

MISKOLCI
EGYETEM



MISKOLCI
EGYETEM



XVIII.
ORSZÁGOS
KÖZÉPISKOLAI
FÖLDTUDOMÁNYI
DIÁKKONFERENCIA

2026. május 21-22.

**XVIII. ORSZÁGOS
KÖZÉPISKOLAI
FÖLDTUDOMÁNYI
DIÁKKONFERENCIA**

Miskolci Egyetem

2026. május 21-22.

Rendezők

Miskolci Egyetem
Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar
Magyarhoni Földtani Társulat
Oktatási és Közművelődési Szakosztály

A rendezvény szakmai támogatója

MTA Miskolci Akadémiai Bizottság
RM@Schools UNI-Miskolc

Kiemelt támogatóink

FGSZ Földgázszállító Zrt.
MFK STEM Earth Akadémia

A rendezvény megvalósulását lehetővé tette

Bükki Csillagda
Bükki Nemzeti Park
Kulturális és Innovációs Minisztérium
MOL-Csoport
MVM-Csoport
Nemzeti Tehetség Program

A Konferencia programja

Május 21. (csütörtök)

09.00-10.00: *Regisztráció.*
Helyszín: Miskolci Egyetem, A/1. épület, 1. emelet, VII. előadó (102-103)

10.00-10.15: *Megnyitó*
Dékáni köszöntő, a konferencia megnyitása
Helyszín: A/1. épület, 1. emelet, VII. előadó (102-103)

Alkalmazott természettudomány és innovatív megoldások szekció

Helyszín: A/1. épület, 1. emelet, VII. előadó (102-103)

10.15-10.30: **LUKÁCS Lilla Mária**
(Fényi Gyula Jezsuita Gimnázium Kollégium és Óvoda)
*Felszínközeli telítetlen képződmények statisztikai alapú jellemzése mérnökgeofizikai szondázási adatok felhasználásával**

10.30-10.45: **FÖLDI Anna; SZEGEDI Vanda**
(Avasi Gimnázium)
*Fenntartható építés: a beton jövője a környezettudatos építészetben**

10.45-11.00: **TÓKOS Dávid Kristóf**
(KMASZC Varga Márton Kertészeti és Földmérési Technikum és Kollégium)
*3D lézerszkenneres eljárások alkalmazásának lehetőségei felhagyott bányákban**

11.00-11.15: **JUHÁSZ Benedek; SZABÓ Bence**
(BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum)
Vizbázis kutatás légítérképezéssel

11.15-11.30: **LÉNÁRT Vanda**
(BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum)
Dual green energy - Agrofotovoltaikus területek vizsgálata

11.30-11.45: **KOVÁCS Zsófia**
(BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum)
Trehalomesh – enzimatikusan lebomló biopolimer mátrix fejlesztése

11.45-12.15: *Büfébéd*

12.15-12.30: **BALOGH Bianka**
(BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum)
A szennyvíziszap nehézfém tartalmának kezelése

12.30-12.45: **TARJÁN Abigél¹; FÖLDI Dóra²**
(¹Fényi Gyula Jezsuita Gimnázium, Kollégium és Óvoda, Miskolc;
²Avasi Gimnázium, Miskolc)
*Acidithiobacillus ferridurans**

*A jelölt előadások a Miskolci Egyetem STEM-EARTH / STEM Akadémia programjához kapcsolódnak.

Május 21. (csütörtök)

12.45-13.00: **ZALASCH Kincső**
(Miskolci Egyetem Földes Ferenc Gyakorló Gimnázium)
*A tápoldat hatása az Acidithiobacillus fajok aktivitására és a jarositképződésre**

13.00-13.15: **RADNAI Zalán; NAGY Hunor; MOLNÁR Benedek**
(Miskolci Egyetem Földes Ferenc Gyakorló Gimnázium)
*A láthatatlan veszély: mikroműanyagok a környezetünkben és az ivóvízben**

Természeti rendszerek és környezeti folyamatok szekció

Helyszín: A/1. épület, 1. emelet, VII. előadó (102-103)

13.30-13.45: **PARTOS Boldizsár Sebestyén; HOLLÓ András Zsombor; JÁSZBERÉNYI Kristóf Háfiz**
(Árpád-házi Szent Erzsébet Gimnázium, Óvoda és Általános Iskola)
A Gerecse és Pilis hegységek karsztrendszerének regenerációja és csapadékfüggése

13.45-14.00: **SZALMA Örs Balázs**
(Árpád-házi Szent Erzsébet Gimnázium, Óvoda és Általános Iskola)
A fényszennyezés hatása a csillagászati tevékenységre Esztergomban és környékén

14.00-14.15: **CSORBA Stefánia; DROTÁR Cintia Napsugár**
(Kossuth Lajos Evangélikus Óvoda, Általános Iskola, Alapfokú Művészeti Iskola, Gimnázium, Szakgimnázium és Technikum)
Városi tavak vízkémiai jellemzése

14.15-14.30: **HIRSCH Fanni**
(Kossuth Lajos Evangélikus Általános Iskola és Alapfokú Művészeti Iskola)
A parajdi sóbánya múltja, jelene és jövője

14.30-14.45: **BÉRES Hedvig**
(Fényi Gyula Jezsuita Gimnázium, Kollégium és Óvoda)
Üvegbe zárt Babilon, avagy Szemirámisz-függőkertjének rekonstrukciója

14.45-15.00: **HIRSCH Gergő**
(Kiskőrösi Petőfi Sándor Evangélikus Óvoda, Általános Iskola, Gimnázium és Technikum)
A vízmegtartás kora

15:00-15.15: *Kávészünet*

15.15-15.30: **VIOLA-TASI Tamás**
(KMASZC Varga Márton Kertészeti és Földmérési Technikum és Kollégium)
Hirtelen esemény vagy lassú hanyatlás? A kréta végi kihalás nyomai a hell creek formációban

* A jelölt előadások a Miskolci Egyetem STEM-EARTH / STEM Akadémia programjához kapcsolódnak.

Május 21. (csütörtök)

- 15.30-15.45: **TÓTH Judit Nikolett**
(BSC Vásárhelyi Pál Technikum és Kollégium)
*A Lázberci víztározó vízháztartásának vizsgálata 2021 és 2025 között**
- 15.45-16.00: **DEMKÓ Gyöngyvér, KRISTON Bence, MADARÁSZ Balázs**
(Miskolci Herman Ottó Gimnázium)
A Garadna-Szinva vízrendszer komplex hidrológiai vizsgálata
- 16.00-16.15: **KERESKÉNYI Márton**
(Miskolci Herman Ottó Gimnázium)
A klímaváltozás hatásai a mérsékelt övi karbonátos karsztok karsztosodás folyamataira
- 16.15-16.30: **FONTOS Kevin**
(Szerencsi Szakképzési Centrum Tokaji Ferenc Technikum, Szakgimnázium és Gimnázium)
*Légi spektrális gamma adatok elemzése Telkibánya környékéről**
- 16.45-17.45: *Meglepetés program*
- 18.00: *Vacsora*
Helyszín: A/1. épület, 1. emelet, VII. előadó (102-103)

Május 22. (péntek)

- 07.45: *Indulás autóbusszal az eredményhirdetés helyszínére*
Találkozó: A/4. épület (Főépület) előtti autóbusszmegálló
- 09.00: *Eredményhirdetés és szakmai meglepetés program*
(utazás a bérelt autóbusszal vagy egyénileg gépkocsival)
- 12.00: *A szakmai program várható befejezése*
- 13:00: *Tervezett visszaérkezés a Miskolci Egyetemre a Tiszai Pályaudvar érintésével*

*A jelölt előadások a Miskolci Egyetem STEM-EARTH / STEM Akadémia programjához kapcsolódnak.

A Diákkonferencián képviselt iskolák és a felkészítő tanárok

*Árpád-házi Szent Erzsébet Gimnázium, Óvoda és Általános Iskola
Esztergom*

Felkészítő tanárok: **Kiss Judit Mária, Vargáné Magyar Anett**

*Avasi Gimnázium
Miskolc*

Felkészítő tanárok: **Dr. Terjék Anita, dr. Mádainé Dr. Üveges Valéria**

*BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum
Budapest*

Felkészítő tanárok: **Forgó Zsuzsanna, Frank Attila, Fülöp Szilárd, Gógh Zsolt**

*Békéscsabai SZC Vásárhelyi Pál Technikum és Kollégium
Békéscsaba*

Felkészítő tanár: **Tóth Márton**

*Fényi Gyula Jezsuita Gimnázium, Kollégium és Óvoda
Miskolc*

Felkészítő tanárok: **Dr. Szabó Norbert Péter, dr. Mádainé Dr. Üveges Valéria, Simkó Krisztián, Dr. Terjék Anita**

*Herman Ottó Gimnázium
Miskolc*

Felkészítő tanárok: **Dr. Farkas Anna Krisztina, Ölveczki Gyula, Prof. Dr. Veress Márton**

*Kiskőrösi Petőfi Sándor Evangélikus Óvoda, Általános Iskola, Gimnázium és Technikum
Kiskőrös*

Felkészítő tanár: **Horváth János**

*KMASZC Varga Márton Kertészeti és Földmérési Technikum és Kollégium
Budapest*

Felkészítő tanár: **Tókos Katalin, Réti Norbert, Dr. Sümeghy Zoltán Mihály**

*Kossuth Lajos Evangélikus Általános Iskola és Alapfokú Művészeti Iskola
Füzesgyarmat*

Felkészítő tanár: **Dudásné Kovács Erika**

*Kossuth Lajos Evangélikus Óvoda, Általános Iskola, Alapfokú Művészeti Iskola, Gimnázium,
Szakgimnázium és Technikum
Miskolc*

