elszívó hatást gyakorolnak a főváros kiskereskedelmére. Ezzel szoros összefüggésben a másik kérdést úgy látjuk, hogy a kereskedelem által formált agglomerációs térszerkezetben a bevásárlóközpontok egyfajta összekötő elemként szolgálnak a főváros és az elővárosi gyűrű települései között.

**MILASSIN MÓR***mor.milassin@stud.uni-corvinus.hu*

Vidékfejlesztési és agrármérnöki

BSc, 4. félév

Budapesti Corvinus Egyetem

Gazdálkodástudományi TDK

*Témavezető:**Jeney László**egyetemi docens, Budapesti Corvinus Egyetem Fenntartható Fejlődés Intézet (BCE FFI)*

---

**A primate-city jelenség jellegzetességei a Visegrádi Országokban**

A hosszú múltra visszanyúló tradícióval rendelkező V4-es nagyvárosok komoly megpróbáltatásokon mentek keresztül – a jelen kor egészségügyi és háborús krízisei alatt is - melynek háttérében a hasonló adottságok, történelmi események és a közös érdekek állhatnak.

Jelen kutatás elsődlegesen arra a kérdésre keresi a választ, hogy egy domináns főváros – a tudományos diákköri dolgozatban a nemzetközi szakzsargonban élve „primate-city” – elősegíti-e, az országa fejlődését, vagy fékként hat-e egy főváros „vízfejűsége”, centralizáltsága. Emellett a primate-city kutatások alapvető módszerének tekinthető népességi vizsgálatain kívül olyan komplex mutatószámok megalkotása a célja, amivel a népességnagyságon túlmenően többféle tényezőt figyelembe véve számszerűen mérhetővé válik egy adott város dominanciája.

A dolgozat mellett, hogy a Visegrádi Országok négy tagállamának a legnagyobb városait hasonlítja össze, nem csak külön-külön értelmezi az országok primásvárosait, hanem próbát tesz arra, hogy megállapítsa van-e a négy országnak egy adott városa, amely olyan szintű dominanciával rendelkezik, hogy a Visegrádi Csoport primate-cityjének tekinthessük.

A kutatás elsődlegesen kvantitatív módszertanra épül. A vizsgálatok információk háttére szekunder statisztikai adatokra támaszkodik. A legtöbb adat a négy ország statisztikai hivatalától származik, ritkább esetben egyes tematikus online adatbázisok szolgáltatták a kutatáshoz szükséges alapadatokat.

A fentebbi eredmények összegzéséhez, értelmezéséhez kétféle módszert alkalmaz a tudományos diákköri dolgozat. Az első módszer a Bennett-féle komplex mutató megalkotása a városokra. Ebben az esetben minden rangsor első, maximum értékét tekintjük 100 százaléknak és az ezt követő értékeket százalékosan kiszámoljuk minden adathalmaz esetén, majd az összes átlagát vesszük. A második módszer – rangsorolós módszer - lényegesen egyszerűbb elven alapszik, azonban kiszűri az olyan outlayer eseteket, mint Prága dominanciája a vendégéjek számában, vagy Budapest esete a sportszervezetek esetén.

Mivel egy komplex kérdéstről van szó, egyértelmű választ nem lehet erre adni ennyi adat ismeretében, azonban a négy ország vizsgálata alapján a túlzott centralizáltság fék lehet a gazdaság fejlődésében, ahogyan Magyarország esetén láttuk, míg egy erős fővárossal és több erős nagyvárossal rendelkező modell – cseh és lengyel példa – hosszú távon nagyobb gazdasági növekedést eredményezhet az ország fejlődése szempontjából.