Felkészítő tanár: **Molnárné Litványi Krisztina**

*Miskolci Egyetem Földes Ferenc Gyakorló Gimnázium
Miskolc*

Felkészítő tanárok: **dr. Mádainé Dr. Üveges Valéria, Székely István, Szentesi Csilla, Szepesiné Medve Judit**

Az előadások kivonatai

<i>Lukács Lilla Mária – Felszinközeli telítetlen képződmények statisztikai alapú jellemzése mérnökgeofizikai szondázási adatok felhasználásával</i>	10
<i>Földi Anna, Szegedi Vanda – Fenntartható építés: a beton jövője a környezettudatos építészetben</i>	11
<i>Tókos Dávid Kristóf – 3D lézerszkenneres eljárások alkalmazásának lehetőségei felhagyott bányákban</i>	12
<i>Juhász Benedek, Szabó Bence – Vízbázis kutatás légítérképezéssel</i>	13
<i>Lénárt Vanda – Dual green energy - Agrofotovoltaikus területek vizsgálata</i>	14
<i>Kovács Zsófia – Trehalomesh – enzimatikusan lebomló biopolimer mátrix fejlesztése</i>	15
<i>Balogh Bianka – A szennyvíziszap nehézfém tartalmának kezelése</i>	16
<i>Földi Dóra, Tarján Abigél – Acidithiobacillus ferri durans</i>	17
<i>Zalasz Kincső Veronika – A tápoldat hatása az Acidithiobacillus fajok aktivitására és a jarositképződésre</i>	18
<i>Radnai Zalán, Nagy Hunor, Molnár Benedek – A láthatatlan veszély: mikroműanyagok a környezetünkben és az ivóvízben</i>	19
<i>Jászberényi Kristóf Háfiz, Holló András Zsombor, Partos Boldizsár Sebestyén – A Gerecse és Pilis hegységek karsztrendszerének regenerációja és csapadékfüggése. Uszoda vagy tornaterem? A Gerecse-hegység karsztvízszint emelkedésének hatása az esztergomi mélyépítésű létesítményekre</i>	20
<i>Szalma Örs Balázs – A fényszennyezés hatása a csillagászati tevékenységre Esztergomban és környékén</i>	21
<i>Drotár Cintia Napsugár, Csorba Stefánia – Városi tavak vízkémiai jellemzése</i>	22
<i>Hirsch Fanni – A parajdi sóbánya múltja, jelene és jövője</i>	23
<i>Béres Hedvig Johanna – Üvegbe zárt Babilon, avagy Szemiramisz-függőkertjének rekonstrukciója</i>	24
<i>Hirsch Gergő – A vízmegtartás kora</i>	25
<i>Viola-Tasi Tamás – Hirtelen esemény vagy lassú hanyatlás? A kréta végi kihalás nyomai a Hell Creek formációban</i>	26
<i>Tóth Judit Nikolett – A Lázberci víztározó vízháztartásának vizsgálata 2021 és 2025 között</i>	27
<i>Demkó Gyöngyvér, Kriston Bence, Madarász Balázs – A Garadna-Szinva vízrendszer komplex hidrológiai vizsgálata</i>	28
<i>Kereskényi Márton – A klímaváltozás hatásai a mérsékelt övi karbonátos karsztok karsztosodás folyamataira</i>	29
<i>Fontos Kevin – Légi spektrális gamma adatok elemzése Telkibánya környékéről</i>	30

FELSZÍNKÖZELI TELÍTETLEN KÉPZŐDMÉNYEK STATISZTIKAI ALAPÚ JELLEMZÉSE MÉRNÖKGEOFIZIKAI SZONDÁZÁSI ADATOK FELHASZNÁLÁSÁVAL

LUKÁCS LILLA MÁRIA

*Fényi Gyula Jezsuita Gimnázium, Kollégium és Óvoda
3529 Miskolc, Fényi Gyula tér 2–12.
lukacs.lilla@jezsu.hu
Felkészítő tanár: Dr. Szabó Norbert Péter*

Bátaapáti egy kis mecseki község, amelynek közelében radioaktív hulladék elhelyezésére alkalmas kőzettest kutatása zajlott. A kutatási terület felszínközeli, telítetlen zónájának vizsgálata azért fontos, mert a talaj fizikai tulajdonságai, például a víztelítettség, a porozitás és az agyagtartalom, meghatározzák, hogy hogyan szivárog át a víz a felszín alatt.

A munkám célja az volt, hogy a területen mélyített 7 fúrás mérnökgeofizikai szondázási adatait statisztikai módszerekkel elemezzem, és elkülönítsem egymástól a különböző képződménytípusokat. A fúrások egymástól 50 méterre helyezkednek el, és egyenként közel 20–28 méter mélységig tartalmaznak adatokat, összesen 1743 mérési ponttal.

Az adatok feldolgozása két lépésben történt. Először leíró statisztikát számoltam a mért geofizikai szelvényekre (csúcscellenállás, természetes gamma-intenzitás, sűrűség, neutron-porozitás, fajlagos ellenállás), valamint az ezekből inverzióval származtatott kőzetfizikai paraméterekre (agyag-, homok- és víztartalom, porozitás, víztelítettség). Emellett kiszámoltam a szivárgási tényezőket is, amik alapján a jólvezető zónák hatékonyan kijelölhetők. Ezek után klaszteranalízissel az egyes mérési pontokat homogén csoportokba soroltam a geofizikai jellemzők alapján. Az eredményeket Surfer szoftverrel ábrázoltam, amellyel szelvényeket és mélységi diagrammokat szerkesztettem.

A klaszteranalízis alapján a vizsgált rétegsor három fő csoportra osztható. Az agyagos rétegeket magas gamma-intenzitás és alacsony fajlagos ellenállás jellemzi, az agyagtartalom 3,1 és 32,8% között változik, átlagban 14,0%. A homokosabb összetételekben a csúcscellenállás értéke lényegesen magasabb. Az átlagos porozitás 23,2%, az átlagos víztelítettség 74,8%, ami azt mutatja, hogy a vizsgált rétegek jelentős része még a telítetlen zónában helyezkedik el. A Surfer-diagrammokon a különböző rétegek elkülönülése jól látható, és a fúrások között a réteghatárok egyértelműen összekapcsolhatók.

Összességében megállapítható, hogy a statisztikai módszerek és a klaszteranalízis jól alkalmazhatók mérnökgeofizikai szondázási adatok kiértékelésére. A jövőben érdemes lenne további fúrásokat bevonni az elemzésbe, illetve háromdimenziós térbeli interpolációt alkalmazni, ami részletesebb képet adna a terület felszínközeli geológiai felépítéséről.

Felhasznált irodalom

- Szabó N. P. (2025): Hyperparameter inversion of engineering geophysical sounding logs for improved characterization of unsaturated porous media. *Hydrogeology Journal*, 33, 2105–2123.
- Szabó N. P., Balogh G. P., Stickel J. (2018): Most frequent value-based factor analysis of direct-push logging data. *Geophysical Prospecting*, 66, 530–548.
- Szabó N. P. (2018): A genetic meta-algorithm-assisted inversion approach: hydrogeological study for the determination of volumetric rock properties and matrix and fluid parameters in unsaturated formations. *Hydrogeology Journal*, 26, 1935–1946.
- Drahoš D. (2005): Inversion of engineering geophysical penetration sounding logs measured along a profile. *Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica*, 40(2), 193–202.
- Ocsenás P. (1996): Mérnökgeofizikai szondázási adatok értelmezése statisztikai módszerekkel. *Magyar Geofizika*, 37(4), 247–272.

FENNTARTHATÓ ÉPÍTÉS: A BETON JÖVŐJE A KÖRNYEZETTUDATOS ÉPÍTÉSZETBEN

FÖLDI ANNA, SZEGEDI VANDA

*Avasi Gimnázium,
3524 Miskolc, Klapka György út 2.
fldianna11@gmail.com
Felkészítő tanár: Terjék Anita*

A kutatás célja olyan alternatív, környezetbarát építőanyagok elemzése és bemutatása, amelyek képesek részben vagy teljes mértékben kiváltani a hagyományos betont. Ezek az anyagok alacsonyabb szén-dioxid-kibocsátással állíthatók elő, gyakran megújuló vagy újrahasznosított forrásokra épülnek, és kisebb ökológiai lábnyommal rendelkeznek. Az elemzés emellett kitér a jelenlegi fejlesztésekre és kezdeményezésekre, valamint példákat mutat be már megvalósult megoldásokra úgy, mint okosvárosok és fenntartható épületek.

Az elemzés rámutat arra, hogy a beton a világ egyik leggyakrabban használt építőanyaga, ugyanakkor jelentős környezeti terheléssel jár. Az adalékanyagok – például a homok és a kavics – kitermelése komoly ökológiai károkat okoz, hozzájárul az élőhelyek pusztulásához és a vízrendszerek egyensúlyának felborulásához. Emellett a betonfelületek rontják a talaj vízáteresztő képességét, fokozzák a városi hősziget-hatást, és csökkentik a biodiverzitást.

A kutatás során az épített környezetet vizsgáljuk több szempont alapján, beleértve az anyaghasználatot, az energiahatékonyságot, a társadalmi és környezeti hatásokat, valamint a vízfelhasználást. Kiemelt figyelmet fordítunk arra, hogy a beton gyártása jelentős CO₂-kibocsátással jár, ami indokolja az alternatív megoldások keresését.

Bemutatjuk, hogy egy fenntartható város hogyan működhetne: energiaellátása megújuló forrásokra épülne, és a zöldfelületek dominanciája révén csökkenne a hősziget-hatás. A beton jelenleg alkalmazott alternatívái közé tartozik a bambusz, a fa, a geopolimer beton és a kenderbeton. Külön hangsúlyt kap a biocement, amely baktériumok segítségével létrehozott kötőanyag, és képes önmagát regenerálni a repedések lezárásával.