**BERÉNYI LILI***berenyi.lili@gmail.com*

Földrajz

BSc, 5. félév

Pécsi Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:  
Dr. Pirisi Gábor  
egyetemi docens, PTE TTK*

---

### **Ipari falvak és a szocialista urbanizáció Magyarországon**

A szocialista gazdaságpolitika egyik alappillére a nehézipar gyors, erőltetett fejlesztése volt. Ez az élet minden területére hatással volt, és a településeket sem kímélték a változások. A kor egyik sajátosságának tekinthetők az újonnan létrehozó városok és az egyéb iparhoz köthető településtípusok. Ennek egy speciális csoportját képezik az úgynevezett „köztes” falvak. Jellemző rájuk, hogy bár megtalálhatóak voltak bennük városias vonások, például többszintes lakóépületek, de jogilag megragadtak községi szinten. Felmerülhet a kérdés, hogy ezek a települések a szocialista területfejlesztési politika, vagy éppen annak hiánya miatt akadtak-e el az urbanizáció folyamatában. Erre a rendszerváltás utáni helyzetük vizsgálata adhat választ. A magyarországi települések népességére, a növekedésük intenzitására, az egyéb szocializmusra vonatkozó adatokra, és az ezek alapján létrehozott adatbázisra támaszkodva kiválasztásra került 18 település, amelyek változásain keresztül fejlődési pályák állapíthatók meg. A települések eredeti funkcióinak függvényében az rendszerváltás utáni közigazgatási, illetve funkcionális változások is másképpen mentek végbe. Az eredetileg ipari funkciójú falvakra sokkal inkább jellemző a formális urbanizáció sikeressége, mint a bányász településekre. A funkcionális változásokat tekintve a bányász falvak nagyobb része veszítette funkcióját, illetve szegregálódott, mint a más eredeti funkcióval rendelkező falvak. A dolgozatom célja, hogy ezeket a változásokat és a tipikus fejlődési pályákat kategorizáljam, illetve a lehetséges okaikat feltárjam.

**SZKALISITY ANDRÁS**

*szkalisity.a@gmail.com*

Földrajz

BSc, 5. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezető:*

*Dr. Nagy Gyula*

*egyetemi adjunktus, SZTE TTIK*

---

**Magyarországi nagyvárosok rekreációs területeinek differenciált fejlődési pályái - a hobbikertektől a szegények szuburbanizációjáig**

Az elmúlt években a hazai ingatlanpiacon óriási árrobbanást lehetett megfigyelni, különösen igaz ez a nagyvárosokra. A pandémiás helyzet tovább fokozta a magyar Kormány által is támogatott ingatlanvásárlást, a bezártság elől az emberek nagyobb, kertes ingatlanokra vágytak, ahol kellemesebb körülmények között élhettek. Azonban az újjépítésű ingatlanok mellett, az eredetileg rekreációs célra kialakított üdülőtelepek, hétvégi házas területek, második otthonok is alternatívát kínálnak az életmódváltásra. Korábbi kutatások már rámutattak, hogy bár ezeken a területeken a közszolgáltatás szezonális, az épületek kisebb alapterületűek a hagyományos családi házaknál, így a megélhetési költségek alacsonyabbak. A magyar lakosság egy része állandó lakóhelyül választotta az üdülőterületi és hétvégi házas ingatlanokat, annak ellenére, hogy ezek a területek állandó lakóhelyként jogilag nem használhatók.

Kérdésként merül fel, hogy az árrobbanás ezeket a területeket is elérte-e, és megindult-e felértékelődésük, vagy az alacsonyabb fenntartási költségek miatt a szegények szuburbanizációja jellemzi őket? A különböző szerkezetű és földrajzi fekvésű városokban található üdülő- és hétvégi házas területek esetében van-e különbség az egyes területek értéke és presztízse között, felvázolhatók-e fejlődési pályák? A kutatott települési rekreációs területek hogyan illeszthetők be a város-vidék peremzóna kutatásokba, illetve milyen jövőkép áll előttük napjaink energetikai krízisében és ingatlanpiaci helyzetében?

Kérdéseim megválaszolásához 2020-tól napjainkig az Ingatlan.com weboldalról gyűjtött öt hazai nagyváros, Szeged, Miskolc, Győr, Pécs, valamint Debrecen eladó ingatlanjainak adatait hat kiválasztott szempont szerint vizsgáltam meg, hasonlítottam össze a közeli város általános változásaival. Kvalitatív és kvantitatív empirikus kutatás alapján a kiválasztott nagyvárosok településszerkezetei karakterisztikáinak köszönhetően a különböző zónák sajátosságait, fejlődési pályáit is fel tudtam tárni. Az árváltozások alapján a rekreációs körzetek felértékelődése és leértékelődése egyaránt megfigyelhető, akár egy azon városon belül is, mely felhívja a figyelmet a helyi tényezők fontosságára.