Az elemzés példaként említi a modern fenntartható építészet kiemelkedő megoldásait is, például egy olyan intelligens épületet, amely több energiát termel, mint amennyit felhasznál, fejlett napelemek és hőszivattyús rendszerek alkalmazásával. Emellett a világ legmagasabb épülete is bemutatásra kerül, amely korszerű technológiáival energiahatékonysági szempontból is figyelemre méltó.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a beton jövője nem a teljes kiváltás, hanem az átalakulás: alacsonyabb kibocsátású gyártás, hosszabb élettartam, nagyobb arányú újrahasznosítás, valamint környezetbarát anyagokkal történő részleges helyettesítés jellemzi majd.

Felhasznált irodalom:

Dr. Balázs György, Dr. Balázs L. György (2008): Betonszerkezetek tartóssága Műegyetemi Kiadó gondozásában, Budapest, pp. 7-20, 21-32, 203-224, 315-328
<https://www.jumeirah.com/en/stay/dubai/burj-al-arab-jumeirah>
<https://injarch.com/bio-concrete-bacterial-based-self-healing-concrete-in-sustainable-construction/>

3D LÉZERSZEKNNERES ELJÁRÁSOK ALKALMAZHATÓSÁGÁNAK LEHETŐSÉGEI FELHAGYOTT MÉLYMŰVELÉSŰ BÁNYÁKBAN

TÓKOS DÁVID KRISTÓF

*KMASZC Varga Márton Kertészeti és Földmérési Technikum és Kollégium,
1149 Budapest, Mogyoródi út 56-60.
nacsinak.david@ymszki.hu
Felkészítő tanárok: Tókos Katalin, Réti Norbert*

Tanulmányom kiindulópontja, hogy az elmúlt évek során számos hazai és külföldi felhagyott bányát bejártam, vizsgáltam és monitoroztam különféle szempontok szerint. A terepi munka során kezdett el foglalkoztatni ezeket a létesítményeknek a nagypontosságú, korszerű technológiával történő felmérése. Ennek oka az, hogy a hazai felhagyott bányákban a legkritikább esetekben történik nem kitermelésre vagy készletmegállapításra irányuló felmérés, ezeket pedig általában valamelyik speciális barlangász-kutatócsapat végzi változó indokkal, például denevérpopulációk vizsgálatához. Ezek a felmérések általában lézeres kézi távmérő eszközökkel történnek. Saját tapasztalataim alapján ezen eszközökről meg kell állapítanom, hogy pontatlansága okán geodéziai felhasználásra nem alkalmas. Üregek egymáshoz viszonyított helyzetének megadására méter élességgel még alkalmasnak mondható (vagy fogalmazzunk úgy, a felmérő igényeit kielégítheti) azonban nagypontosságú munkák elvégzésére nem nyújt megoldást.

A témaválasztás indokoltságát erősíti, hogy felhagyott bányáink kutatás és hasznosítás terén számos lehetőséggel rendelkezik, melyek feltérképezése napjainkban éppen formálódik. Vizsgálatuk összetett folyamat, amely egyszerre szolgál tudományos – geológiai, ipartörténeti, nyersanyagkutatási, energetikai, környezet- és természetvédelmi – valamint biztonságtechnikai célokat. A kutatás és a hasznosítás elengedhetetlen feltétele egy pontos, átfogó geodéziai felmérés, melynek lehetőségeit vizsgálom ebben a munkában. Ugyanakkor figyelembe kell venni, hogy jelen esetben kiemelt kihívást jelent, hogy a kutatók által felkínált technológiai megoldások mögé az üzleti modellt is oda kell helyezni.

A kutatás elvégzése során azt a megállapítást tettem, hogy a földalatti bányatérsegek pontos geodéziai felmérése sok szempontból hasznos. A geodézia egészére vonatkozóan kiemelkedő szerepe lehet valamilyen mérnökgeodéziai beruházásban. A vizsgálat során három különböző technológiát hasonlítottam össze: A Trimble X7 nagysebességű 3D szkennert rendkívül alkalmas nagyterjedésű, akár több kilométeres vágatrendszerek felmérésére. Szűkületekben és aknákban nehezen alkalmazható. Használat során mérést végző személyt nem statikusan terheli, így nem túlzóan kimerítő. Pontossága megfelelő utófeldolgozással kimagasló. Az iPhone 14 Pro típusú okostelefon LiDAR szkennere egyszerű, tájékoztató jellegű mérések elvégzésére alkalmas. Kiváló szűkületekben, illetve aknákban végzett mérésre. A mérést végző személy energiaforrásait a három módszer közül legkevésbé igényli. Pontossága nem teszi alkalmassá geodéziai szintű használatra. A Cygnus Lite kézi SLAM szkennerral rendkívül gyorsan mérhetünk fel nagyobb területeket. Szűkületekben jól alkalmazható, aknákban a hagyományos barlangi kötéltechnika használatával nem ideális a mérés. A mérést végző személy energiaforrásait nagy mértékben igényli. Kiegészítő eljárások alkalmazása hiányában pontossága megkérdőjelezhető. Gyakorlati hasznosítás szempontjából egy ilyen jellegű beruházás során is kiválóan alkalmas lehet a felmérés előzetes helyszínrajz, vagy akár beruházási alaptérkép létrehozásához. Ezenfelül a bánya pillanatnyi állapotának dokumentálására is lehetőséget biztosít, így ciklikus megismétlése egy környezetvizsgálati hatástanulmány alapját is képezheti.

Felhasznált irodalom:

Pantó Gábor (1949): A nagybörzsönyi ércelőfordulás, Földtani közlöny
Dr. Nagy Béla (1984): A nagybörzsönyi ércbányászat és érckutatás története, Földtani közlöny
Dr. Liffa Aurél, Dr. Vigh Gyula (1925-1932): Adatok a Börzsöny-hegység bányageológiai viszonyaihoz, A Magyar Állami Földtani Intézet évi jelentése

VÍZBÁZIS KUTATÁS LÉGI TÁVÉRZÉKELÉSSSEL

JUHÁSZ BENEDEK, SZABÓ BENCE

*BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum
1146 Budapest, Thököly út 48-54.
juhasz.beni03@gmail.com, szbence117@gmail.com
Felkészítő tanárok: Gógh Zsolt, Fülöp Szilárd*

A klímaváltozás okozta szélsőséges időjárás a vízgazdálkodás terén is változtatásra készíti a városfejlesztési gondolkodást. „Szivacs város”, „eső kertek”, klímajavító, un. kék-zöld beruházások: ezek az új gondolkodás kísérletei. A felszíni vizek leáramlását lassító, vagy összegyűjtő és a vizet felhasználó megoldások sikere azonban elengedhetetlen egy nagyon részletes terep- és hidrológiai vizsgálat nélkül. Ennek keretében fektettünk le egy általánosítható, innovatív módszertani megoldási menetrendet.

Az Interreg Europe - CoFarm4Cities projekt keretében Óbuda-Békásmegyer Önkormányzata 2023 és 2026 között egy földhasználati modellt dolgozott ki és valósít meg a kerület peremén fekvő Csúcshegy K-i lejtőjén. A program távlati célja a városi gazdálkodás ösztönzése, illetve egy olyan farm kialakítása, amely fenntartható, körkörös gazdasági modellen alapul.

Jelen projekt a hegyoldal mintegy 20 hektáros területe felszíni vízfolyásának részleteit tisztázza. Reménybeli természetes vízbázist kívántunk találni, amely a farmtól magasabban fekvő terület felszínén leáramló, és adott zónákban összegyűlő vízmennyiségéből áll. A farm területén elhelyezett 35 m³-es földalatti tartályt időszakosan megtöltő víz fedezhetné az ott felmerülő öntöző-, és kommunális vízszükségletet.

Alaplépésként szükséges volt a kérdéses vízgyűjtőterület nagyfelbontású légi felvételezése képi és Lidar szkenneres módszerrel. Az adatállományból fotogrammetriai szoftverrel (DJI Terra) nagyfelbontású ortofotó, illetve mikrodomborzati réteg készült (DTM). Következő lépésként az elkészült alaprétegek térinformatikai elemzése történt meg. A QGIS 3.44 program megfelelő algoritmusaival (SAGA) több szűrési fázison keresztül kirajzolódott a terület karakteres és jól értelmezhető felszíni csapadéklevetető rendszere. A rendszer részvízgyűjtőinek kijelölése, azok méretezése ezután vált lehetségessé.

A mérnöki tervezéshez szükséges hidrológiai számítások alapját a részvízgyűjtők területének ismerete, a megfelelő csapadékkintenzitás és lefolyási adatok, a klimatikus szorzók jelentik. Hét felszíni pontra számoltuk ki az éves visszatérési idejű mértékadó vízmennyiséget. Nem a műszaki tervezéshez szükséges 4, vagy 10 éves visszatérési idővel, hanem a mezőgazdasági szempontból értelmezhetőbb éves előfordulással terveztünk. Számításaink igazolására egy vízmennyiség követő aknát építettünk ki az egyik meghatározó terepponton. Módszerünk így válhat igazán a gyakorlatban is működőképpé.

Munkánkat az Interreg Europe - CoFarm4Cities projekt keretében Óbuda-Békásmegyer Önkormányzata, az Óbudai Egyetem RKK Környezetmérnöki Intézete és a BMSZC Petrik Technikum együttműködéseként végeztük el. A fenntarthatósági szempontok alapján létrejött közösségi mintafarm természetes vízellátása projektünk eredményei által válik megvalósíthatóvá.

Felhasznált irodalom:

Országos Vízügyi Főigazgatóság 1/2021. számú Főigazgatói utasítása és 1.számú melléklete

DUAL GREEN ENERGY

Agrofotovoltaikus területek vizsgálata

LÉNÁRT VANDA

BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum

1146 Budapest, Thököly út 48-54.

lenartvanda0802@gmail.com

Felkészítő tanár: Gógh Zsolt

A megújuló energiaforrások, különösen a napelemparkok térnyerése egyre nagyobb területigénnyel jár, amely gyakran mezőgazdasági művelésből kivont területek növekedéséhez vezet. E problémára kínálnak innovatív megoldást az agrofotovoltaikus (AgroPV) rendszerek, amelyek lehetővé teszik az energiatermelés és a növénytermesztés egyidejű megvalósítását, miközben kedvező mikroklimatikus feltételeket teremtenek a talaj és a növényzet számára.

Kutatásunk során egy napelemparkban végeztünk részletes méréseket, ahol összehasonlítottuk a panelek alatti és a szabad ég alatti területek mikroklímáját és talajállapotát. A telepített talajszenzorok és meteorológiai állomások segítségével kimutattuk, hogy a napelemek árnyékoló hatása kiegyenlítettebb hőmérsékleti és páráviszonyokat eredményez. A panelek alatt a talajnedvesség stabilabb, a párolgás mértéke csökken, és a csapadék eloszlása is eltérően alakul. A mérések alapján megfigyelhető volt a csapadék vízszintes átrendeződése, valamint az is, hogy a víz jelentős része a felső talajrétegben hasznosul a növények számára.

A projekt egyik fő célja egy komplex, gyakorlati alkalmazásra alkalmas módszertan kidolgozása, amely támogatja az AgroPV rendszerek optimális tervezését. Ennek része a telepítési paraméterek (például tájolás, sortávolság, magasság) meghatározása, valamint a mikroklimatikus és talajnedvességi viszonyok részletes elemzése. A kutatás kiterjed a napelemek vízhasznosításra gyakorolt hatásának vizsgálatára, valamint a fedett és kontrollterületek közötti különbségek értékelésére is.

A jövőbeni vizsgálatok során geoelektromos módszerekkel (EIT) kívánjuk feltárni a talaj szerkezetét és víztartalmát, ami lehetővé teszi a területek pontosabb értékelését és a megfelelő növénykultúrák kiválasztását. Emellett kísérleti jellegű locsolásos és takarási vizsgálatokkal szeretnénk még részletesebben megérteni a talaj vízháztartási folyamatait és a párolgás dinamikáját.

A piackutatás eredményei egyértelműen azt mutatják, hogy az AgroPV rendszerek iránt jelentős érdeklődés mutatkozik mind a mezőgazdasági termelők, mind az energetikai befektetők részéről. A gazdálkodók a csökkenő csapadékmennyiség és a romló talajvíz-megtartó képesség miatt keresnek olyan megoldásokat, amelyek javítják a vízhasznosítást és csökkentik az aszály okozta termés kiesést. A napelempark-tulajdonosok pedig egy új, hosszú távon is fenntartható befektetési lehetőséget látnak az AgroPV rendszerekben.

Felhasznált irodalom:

Axel Weselek & Andrea Bauerle & Jens Hartung & Sabine Zikeli & Iris Lewandowski & Petra Högy(2021): Agrivoltaic system impacts on microclimate and yield of different crops within an organic crop rotation in a temperate climate

David Mulla, Jake Galzki, Aaron Hanson and Jirka Simunek(2024): Measuring and Modeling Soil Moisture and Runoff at Solar Farms Using a Disconnected Impervious

TREHALOMESH – ENZIMATIKUSAN LEBOMLÓ BIOPOLIMER MÁTRIX FEJLESZTÉSE

KOVÁCS ZSÓFIA

BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum

1146 Budapest, Thököly út 48-54.

zsofiakovacs0729@gmail.com

Felkészítő tanár: Forgó Zsuzsanna

A hagyományos, kőolaj alapú műanyagok felhalmozódása globális környezeti problémát jelent, mivel jelentős részük nem bomlik le, hanem mikroműanyagként halmozódik fel a természetes rendszerekben. Bár a biopolimerek alkalmazása előrelépést jelent, lebomlásuk sok esetben nem szabályozott, ami korlátozza felhasználhatóságukat. A jelenlegi kutatás célja olyan kompozit anyagok fejlesztése, amelyek lebomlása nemcsak biológiai úton történik, hanem időben és szerkezetileg is irányítható.

Kutatásom során egy keményítő–glicerin alapú biopolimer rendszert hoztam létre, amelybe trehalóz–alginát alapú kapszulákba zárt amiláz enzimeket integráltunk (Trehalomesh). A rendszer alapelve, hogy az enzim a mátrixon belül stabil, inaktív állapotban marad, majd megfelelő környezeti hatásra aktiválódva elindítja a polimer lebontását. Célunk volt a kapszulázási eljárás optimalizálása, az enzim aktivitásának megőrzése, valamint a kompozit mechanikai stabilitásának biztosítása a lebomlás megindulásáig.

A fejlesztés során vizsgáltam a kapszulák méretét, eloszlását és stabilitását, továbbá a mátrix alapvető mechanikai tulajdonságait. A rendszer működésének igazolására is vizsgálatokat végeztem, különös tekintettel az enzim aktivitására.

Eredményeim az alábbiakban foglalom össze:

- Sikeresen létrehoztam egy homogén szerkezetű keményítő–glicerin alapú biopolimer mátrixot.
- Megvalósítottam az amiláz enzimek stabil kapszulázását trehalóz–alginát rendszerben.
- Igazoltam, hogy az enzimek a kapszulákban megőrzik aktivitásukat.
- A kompozit rendszer képes késleltetett, környezeti hatásra aktiválódó lebomlásra.
- A mátrix mechanikai stabilitása a lebomlás megindulásáig fennmarad.
- A lebomlási folyamat az enzim aktiválódásával jól nyomon követhető módon indul meg.

Úgy gondolom, hogy a kidolgozott rendszer alkalmas lehet intelligens, funkcionális biopolimerek fejlesztésére, amelyek alkalmazhatók csomagolóanyagként, ahol a szabályozott lebomlás kulcsfontosságú.

Felhasznált irodalom:

Mohan, S., Oluwafemi, O. S., Kalarikkal, N., Thomas, S. (2020): *Biodegradable polymer composites for environmental and biomedical applications*, Materials Today Chemistry.

Datta, S., Christena, L. R., Rajaram, Y. R. S. (2021): *Enzyme immobilization: an overview on techniques and support materials*, 3 Biotech.

Liu, J., Willför, S., Xu, C. (2022): *A review of bio-based materials and their applications in packaging and biomedical fields*, Green Chemistry.

A SZENNYVÍZISZAP NEHÉZFÉM-TARTALMÁNAK KEZELÉSE

BALOGH BIANKA

BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum

1146 Budapest, Thököly út 48-54.

bbalogh925@gmail.com

Felkészítő tanárok: Gógh Zsolt, Forgó Zsuzsanna, Frank Attila

A szennyvíztisztítás során keletkező szennyvíziszap jelentős mennyiségű szerves anyagot tartalmaz, azonban mezőgazdasági hasznosítását nagymértékben korlátozza a benne felhalmozódó nehézfémek jelenléte. Ezek az elemek perzisztens, toxikus hatásúak, felhalmozódhatnak az élő szervezetekben, és hosszú távon környezeti és egészségügyi kockázatot jelentenek. Kutatásom célja olyan komplex, környezetbarát kezelési technológia kidolgozása volt, amely csökkenti a szennyvíziszap nehézfém-tartalmát, ezáltal lehetővé téve annak biztonságos mezőgazdasági felhasználását talajjavító anyagként.

A vizsgálatok során egy több lépcsőből álló, kombinált biológiai és kémiai eljárásrendszert alkalmaztam. A biológiai kezelési szakaszban a nád fitoremediációs képességét, valamint a zeolit adszorpciós tulajdonságait vizsgáltam. A zeolit mikropórusos szerkezetének és nagy fajlagos felületének köszönhetően hatékonyan képes megkötni a nehézfém-ionokat ioncsere és adszorpciós folyamatok révén. A rendszer fejlesztése során egy korszerű, folyamatos üzemű zsírfogó-zeolitos adszorpciós berendezést alakítottam ki, amely a korábbi szakaszos eljáráshoz képest gyorsabb, szabályozhatóbb és ipari szempontból is jobban alkalmazható megoldást kínál.

A kémiai vizsgálatok során komplexometriás titrálást alkalmaztam EDTA oldattal, murexid indikátor jelenlétében, különböző minták nehézfém-ion koncentrációjának meghatározására. Az eredmények alapján a zeolit alkalmazása mérhető mértékben csökkentette az oldatban lévő nehézfémek koncentrációját, a vizsgált rendszerben megközelítőleg 100 mg/L fémmion megkötésével, körülbelül 19%-os eltávolítási hatékonyság mellett. Az adszorpciós folyamat jól közelíthető Langmuir-típusú izotermával, ami megerősíti a zeolit felületén történő monorétegű megkötés feltételezését.

A kutatás eredményei igazolják, hogy a zeolit és a biológiai elemek kombinált alkalmazása hatékony, költségtakarékos és fenntartható megoldást jelenthet a szennyvíziszap nehézfém-tartalmának csökkentésére. A technológia hozzájárulhat ahhoz, hogy a jelenleg alacsony mértékben hasznosított szennyvíziszap értéknövelt terméké, például talajjavító anyaggá váljon. A kapcsolódó piackutatás alapján a környezettudatos mezőgazdasági megoldások iránt növekvő igény mutatkozik, ami kedvező feltételeket teremt egy ilyen innovatív termék piaci bevezetéséhez.

A jövőbeni célok között szerepel a technológia továbbfejlesztése, nagyobb léptékű kísérleti alkalmazása, valamint a végtermék agronómiai és gazdasági hasznosíthatóságának részletes vizsgálata.