**Kulcsszavak:** rekreációs terület, üdülőtelepek, szuburbanizáció, város-vidék peremzóna, ingatlanpiac, fejlődési pálya,

---

**LANTOS VIKTOR**

*lantosvik@gmail.com*

Geográfus

MSc, 1. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezető:  
Dr. Hegedűs Gábor  
egyetemi adjunktus, SZTE TTIK*

---

### **Szeged-Móráváros településmorfológiai jellemzőinek vizsgálata**

Az OTDK dolgozatomban Szeged-Móráváros településmorfológiai jellemzőit vizsgálom. Témaválasztásomat indokolja, hogy e gyorsan átalakuló városrészben eddig még nem készült részletes településmorfológiai kutatás. A főbb kutatási kérdéseim az elmúlt évtizedekben a mórávárosi lakóövezetben lezajlott változásokra irányulnak.

Kutatásom első lépéseként áttekintettem Szeged-Móráváros történetét a városrész létrejöttétől napjainkig. Megvizsgáltam a magyarországi nagyvárosok településmorfológiai átalakulásának folyamatát, ami a kutatásom szakmai háttérét adja. Ezt követően időrendi sorrendben megvizsgáltam Móráváros társadalmi átalakulásának folyamatát az 1970-es évektől napjainkig, amelyhez segítségemre voltak a korabeli újságcikkek. Alapozó vizsgálataim utolsó elemeként áttekintettem Szeged Építési Szabályzatát, kiemelt figyelmet fordítva a Mórávárosra jellemző beépítési feltételek tanulmányozására, illetve elemeztem a városrészre elérhető demográfiai, szociális, végzettségi, lakásállományi és infrastrukturális jellemzőinek területiségét és az utóbbi évek tendenciáit.

Légifelvételek elemzésével megvizsgáltam Móráváros településmorfológiai átalakulását több évtizedre visszamenőleg. Végül kutatásom fő elemeként terepi felméréssel megvizsgáltam Móráváros beépítettségét és lakóépületeit a teljes, általam lehatárolt mintaterületen. Vizsgálati eredményeim szemléltetésére térképeket készítettem a városrész beépítettségéről. Megállapítottam az egyes lakóépületek típusát, az épületek építési idejét és a felújított épületeket. Terepi felmérésem során a városrész számos pontján dokumentáltam az egyes beépítési változatokra jellemző példákat típusuk, koruk és a felújítás mértéke szerint.

Kutatási eredményeim megmutatják, hogy a városrészben lezajló lakóterületi beépítési változások hogyan alakították át Móráváros egyes részeit, miként módosult az egyes területek épületállománya, és hogyan hatott az átalakulás a városrész egészére. Felmérésem eredményeiből megfigyelhető az új társasházi beépítési mód térnyerése a városrész keleti részében, amely jelentősen növeli az itteni forgalmat. Emellett Móráváros nyugati részében a családi házas övezet fokozatos megújulására és a városrész felértékelődésére kerül sor.

**Kulcsszavak:** Szeged-Móráváros, településmorfológia, épületállomány, lakóövezet, beépítés, besűrűsödés

## TÖRTÉNETI- ÉS POLITIKAI FÖLDRAJZ

1. **Magyari Mátyás (ELTE - IK)**
2. **Mór Máté (ELTE - BDPK)**
3. **Herczeg Alexandra, Moró Dávid Róbert (PTE - TTK)**
4. **Ferenczi Annamária, Nagy Zsombor (BCE - TT)**
5. **Nagy Rezső (ELTE - TTK)**
6. **Andó Kamilla (ELTE - TTK)**

A Zsűri tagjai:

**Dr. Kókai Sándor**

**Dr. Tőkés Tibor**

**Dr. Vida György**

**MAGYARI MÁTYÁS***matyasmagyar47@gmail.com*

Térképész

MSc, 4. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Informatikai Kar

*Témavezető:  
Faragó Imre  
mesteroktató, ELTE IK*

---

### **Erdély és a Részek településtára - A történelmi Erdély**

Bár a jelenleg rendelkezésre álló, az erdélyi települések írásos feljegyzéseit összesítő munkák között igen pontos és jól kidolgozott alkotásokkal is találkozunk, egyikük sem tekinthető teljesnek, mert vagy az újkor kezdete előtt elpusztult helységek tárgyalására nem fordítanak elég figyelmet, vagy nem érintenek minden területegységet. Ezen kívül ezek a művek csak szöveges formában elérhetőek, a településhálózat változásainak szemléltetésére nem fektetnek hangsúlyt, így felhasználásuk körülményes.

Ennek ellensúlyozása érdekében felmerült bennem egy olyan átfogó mű meglétének igénye, amely részletesen, megbízható források alapján, a felhasználók számára könnyen értelmezhető módon mutatja be a tágan értelmezett Erdély területén az írásos feljegyzések megjelenése óta létező összes települést és amely segítségével bármely helységről könnyen megállapítható, hogy írásos említései alapján mikor létezett, tehát mikor keletkezett, esetleg pusztult el, mikor milyen jogállással bírt, vagy mikor mi volt a legjellemzőbb, később pedig hivatalos neve.

E munka megvalósításának keretében gyűjtöm jelen dolgozatban adatbázisba a történelmi Erdély, pontosabban a középkori székely és szász székek, Beszterce-, Brassó- és Fogaras vidéke, Belső-Szolnok, Doboka, Fehér, Hunyad, Kolozs, Küküllő és Torda vármegyék dokumentáltan létezett településeit, jelölve első és adott esetben utolsó írásos említéseik évszámát, jogállásbeli változásait, jellemző magyar névváltozataikat, az őket befogadó mai közigazgatási egységek nevét és számos más adatot.

A kutatás hosszú távú célja egy bárki számára hozzáférhető, interaktív, időben dinamikus térinformatikai alkalmazás, vagy internetes oldal kidolgozása, amely lehetővé teszi a tágan értelmezett Erdély településhálózatában végbemenő változások vizuális bemutatását és amely így az erdélyi településekkel kapcsolatos különféle kutatások nem csak megbízható, de felhasználóbarát forrásanyagként is funkcionálna. A jelen dolgozatban létrehozott és a későbbiekben továbbfejlesztett adatbázis e vizuális anyag megteremtéséhez szolgáltatna alapot.

**MÓR MÁTÉ***mormate1@gmail.com*

Földrajz-történelem tanár

Osztatlan, 5. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Berzsenyi Dániel Pedagógusképző Központ

*Témavezető:  
Dr. Tóth Gábor  
egyetemi docens, ELTE BDPK*

---

**A Mura-folyó vízügyi szabályzásának történeti földrajzi vonatkozásai****A Mura-folyó vízügyi szabályzásának történeti földrajzi vonatkozásai**

A Mura hazánk egyik fontosabb folyója, azonban a vele kapcsolatos kutatások száma lényegesen kevesebb a folyóvíz jelentőségéhez képest. Az általam vizsgált szakirodalmakban leírják, hogy a folyó szabályzása és az árterek védelme által nem jöhetett volna létre jelentősebb termőterület, és ennek okán XIX. században nem is mentek végbe nagyobb jelentőségű szabályzások. Munkámban ezen állításokat igyekeztem bizonyítani vagy cáfolni geoinformatikai szoftver segítségével. A szoftverben egy adott terület szántóterületeinek nagyságát hasonlítottam össze két egymástól időben legtávolabbi, de pontos földrajzi adatokkal rendelkező időszakok között. Dolgozatomban a folyó szabályzásának történeti földrajzi elemeit vizsgáltam, mely során a mezőgazdasági és lakóviszonyokat elemeztem, valamint a Mura-völgy településeinek változását. A szabályzásokat nehezítő történelmi és földrajzi tényezőket is említem. Az eredmények alapján elmondható, hogy a nagyobb szabályzások kifizetődőek lettek volna, hiszen a szántóterületek növekedése a kisebb szabályzásokkal is megtörtént.