Felhasznált irodalom: -

ACIDITHIOBACILLUS FERRIDURANS

FÖLDI DÓRA, TARJÁN ABIGÉL

*Avasi Gimnázium
3524 Miskolc, Klapka György út. 2.
dorafoldi15@gmail.com, tarjanabigel@gmail.com
Felkészítő tanár: dr. Mádainé Dr. Üveges Valéria*

*Fényi Gyula Jezsuita Gimnázium, Kollégium és Óvoda,
3529 Miskolc, Fényi Gyula tér 2-12.*

A modern iparban a hagyományos fémkinyerés energiaigényes, költséges és környezetszennyező, ezért fontos az alacsony fémtartalmú ércek és hulladékok hatékony feldolgozása. Ebben ígéretes megoldás az *Acidithiobacillus ferridurans*, amely vas- és kénvegyületek oxidálásával segíti a fémek biológiai kinyerését. Savtűrőse és fémtoleranciája miatt fontos szerepe lehet a fenntarthatóbb biohidrometallurgiai technológiák fejlesztésében.

Az *Acidithiobacillus ferridurans* egy Gram-negatív, pálcika alakú baktérium, amelyet 2013-ban különálló fajként írtak le. Szoros rokonságban áll az *A. ferrooxidans*-sal. Obligát kemolitotróf szervezet, vagyis energiáját kizárólag szerves anyagok oxidációjából nyeri. Fakultatív anaerob, ezért oxigén jelenlétében és hiányában is képes fennmaradni. Acidofil tulajdonságú baktériumként extrém savas, akár 1,3 alatti pH-jú közegben is életképes. Anyagcseréje során képes szén-dioxid fixálására RuBisCO enzimmel és nitrogénkötésre nitrogéngáz segítségével. Jelentős fémtűrő képességgel rendelkezik, különösen vas, alumínium, cink és nikkelt esetében. Fémtűrő képessége miatt használható szélsőséges ipari környezetekben. Fontos szerepet tölt be a biomining és biohidrometallurgiai eljárásokban, mivel vas- és kénoxidációval segíti a fémek kinyerését. Alkalmos egyes fémek kivonására alacsony fémtartalmú ércekből és ipari hulladékokból. Elektronikai hulladékok újrahasznosításában is fontos szerepe lehet. Használata kevesebb energiát igényel, mint a hagyományos kohászati technológiák. Így csökkentheti a fémkinyerés költségeit, a környezeti terhelést és a szén-dioxid-kibocsátást. Fejlett stresszadaptációja segíti őt a túlélésben extrém körülmények között is. Ezért az *A. ferridurans* fontos eleme lehet a fenntartható bányászatnak és a jövő környezetbarát ipari technológiáinak.

Kísérletünk során az *Acidithiobacillus ferridurans* baktérium fémkinyerő tulajdonságait vizsgáltuk egy szlovákiai bányavíziből izolált törzs felhasználásával. A baktériumot K9 táptalajban tenyésztettük, majd 1, 2 és 5 g/liter koncentrációjú lítiumtartalmú vegyületekkel kezeltük. A kutatás célja annak vizsgálata volt, hogy a baktérium alkalmas lehet-e lítium biológiai kinyerésére, amely különösen fontos az elektronikai ipar és az egyre növekvő elektronikai hulladék újrahasznosítása szempontjából. Kétféle vegyületet alkalmaztunk: lítium-foszfátot és lítium-szulfát-monohidrátot, valamint kontrollmintákat is készítettünk kizárólag baktériumot tartalmazó táptalajjal.

Az eredmények alapján a baktérium a lítium-szulfát-monohidrátot jobban tolerálta, ami valószínűleg kénoxidáló képességének köszönhető. A lítium-foszfát viszont lúgos kémhatása miatt jelentősen megemelte a közeg pH-értékét, ami kedvezőtlen volt a savkedvelő baktérium számára. Emiatt a mintákat vissza kellett savazni, azonban a hirtelen pH-változás következtében csapadék képződött. A kísérlet során folyamatosan mértük a pH változását, amely kezdeti emelkedés után csökkenést mutatott. A vizsgálat végén a baktériumokat leszűrtük, majd mikroszkópos elemzéssel vizsgáltuk szaporodásukat és a lítiumtartalmú vegyületekre gyakorolt hatásukat. Eredményeink alapján az *A. ferridurans* potenciálisan alkalmazható lehet a lítium fenntartható biotechnológiai újrahasznosításában.

Felhasznált irodalom:

<https://www.microbiologyresearch.org/content/journal/ijsem/10.1099/ijms.0.049759-0> (letöltve 2026.05.01.)
<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jproteome.4c00527> (letöltve 2026.05.01.)
<https://www.scribd.com/presentation/774843028/5-Extrakcio-M%C5%B1velete-a-Biomernoksegeben> (letöltve 2026.05.01.)
<https://processing.uni-miskolc.hu/files/25178/100%20eves%20a%20NyKI%20-%20Tudomanyos%20kiadvany%202023.pdf> (letöltve 2026.05.01.)

A TÁPOLDAT HATÁSA AZ ACIDITHIOBACILLUS FAJOK AKTIVITÁSÁRA ÉS A JAROSITKÉPZŐDÉSRE

ZALASCH KINCŐ VERONIKA

Miskolci Egyetem Földes Ferenc Gyakorló Gimnázium

3525 Miskolc, Kelemen Didák utca 5.

kincsozalasch@gmail.com

Felkészítő tanárok: dr. Mádainé Dr. Üveges Valéria, Szepesiné Medve Judit, Szentesi Csilla

Előadásomban az *Acidithiobacillus* nemzetségbe tartozó acidofil baktériumok tulajdonságait, valamint bioszolubilizációs folyamatokban betöltött szerepüket vizsgáltam. A kísérleteimet a Miskolci Egyetem STEM-Earth program keretében végeztem, ahol három különböző összetételű tápoldat hatását tanulmányoztam a baktériumtenyészetek növekedésére és aktivitására.

Az *Acidithiobacillus ferrooxidans* egy savkedvelő (acidofil), Gram-negatív baktérium, amely kemolitotróf életmódot folytat, vagyis energiáját szervesen anyagok oxidációjából nyeri. Elsősorban vas(II)-ionokat és redukált kénvegyületeket oxidál, miközben savas környezetben (optimálisan pH 1,5–3 között) képes életben maradni és szaporodni. Jelentős szerepet játszik a bioleaching és bioszolubilizáció folyamataiban, mivel elősegíti a fémek kioldását ércekből. Emiatt környezetvédelmi technológiákban és bányászati alkalmazásokban is széles körben vizsgálják.

A vizsgálatok során háromféle tápoldatot készítettem, amelyeket minden esetben egységesen pH = 2,0 értékre állítottam be kénsav hozzáadásával. Az egyik oldat a standard 9K tápoldat volt, amely kontrollként szolgált. A második esetben egy vas-csökkentett tápoldatot alkalmaztam, amelyben a $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ mennyiségét mérsékeltem, míg a harmadik tápoldatban az $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ koncentrációját csökkentettem, ezáltal korlátozva a nitrogénforrást. A tápoldatokhoz minden esetben azonos sejtszámú inokulumot adtam, biztosítva ezzel a kísérletek összehasonlíthatóságát. A méréseket 2026. március 10. és április 27. között, összesen 48 napon keresztül végeztem, 2–3 napos időközönként. A kísérlet kezdeti szakaszában minden mintában pH-növekedést tapasztaltam. Ez a jelenség azzal magyarázható, hogy a baktériumok ekkor még az úgynevezett adaptációs fázisban voltak, így metabolikus aktivitásuk – különösen a vas (II)-oxidáció – még alacsony szinten zajlott. Emellett a tápoldat egyes komponensei pufferhatással is rendelkezhetnek, illetve az ammónium felvétele során protonfogyasztás történhet, ami szintén hozzájárulhat a pH átmeneti emelkedéséhez.

A későbbiekben azonban a pH értéke minden esetben csökkenni kezdett. Ez a baktériumok intenzív szaporodásával magyarázható, amely során az *Acidithiobacillus* fajok egyre nagyobb mértékben oxidálják a vas (II)-ionokat vas (III)-ionokká. Ez a folyamat savképződéssel jár, így növekszik a hidrogénion-koncentráció, ami a pH csökkenését eredményezi. A folyamatot tovább erősíti a hidronium-jarosit képződése, amely szintén savas környezetben zajlik.

A különböző tápoldatok összehasonlítása során megfigyeltem, hogy a legnagyobb mértékű pH-csökkenés az ammónium-csökkentett oldatban következett be. Ennek egyik oka, hogy az alacsonyabb $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ koncentráció csökkenti a rendszer pufferkapacitását, így a képződő savak kevésbé semlegesítődnek.

A vas-csökkentett minták esetében szintén alacsonyabb pH-értékeket mértem a kontrollhoz képest. Bár elsőre ellentmondásosnak tűnhet, hogy kevesebb vas jelenléte mellett nagyobb pH-csökkenés figyelhető meg, ez azzal magyarázható, hogy a magasabb vastartalmú kontroll mintában intenzívebb csapadékképződés megy végbe, amely bizonyos mértékben stabilizálhatja a pH-t. Ezzel szemben a vas-csökkentett rendszerben kisebb a csapadékképződés mértéke, így a savasodás kevésbé van kiegyensúlyozva, és a pH nagyobb mértékben csökkenhet.

Összességében megállapítható, hogy a tápoldatok összetétele jelentős hatással van a mikrobiális aktivitásra, a pH alakulására, valamint a csapadékképző folyamatokra. Ezek a tényezők közvetlenül befolyásolják a bioszolubilizáció és a bioleaching hatékonyságát, ezért a tápoldatok optimalizálása kiemelten fontos mind környezetvédelmi, mind ipari alkalmazások szempontjából.

Felhasznált irodalom: -

A LÁTHATATLAN VESZÉLY: MIKROMŰANYAGOK A KÖRNYEZETÜNKBEN ÉS AZ IVÓVÍZBEN

RADNAI ZALÁN, NAGY HUNOR, MOLNÁR BENEDEK

Miskolci Egyetem Földes Ferenc Gyakorló Gimnázium

3525 Miskolc, Kelemen Didák utca 5.

MBenedek22@gmail.com

Felkészítő tanár: Székely István

A mikroműanyagok mára a modern élet elkerülhetetlen részévé váltak: jelen vannak a levegőben, az ivóvízben, az ételekben és egyre több kutatás igazolja, hogy magában az emberi szervezetben is. Kimutatták őket a vérben, a tüdőben, az agyban, a csontvelőben, a reproduktív szervekben, sőt az anyatejben és a magzati szövetekben is. A bejutás útjai sokfélék: belégzés, táplálék, ivóvíz és bőrkontaktus egyaránt szóba jön – becslések szerint egy felnőtt hetente körülbelül egy hitelkártya súlyának megfelelő mennyiséget visz be a szervezetébe. A részecskék nem csupán passzívan jelen vannak: más szennyező anyagokat és kórokozókat is magukkal szállíthatnak, amelyek aztán a szövetekben szabadulnak fel (BPA, Ftalátok, nehézfémek). Sejt- és állatkísérletekben igazoltan gyulladást, oxidatív stresszt, genotoxikus hatásokat és sejthalált váltanak ki, de az anyagcsere-zavarokat, a hormonrendszer megzavarását és az immunrendszer károsodását is összefüggésbe hozzák velük. Egy 257 fős olasz vizsgálatban a résztvevők közel 60%-ának ér-plakkjában mikroplasztikát találtak, és ezekben a betegekben szignifikánsan magasabb volt a szívroham és a stroke kockázata. Hosszú távú kitettség esetén egyes kutatások a rák kialakulásával is kapcsolatot sejtetnek. Fontos megjegyezni, hogy a közvetlen emberi oksági összefüggések tudományosan még nem teljesen bizonyítottak, de ez a helyzet ismerősen cseng: a dohány vagy a tetraetil-ólmom esetében is évtizedekig tartott, mire a tudományos álláspont utolérte azt, amit a korai adatok már jeleztek. Kutatásunk célja, hogy ezt a globális problémát helyi szinten mérhetővé tegyük, és Miskolc környéki vízminták elemzésén keresztül felhívjuk a figyelmet az esetleges kockázatokra. A vizsgálat során a vízminták mikroműanyag-tartalmát vákuumszivattyús membránszűréssel határozzuk meg, 0,45 µm pórusméretű szűrőn át, mintánként 1 liter víz feldolgozásával. A szűrőpapírokon fennmaradt részecskék azonosítása Zeiss Axio Imager M2 optikai mikroszkóppal történik, 5×-ös nagyítással. A megszámlálás rendszerezett rácsos módszerrel: minden szűrőpapír központi 1 cm²-es területét négy egyenlő részre osztva, szegmensenként rögzítve a részecskék számát, alakját és színét. Ha lehetőség nyílna a projekt folytatására, akkor a régió további felszíni és felszín alatti vizeit vennénk vizsgálat alá.

Felhasznált irodalom:

- Luo, Q., Tan, H., Ye, M., Jho, E. H., Wang, P., Iqbal, B., Zhao, X., Shi, H., Lu, H., Li, G. (2025): Microplastics as an emerging threat to human health: An overview of potential health impacts. *Journal of Environmental Management*, 387, 125915–125915
- Winiarska, E., Jutel, M., Zemelka-Wiacek, M. (2024): The potential impact of nano- and microplastics on human health: Understanding human health risks. *Environmental Research*, 251, 118535–118535.
- Ali, N., Katsouli, J., Auyang, E., Bernardino de la Serna, J. (2025): Microplastic and nanoplastic pollution and associated potential disease risks. *The Lancet Planetary Health*, 9, 101390–101390.
- Rehman, M. F. U., Khan, M. M., Khan, M. M. (2025): Impact of microplastics and nanoplastics on human health: Mechanistic insights and exposure pathways. *Toxicology Letters*, 414, 111769–111769.
- Wang, Z., Li, N., Ding, Y., Li, N., Su, M., Zhang, C., Li, Y., Wang, Q., Sha, C., Xia, B., Cheng, J., Jiang, G. (2025): Microplastics and human health: Exposure pathways, toxicity mechanisms, and future research challenges. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 13, 118807–118807.

A GERCSE ÉS PILIS HEGYSÉGEK KARSZTRENDszerÉNEK REGENERÁCIÓJA ÉS CSAPADÉKFÜGGÉSE. USZODA VAGY TORNATEREM? A GERCSE-HEGYSÉG KARSZTVÍZSZINT EMELKEDÉSÉNEK HATÁSA AZ ESZTERGOMI MÉLYÉPÍTÉSŰ LÉTESÍTMÉNYEKRE

JÁSZBERÉNYI KRISTÓF HÁFIZ, HOLLÓ ANDRÁS ZSOMBOR,
PARTOS BOLDIZSÁR SEBESTYÉN

*Árpád-házi Szent Erzsébet Gimnázium, Óvoda és Általános Iskola
2500 Esztergom, Mindszenty tér 7.
jaszberkrist@gmail.com
Félkészítő tanár: Kiss Judit Mária*

Kutatásunkban főcélja az volt, hogy azt feltételezésünket bizonyítsuk, hogy a környék, a Dorogi – medence, valamint az, azt körül vevő Gerecse és Pilis vonulataiban található felszín alatti vizek és karsztvíz források egy gyűjtőhelyre folynak-e.

A Gerecse-hegység földtani vázát alkotó, nagy vastagságú triász dachsteini mészkő a térség elsődleges főkarsztvíztározója. E repedezett kőzetösszletben tárolt vízkészlet közvetlen hidrogeológiai egységet alkot az esztergomi hévízforrásokkal, köztük a Mala-forrással és a történelmi törökfürdők vízadó rétegeivel.

Kíváncsiak voltunk, arra, hogy vajon egy hatalmas földalatti hálózatot alkotva a környéket emberi fogyasztásra alkalmas karsztvízzel látja el. A területen nem csak a karszt víz, hanem melegvizű termálvíz is fontos szerepet töltött be egészen a középkor óta.

Ahogy világszerte is komoly probléma, úgy a Dorogi -medence bányászatában is meghatározó volt a bányák felszí alatti vizektől való védelme. Fontos feladat volt, hogy minden környékbeli bányát megvédjenek a vízbetörésektől.

A kutatásunkban arra is keressük a választ, hogy a dorogi szénbányászat leállítását követően tapasztalható karsztvízszint emelkedés miként jelentkezik az esztergomi források vízhozamának növekedésében, és a közvetlenül a Mala-forrás és a Törökfürdő szomszédságában található iskolánk mélyépítésű tornatermét érintő jelentős vízbetörések összefüggésben vannak-e a dorogi szénbányászat szüneteltetésével.

Ezen dologok indítottak minket a kutatásunk egyik központi eleme felé, hogy a fenti forrásokat vízhozam és a szerzett vízminták vizsgálatával, azok összetétele alapján vizsgáljuk, hogy bebizonyítsuk, hogy ezek a természeti tényezők kapcsolatban állnak egymással.

A kutatásunk során a vizek közötti összefüggést és a vízkémiai karakterisztikát laboratóriumi titrálással vizsgáljuk. A titrálási eredmények összehasonlító elemzésével bizonyítani kívánjuk, hogy az esztergomi források és a Gerecse mélységi karsztvizei azonos kémiai ujjlenyomattal rendelkeznek, így a bányászati vízkiemelés megszűnése közvetlen hatást gyakorol a források természetes hozamára.

Felhasznált irodalom:

- Dorog Város Barátainak Egyesülete (2011): Dorog és tudományok 2. Bányászat, kutatók, innovátorok ISSN: 1215-7872, 3-tól- 263- ig
- KRÓNKA (1974): A Komárom megyei múzeumok tájékoztatója II. ISSN: - (tanulmány); 11- től- 13-ig
- Lorberer Árpád: *A Dunántúli-középhegységi karsztvíztároló rendszer állapotértékelése és a vízkivétel hatásai*. Vízügyi Közlemények, Budapest.
- Nyirő András: *Karsztvíz-gazdálkodás, sérülékenység és helyreállítás a Dunántúli-középhegység északi részén*. PhD értekezés, ELTE, Budapest, 2020.
- Smaragd-GSH Kft.: *A Dunántúli-középhegységi karsztvízszint emelkedés okozta jelenségek állapotörögztése*. Országos Vízügyi Főigazgatóság (OVF) jelentés, 2020.

A FÉNYSZENNYEZÉS HATÁSA A CSILLAGÁSZATI TEVÉKENYSÉGRE ESZTERGOMBAN ÉS KÖRNYÉKÉN

SZALMA ÖRS BALÁZS

*Árpád-házi Szent Erzsébet Gimnázium, Óvoda és Általános Iskola
2500 Esztergom, Mindszenty tér 7.
szalmaors1015@gmail.com
Felkészítő tanár: Vargáné Magyar Anett*

Napjainkban a környezetvédelem és a természeti értékek megőrzése a közgondolkodás előterébe került. Ahogy a Föld népessége folyamatosan növekszik és a népsűrűség egyre nagyobb lesz, úgy szorul vissza a természet. Ebben a folyamatban hajlamosak vagyunk megfeledkezni arról, hogy a környezetünkhöz nemcsak a föld, a víz és a levegő, hanem az éjszakai égbolt látványa is hozzátartozik.