**HERCZEG ALEXANDRA***szandraa44@gmail.com*

Geográfus

MSc, 3. félév

Pécsi Tudományegyetem

Természettudományi Kar

**MORÓ DÁVID RÓBERT***morodavid98@gmail.com*

Geográfus

MSc, 3. félév

Pécsi Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:**Dr. Pap Norbert**egyetemi tanár, PTE TTK**Dr. Kitanics Máté**tudományos munkatárs, PTE Szentágotthai Kutatóközpont*

---

### **A Mohácsi-sziget toponímiai és hidronímiai elemzése**

Kutatásunk során azt vizsgáltuk meg, hogy a Mohácsi-szigeten milyen történeti földrajzi események következtek be, valamint a földrajzi névadás a történelem folyamán mikor és milyen szempontok alapján történt. A területhasználat, a népesség etnikai összetétele és a nevek között összefüggéseket kerestünk. A változásokat a 16. századtól keletkezett térképek alapján, valamint a szakirodalmak és levéltári források segítségével követtük nyomon. Saját térképek által bemutattuk, hogy a sziget a középkorban és napjainkban meddig terjedt ki, hol húzódnak a határai, valamint milyen települések helyezkedtek el egykor és ma a területen. Az elsődleges célunk az volt, hogy a Mohácsi-szigeten található területeknek, víztesteknek, az elpusztult és az ideiglenes, illetve jelenlegi településeknek a névelemzését meghatározzuk, azáltal, hogy mely etnikumok és nyelvek mikor és hogyan hatottak a földrajzi névadásra. Választ kerestünk arra is, hogy a 20–21. századi politikai rendszerek hogyan hatottak a szigeten megjelenő utcanevek változására.

**FERENCZI ANNAMÁRIA***annamaria.ferenczi@stud.uni-corvinus.hu*

Regionális és környezeti gazdaságtan

MSc, 2. félév

Budapesti Corvinus Egyetem

Társadalomtudományi TDK

**NAGY ZSOMBOR***zsombor.nagy98@gmail.com*

Regionális és környezeti gazdaságtan

MSc, 2. félév

Budapesti Corvinus Egyetem

Társadalomtudományi TDK

*Témavezető:**Porhajas Gábor László**Gyakornok, BCE TT*

---

**Városi versenyképesség értelmezése az önként és kötelezően vállalt önkormányzati feladatok tükrében**

A versenyképesség definíciója lényegében véve egy gyűjtőfogalom, melynek szakirodalmi feldolgozottsága mind nemzetközi, mind hazai szinten széles spektrumon mozog. Azonban az idő előrehaladtával és a világ globalizációs folyamatainak kiterjedésével változik, illetve az azt kutató szakértő diszciplináris megközelítésétől is függ. Éppen ezért nem volt tisztünk a városi versenyképesség teljes mértékű szakirodalmi feltérképezése, így a szakanyagok feldolgozása mellett, elsődlegesen kvantitatív módszert alkalmaztunk. Kutatómunkánk során azzal szembesültünk, hogy az önkormányzati költségvetést e tekintetben tematizáló vizsgálódás szakirodalmi lefedettsége nem széleskörű, továbbá a magyar adatszolgáltatás töredezett, nem egységes. Munkánk folyamán a KSH adataiból dolgoztunk, valamint az önkormányzatoktól bekért költségvetéseket vizsgáltuk és helyeztük regionális értelmezési keretbe. Ez utóbbit Lengyel Imre munkássága nyomán ragadtuk meg: az általa megalkotott piramismodell csúcsában szereplő célból (életminőség, életszínvonal) indultunk ki.