A csillagos égbolt mindannyiunké, ám ez a látvány ma közvetlen veszélyben van. A modern kutatások kimutatták, hogy a mesterséges fények túlzott jelenléte negatív hatással van az élővilágra és az emberi egészségre is. Szerencsére a probléma felismerése elindított egy pozitív folyamatot: világszerte szigorodnak a világításra vonatkozó jogi szabályozások, és sorra jönnek létre sötét égbolt parkok, amelyek célja, hogy megőrizzék a csillagos égbolt látványát a természet éjszakai sötétségében.

A téma közel áll hozzám azért is, mert amatőr csillagász vagyok már több mint egy éve, több csillagászati bemutatón vettem részt saját távcsővel, melynek során egyértelműen látható volt számomra, hogy a különböző ipari telepek, városok-nagyvárosok mesterséges éjszakai világításai jelentősen befolyásolják az én, illetve számos helyi, vagy nem itt élő amatőr csillagász észlelő munkáját, ezzel rontva hobbijuk élményét, valamint megfosztanak minden embert attól az egyedülálló látványtól, amely egy sötét csillagos égre felpillantva éri őket.

Célom volt a kutatás során, hogy felmérjem és összehasonlítsam Esztergom városának és közvetlen környezetének fényszennyezettségi állapotát. A vizsgálat során a nemzetközileg elismert „Globe at Night” program csillagszámlálós módszerét alkalmaztam, amely lehetővé teszi a szabadszemes határmagnitúdó (azaz a leghalványabb, még éppen látható csillagok fényességének) meghatározását.

A vizsgálat során négy, az amatőr csillagászati tevékenységek szempontjából eltérő helyszínen végeztem mérést Esztergomban és környékén.

A mérésekkel választ kerestem arra, hogy a városi világítás milyen mértékben rontja az égbolt látványát a külterületekhez képest, és ez hogyan befolyásolja az amatőr csillagászok munkáját és lehetőségeit. Olyan helyszíneket igyekeztem választani, melyek jól reprezentálják Esztergom és környéke fényszennyezettségi viszonyait.

A méréseim helyszínei a következő területek voltak: 1. Esztergom, Széchenyi tér; 2. Esztergom, Mathiász utca (külváros); 3. Esztergom, Vaskapu alatti parkoló; 4. Pilisszentlélek. Az eredmények összehasonlíthatósága érdekében szem előtt tartottam a következőket: sötétadaptáció, csillagászati szürkület mértéke, valamint a légköri viszonyok és a holdfázis szerepe.

A kapott eredmények drasztikus különbségeket mutatnak a városközpont és a külterület között. A legfényszennyezettebb és a legsötétebb helyszín között mintegy 2,5 magnitúdó a különbség.

Az eredmények értékelése során igyekeztem feltárni a fényszennyezés okait az egyes helyszíneken; például a Széchenyi téren a közvetlen fényforrások szerepe jelentősebb, míg a Mathiász utcai mérési helyszínen a közeli nagy fényforrások játszanak nagyobb szerepet. Érdekes volt látni ezek mellett azt, hogy a Vaskapunál már ugyan nincs közvetlen világítás, de délnyugati irányban Esztergom egészének fénykupolája tisztán látszik, ami elnyomja a horizontközeli csillagokat. Pilisszentlélek esetében pedig a távoli fényszennyezés hatásai észlelhetők.

Az éjszakai égbolt látványa olyan természeti érték, amelyet a városiasodás és a gazdasági fejlődés ellenére is meg kellene őriznünk. A fényszennyezés nem csupán a csillagászok magánügye: az energiapazarlás és az élővilág zavarása globális problémák. Esztergom adottságai – a közeli hegyek sötétje – még lehetővé teszik a csillagos égbolt élvezetét, de ehhez hosszú távon tudatosabb, a felesleges fénykibocsátást korlátozó közvilágítási programra lenne szükség.

Felhasznált irodalom:

DarkSky International (é. n.): What is Light Pollution? DarkSky.org. <https://darksky.org/light-pollution/>
fenyszennyezés.hu
Globe at Night: Citizen Science Program for light pollution awareness. <https://globeatnight.org/>
www.lightpollutionmap.info
<https://xforest.hu/fenyszennyezés/>

VÁROSI TAVAK VÍZKÉMIAI JELLEMZÉSE

DROTÁR CINTIA NAPSUGÁR, CSORBA STEFÁNIA

Kossuth Lajos Evangélikus Óvoda, Általános Iskola, Alapfokú Művészeti Iskola, Gimnázium, Szakgimnázium és Technikum

3525 Miskolc, Dayka Gábor u. 4.

krisztinamolnarnelityanyi@gmail.com

Felkészítő tanár: Molnárné Litványi Krisztina

Bevezetés: A víz kémiai összetevői alapvetően meghatározzák a vizes élőhelyen kialakuló élőlényközösségek mennyiségi és minőségi viszonyait. A kémiai háttérváltozók vizsgálata a jelenlegi ökológiai állapotértékelés egyik alappillére. A 2022-es év rendkívül aszályos évnek tekinthető. A Debrecen környéki vizes élőhelyeket jelentős vízszint-csökkenés, akár teljes kiszáradás sújtja.

Célkitűzés: Az itt bemutatott vizsgálatok célja annak megállapítása, hogy a szélsőséges időjárási jelenségek hogyan befolyásolják a víztestek kémiai állapotát. (HCO_3^- , CO_3^{2-} , Cl^- , NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} tartalmát)

Anyag és módszer: HQ30d multiméterrel a pH és a vezetőképesség mérések zajlottak. A klorofill-a tartalmat, forró metanolos extrakciós, spektrofotometriás módszer alkalmazásával határoztuk meg. Valamint a hidrogén-karbonát és karbonát mennyiségét vizsgáltuk.

Eredmények: Az Agóra, és a Botanikus-kert pH értéke gyenge. Az Békástó első és második mintájának vezetőképessége kiváló. Az Agóra klorofill-a szintje 157 volt. A Békástóé 130 ezzel a legkisebb. Az Agóra hidrogén-karbonát tartalma volt a legalacsonyabb 148mg/l-el, a legmagasabb a Botanikus kerté 399mg/l-el. A Békás tó első mintájában 10mg/l klorid ion tartalmat mértünk, a Botanikus kertnek a pedig 45mg/l-t. A Botanikus kertnek mérsékelt volt a Ammónium-N tartalma, az Agórának, Békás tó első mintája és második mintájának kiváló volt a minősége. A nitrit, a nitrát és az oldott ortofoszfát esetén mindegyik eredmény kiváló volt.

Következtetés: Általánosságban elmondható, hogy a városi tavak kémiai állapota állandó. A pH alapján az Agóra és a Botanikus kert mutatkozott gyengének, valamint a Botanikus kerti tó esetében a vezetőképesség esett a mérsékelt kategóriába. A tápanyagtartalom alapján mindhárom városi tó állapota megfelelő. A Botanikus kert ammónium tartalma szerves terhelésre utal. Az Agóra és a Botanikus kerti tó esetében érdemes lenne a befolyó víz kémiai állapotának ellenőrzése is.

Felhasznált irodalom: -

A PARAJDI SÓBÁNYA MÚLTJA, JELENE ÉS JÖVŐJE

HIRSCH FANNI

Kossuth Lajos Evangélikus Általános Iskola és Alapfokú Művészeti Iskola

6230 Soltvadkert, Bocskai István u. 2.

fannihirsch08@gmail.com

Felkészítő tanár: Dudásné Kovács Erika

A parajdi sóbánya Európa egyik legjelentősebb sótartalékára épülő természeti és gazdasági érték, amely évszázadokon át meghatározó szerepet játszott Erdély életében. Az utóbbi időszakban azonban súlyos probléma merült fel: 2025-ben jelentős vízbetörés következtében a bánya működése ellehetetlenült, ami nemcsak gazdasági, hanem turisztikai és egészségügyi szempontból is komoly veszteséget jelent.

Kutatásom célja a parajdi sóbánya múltjának és jelenlegi helyzetének bemutatása, valamint annak vizsgálata, hogy milyen okok vezettek a kialakult krízishez, és milyen lehetőségek vannak a bánya megmentésére vagy hasznosítására a jövőben.

A vizsgálat során szakirodalmi forrásokat, történeti adatokat és napjaink híradásait elemeztem, valamint a helyszínen szerzett személyes tapasztalatokat is figyelembe vettem. A különböző információkat összevettem, és ezek alapján vontam le következtetéseimet.

Az eredmények azt mutatják, hogy a parajdi sótelep már a római korban ismert volt, a földalatti bányászat pedig 1762-ben kezdődött. A 18–19. században a bánya virágkorát élte, modern technológiák alkalmazásával jelentős mennyiségű só termeltek ki. A 20. század végére a bánya turisztikai és gyógyászati központtá alakult, ahol a sós levegő kedvező hatással volt a légúti megbetegedésekre. A 2025-ös vízbetörés azonban alapvetően megváltoztatta a bánya állapotát: a járatok elárasztása, a só oldódása és a szerkezeti gyengülés miatt a működés megszűnt.

Következtetesként megállapítható, hogy a parajdi sóbánya nemcsak gazdasági erőforrás, hanem kiemelkedő természeti és kulturális érték is, amelynek megőrzése kiemelten fontos. A jelenlegi helyzet rávilágít arra, hogy a bányák fenntartható működtetéséhez fokozott figyelmet kell fordítani a vízvédelemre és a geológiai kockázatok kezelésére.

A jövőbeni kutatások során érdemes vizsgálni a bánya stabilizálásának műszaki lehetőségeit, a vízbetörés hosszú távú hatásait, valamint azt, hogy milyen alternatív turisztikai vagy gyógyászati hasznosítási formák valósíthatók meg. A téma személyes vonatkozása, hogy családommal 2025 nyarán jártunk a térségben, és bár a bányát már nem látogathattuk meg, a helyszín tapasztalatai tovább erősítették érdeklődésemet a téma iránt.