Dolgozatunk fő témája a HÉTFA Kutatóintézet által felállított élhetőségi rangsor 1-10. helyezett között elhelyezkedő négy magyarországi járásszékhely versenyképességi vizsgálata az önként vállalt és kötelező önkormányzati feladatok fényében. A tanulmányt 2020-ban publikálták, 2018-as Járásszékhely monitor címmel. Célunk volt választ adni arra a kérdésre, hogy lehet-e az imént ismertett költségvetési vállalásokból, illetve az adott város Integrált Településfejlesztési Stratégiája/Integrált Városfejlesztési Stratégiája alapján következtetéseket levonni a település társadalmi-gazdasági versenyképességére vonatkozóan? Ezzel azt az összefüggést kívántuk megvizsgálni, amely utalhat arra, hogy az önkormányzat által elfogadott célok manifesztálódnak a pénzügyi eszközök elköltésében. Esettanulmányunk fókuszában Szentendre, Gödöllő, Paks és Tiszaújváros álltak.

A saját versenyképességi mutatónk alapján a sorrend a HÉTFA Járásszékhely Monitorához képest szignifikáns eltérés volt detektálható. Arra jutottunk tehát, hogy az önként vállalt feladatok vizsgálata szükséges, de nem elégséges feltétele lehet a versenyképességi vizsgálatoknak. Mindent összevetve, az eredetileg kiindulópontként használt Lengyel-féle piramismodellben nem a csúcsban, hanem annak alján, a sikerességi faktorok között helyezhető el a városi versenyképesség értelmezése az önként vállalt és kötelező önkormányzati feladatok tükrében.

**NAGY REZSŐ***nagy.rezso17@gmail.com*

Tanár (földrajz-történelem)

Osztatlan, 5. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:**Dr. Farkas György**egyetemi adjunktus, ELTE TTK*

---

**„Begyöpösödöttség” vagy állandóság? – Fejér megye országgyűlési választásokon, Komárom-Esztergom és Veszprém megye összehasonlításában**

Munkám során a Közép-Dunántúl megyéinek országgyűlési választási eredményeit és választókerületeit vizsgáltam. A dolgozatomban választókerületi struktúra bemutatása után, a megyék gazdasági helyzetének és településföldrajzi jellegzetességeinek felvázolása után tértem rá a saját eredményeim ismertetésére, a választási eredmények elemzésére. Az derült ki, hogy az országos szinthez hasonlóan a megyében is fokozatosan polarizálódott a politika 2010-ig, így a legtöbb választókerület esetében kialakult egy erős orientáció valamelyik politikai oldal irányába, ugyanakkor ezt az aktuális események valamelyest befolyásolni tudták pl. a pártok koordinált indulásával. 2010 után inkább a fragmentálódás volt a jellemző folyamat. Kiemelendő Beloianisz település, amely egyedi történelmi háttérrel rendelkezik Magyarországon, ezért vizsgáltam meg, hogy ez a környezet mennyiben maradt meg a baloldalinak a rendszerváltozás után. Azt találtam, hogy az országos eseményekhez hasonlóan 2010-ig dominált majd ezután gyengült a baloldali pártok támogatottsága, de helyi szinten még mindig többszörös támogatással rendelkeztek, mint országos szinten.

A választókerületeket három szempont szerint elemeztem, egyrészt az alakmutatókat használtam a kompaktság megítélésére, másrészt a választópolgárok száma alapján végeztem elemzést, harmadrészt pedig a kisebbségek helyzetét vettem alapul. Az alakmutatók kapcsán azt állapítottam meg, hogy ki lehet szűrni velük a különös alakú választókerületeket, de ezután érdemes más szempontok alapján is megvizsgálni az adott területet, mert kialakításuk hátterét illetően sokszor lehet olyan okot találni – legyen az település-, népesség- vagy természetföldrajzi jellegű –, ami árnyalhatja a helyzet megítélését. A választópolgárok száma alapján történő elemzés a képviselet arányossága szempontjából volt érdekes. Az derült ki, hogy a választópolgárok számának aránya nagyon könnyen csúszik el, amiben közvetlen szerepet játszik a társadalom előregedése és a migráció, de közvetetten megfigyelhetjük a kisebb területek között meglévő fejlődésbeli egyenlőtlenségeket is. A kisebbségek helyzetét azért vettem bele az elemzésbe, mert az alaptörvény kimondja, hogy lehetőség szerint a kisebbségek érdekeit is figyelembe kell venni a választókerületek kialakításánál. Az elemzésben a német kisebbség kapott kiemelt szerepet, amely a legnagyobb lélekszámú a régióban. Az ő térbeli eloszlásuk kapcsán tettem javaslatot a megyei helyett regionális választókerületek kialakítására.

**ANDÓ KAMILLA**

*kamillaando6@gmail.com*

Földrajz

BSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezető:  
Dr. Szalkai Gábor  
egyetemi docens, ELTE TTK*

---

### **A gyarmati eredetű műkincsek sorsa a tudományos életben**

A TDK munkám témája az egykori gyarmatosító országok múzeumi műtárgyainak eredetvizsgálata. A dokumentumot alapvetően két nagy részre lehet bontani. Az első fele (az első 14 oldal) források használatával a műkincsek helyzetét mutatja be most és a történelem különböző szakaszaiban, valamint a fontosságukat a tudományos életben. A második rész (a 14. oldaltól a 35-ig) az önálló elemzésem részleteit és az eredményeimet mutatja be.

Az 1. fejezetben a munkám inspirációját fejtem ki, majd azt, hogy melyek azok a fő kérdések, amelyek előzetesen és a dolgozat írása közben megfogalmazódtak bennem.

Az 1.1 és 2.2 fejezetben a posztkolonista és periféria/félperiféria országokban a régészeti leletek helyzetét mutatom be, Brazilián politikáján és két diagrammon keresztül.

A 3. fejezetben a náci birodalom hatását mutatom be a műkincsekre annak terén, hogy mekkora kárt okoztak, és a világ hogyan próbálta minimalizálni ezt.

A 4. fejezet azt mutatja meg, hogy napjainkban melyek azok az esetek, amikor a műtárgyak gazdát cserélnek, vagy legalábbis megváltozik a helyük.

Az 5. fejezetben azt mutatom be, hogy Nagy-Britanniának milyen szerepe volt a gyarmatosításban és milyen történelmi múlt van az ország mögött.

A 6. fejezetben megvizsgálom, hogy a Covid-19 világjárvány hogyan segítette a kutatásomat és a globális korlátozásoknak hála milyen digitális politikát dolgozott ki a British Múzeum.

A 7. fejezet a leghosszabb, itt a British Múzeum tárgy beszerzési módszereit mutatom be és azokat gyakorlati példákkal szemléltettem.

A 8. fejezet a kutatási módszereket mutatja be, hogy hogyan készítettem el az adatbázisaimat és milyen módokon szemléltetem az adatokat vizuális úton, hogyan készültek a diagramjaim, térképeim.

A 9. fejezet a kutatási eredményeimet mutatja be, diagrammok és térképek segítségével.

A 10. fejezet a konklúzió levonásának helye, itt összefoglalom az eddigi eredményeimet és levonom a konklúziót, miszerint a gyarmatosító múltnak nagy szerepe van a mai napig a British Múzeum tárgyainak összetételére, mint közvetlenül, mind közvetetten.

## A KONFERENCIA TÁMOGATÓI

## A KONFERENCIA FŐVÉDNÖKEI



NEMZETI  
KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI  
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS  
MINISZTERIUM

A 36. OTDK FIZIKA, FÖLDTUDOMÁNYOK ÉS MATEMATIKA SZEKCIÓJA AZ INNOVÁCIÓS ÉS TECHNOLÓGIAI MINISZTERIUM TÁMOGATÁSÁVAL A NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL KÖZREMŰKÖDÉSÉVEL A NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI ÉS INNOVÁCIÓS ALAPBÓL VALÓSULT MEG.



**Pannon Egyetem**  
University of Pannonia

A KONFERENCIA TÁMOGATÓI

Morgan Stanley



KATEDRA® nyelviskola



ORSZÁGOS  
METEOROLÓGIAI  
SZOLGÁLAT



ZRÍNYI KIADÓ



IPAR A VESZPRÉMI  
MÉRNÖKKÉPZÉSÉRT ALAPÍTVÁNY