Felhasznált irodalom:

<https://parajdi-so.hu>

<https://parajdisokincsek.hu>

<https://www.salinapraid.ro/tortenelem-kitermeles>

<https://www.penzcentrum.hu/utazas/20250603/a-parajdi-sobanya-tortenete-ettol-volt-kulonleges-igy-nezett-ki-egykor-fotokon-es-vidcon-a-parajdi-sobanya-1179799>

ÜVEGBE ZÁRT BABILON, AVAGY SZEMIRÁMISZ-FÜGGŐKERTJÉNEK REKONSTRUKCIÓJA

BÉRES HEDVIG JOHANNA

*Fényi Gyula Jezsuita Gimnázium, Kollégium és Óvoda
3529 Miskolc Fényi Gyula tér 2-12.
beres.hedvig@jezsus.hu
Felkészítő tanárok: Simkó Krisztián, dr. Terjék Anita*

Kutatásom célja egy olyan zárt florárium létrehozása volt, amely a babiloni függőkert feltételezett működését modellezi, különös tekintettel a talajrétegek vízháztartására és a víz kapilláris mozgására.

A babiloni függőkert az ókori világ egyik leghíresebb, ugyanakkor máig vitatott létezésű alkotása. A feltevések szerint egy többszintes építmény volt, amelyben fejlett vízellátó rendszer biztosította a növények fenntartását, dús növényzete pedig távolról akár mesterséges hegy benyomását kelthette.

Kutatásom során egy olyan zárt vagy félig nyitott terrárium létrehozása volt a célom, amely bemutatja egy többszintes növényrendszer működését, különös tekintettel a vízháztartásra és az önfenntartó folyamatokra.

A modell kialakításánál a terráriumokra jellemző rétegzési elveket alkalmaztam: az alsó vízelvezető réteget agyaggolyók alkották, amelyre aktív szén és terráriumi földkeverék került. A vízellátást kapilláris elven működő rendszer biztosította egy PET-palack és spárga segítségével, amely a vizet közvetlenül a növények gyökérzónájába vezette. A növények kiválasztásánál a fittonia, a pénzlevelű pilea és az ámpolna gyertyavirág mellett döntöttem, mivel hasonló környezeti igényekkel rendelkeznek.

A rendszer beindításakor minden szintet külön-külön megöntöztem. A víz egyenletesen oszlott el, és a felső szinteken sem tapasztaltam jelentős kiszáradást. A megfelelő páratartalom fenntartása érdekében 2–3 naponta vízzel permeteztem a növények leveleit, ezzel biztosítva a trópusi jellegű környezeti feltételeket. A terrárium stabilan működött, és csak ritkán igényelt utánöntözést.

A kutatás eredményei azt mutatják, hogy megfelelő rétegfelépítés és vízháztartás mellett egy többszintes növényrendszer hosszú távon is önfenntartó módon működhet. Ez felveti annak lehetőségét, hogy az ókori függőkertben is valamilyen tudatosan kialakított vízellátási rendszer működhetett.

A vizsgálat a jövőben kiegészíthető talajnedvesség-mérésekkel, különböző talajtípusok összehasonlításával, valamint a zárt és részlegesen nyitott rendszerek mikroklímájának vizsgálatával.

Felhasznált irodalom:

- Diodorus Siculus (Kr. e. 1. sz.): Library of History II. könyv, 9–10. fejezet.
Quintus Curtius Rufus (Kr. u. 1. sz.): History of Alexander V. könyv.
Strabón (Kr. e. 1. sz.–Kr. u. 1. sz.): Geography XVI. könyv, 1. fejezet.
Dr. Stephanie Dellay (2015): The Mystery of the Hanging Garden of Babylon, Oxford University Press, Oxford
https://penelope.uchicago.edu/Thayer/E/Roman/Texts/Diodorus_Siculus/2A*.html#10
<https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=mdp.39015008158415&seq=375&q1=book+V>
https://penelope.uchicago.edu/Thayer/E/Roman/Texts/Strabo/16A*.html

A VÍZMEGTARTÁS KORA

HIRSCH GERGŐ

*Kiskőrösi Petőfi Sándor Evangélikus Óvoda, Általános Iskola, Gimnázium és Technikum
6200 Kiskőrös, Árpád utca 4.
gergohirsch28@gmail.com
Felkészítő tanár: Horváth János*

A 21. század egyik legsúlyosabb környezeti problémája a vízhiány és a tájak kiszáradása, amely Magyarországon is egyre erőteljesebben jelentkezik. Bár a jelenséget gyakran kizárólag a klímaváltozással magyarázzák, valójában jelentős szerepet játszanak benne a múlt és a jelen vízgazdálkodási gyakorlatai is. A korábbi évszázadokban a víz gyors elvezetése jelentette a fejlődést, napjainkban azonban a víz megtartása vált a fenntartható jövő kulcsává.

Kutatásom célja annak bemutatása, hogy a történelmi vízrendezési beavatkozások és a jelenlegi tájhasználat miként járulnak hozzá a kiszáradási folyamatokhoz, valamint annak vizsgálata, hogy milyen lehetőségek állnak rendelkezésre a vízmegtartás erősítésére és a tájrehabilitációra.

A vizsgálat során történelmi példákat és aktuális esettanulmányokat elemeztem. Az adatokat összehasonlító módon dolgoztam fel, és a különböző térségekben megvalósult beavatkozások eredményeit hasonlítottam össze.

Az eredmények rámutatnak, hogy a folyószabályozások és a belvízelvezető rendszerek kiépítése rövidtávon gazdasági előnyökkel járt, hosszú távon azonban a természetes vízviszartató rendszerek megszűnéséhez vezetett. A talajvízszint csökkenése, a csapadék gyors lefolyása és a vizes élőhelyek eltűnése jelentősen gyengítette a táj ellenálló képességét. Kiemelt példát jelent a Homokhátság, ahol a vízszint süllyedése több métert is elér, valamint számos egykori vizes élőhely – például lápok és mocsarak – teljes eltűnése. A kutatás azt is igazolja, hogy a csatornahálózatok nemcsak a felszíni vizeket, hanem a felszín alatti vízkészleteket is elszívják, így hatásuk egy egész tájra kiterjed.

Ugyanakkor pozitív példák is azonosíthatók: kisebb léptékű beavatkozásokkal – például csatornák lezárásával, vízviszartató műtárgyak kialakításával vagy patakok természetes medrének helyreállításával – rövid időn belül javítható a vízháztartás és növelhető a biodiverzitás. Ezek a megoldások elősegítik a beszívárgást, lassítják a lefolyást, és hozzájárulnak a helyi vízkörforgás erősítéséhez.

Következtetésként megállapítható, hogy a jelenlegi vízhiányos állapot nem kizárólag természeti eredetű, hanem jelentős részben emberi tevékenység következménye. A fenntartható jövő érdekében elengedhetetlen a vízgazdálkodási szemlélet átalakítása, amely a víz elvezetése helyett annak helyben tartására épül.

A további kutatások során indokolt a vízviszartási módszerek hatékonyságának részletes vizsgálata, valamint olyan komplex tájhasználati modellek kidolgozása, amelyek összehangolják a gazdasági érdekeket és az ökológiai szempontokat. A jövő egyik legfontosabb feladata annak bizonyítása, hogy már kisebb beavatkozásokkal is jelentős és tartós pozitív változások érhetőek el a táj vízháztartásában.

Felhasznált irodalom:

<https://www.youtube.com/watch?v=u67UE-ZkTSs>
<https://www.arcanum.com/hu/online-kiadvanyok/pannon-pannon-enciklopedia-1/magyarország-foldje-1D58/ember-es-komyezete-3032/torteneti-foldrajz-izsak-eva-3050/a-folyosabalyozasok-305E/>
<https://qubit.hu/2022/10/04/ha-vedekezni-akarunk-az-aszaly-ellen-arvizvedelem-helyett-arvizhasznositasra-van-szukseg>
<https://www.greenpact.hu/blog/vizhaztartas-a-kritikus-hataron-vajon-idoben-vagyunk-meg>
<https://www.baon.hu/helyi-kozelet/2026/01/vizviszartas-kiskunmajsai-vizorzok-amerika>

HIRTELEN ESEMÉNY VAGY LASSÚ HANYATLÁS? A KRÉTA VÉGI KIHALÁS NYOMAI A HELL CREEK FORMÁCIÓBAN

VIOLA-TASI TAMÁS

KMASZC Varga Márton Kertészeti és Földmérési Technikum és Kollégium

1149 Budapest, Mogyoródi út 56-60.

violatasi.tamas@gmail.com

Felkészítő tanárok: Dr. Sümeghy Zoltán Mihály, Réti Norbert

Az élővilág és a környezet kölcsönhatásainak vizsgálata kulcsfontosságú a földtörténeti események és végső soron a jelen világ megértéséhez. A kréta időszak végén, 66 millió évvel ezelőtt bekövetkezett tömeges kihalás az elmúlt 100 millió év egyik legjelentősebb eseménye volt, melynek kiváltó okairól ma is komoly viták folynak. A két legelfogadottabb magyarázat jelenleg a kisbolygó-becsapódás (Chicxulub-becsapódás) és a Dekkán Trapp vulkanizmusa, amelyek eltérő lefolyású kihalási modelleket feltételeznek. Míg előbbi egy hirtelen, kataklizmusos eseményt, addig utóbbi egy fokozatos és lassú hanyatlást mutat. Kutatásom célja annak vizsgálata volt, hogy a Hell Creek formáció fosszilis leletanyaga melyik magyarázatot támasztja alá. Munkám során szakirodalmi forrásokat elemeztem és szintetizáltam, valamint múzeumi megfigyeléseket is felhasználtam. A vizsgálatok alapján az adatok inkább a hirtelen bekövetkező kihalás elméletét támasztják alá, miközben a vulkanizmus szerepe kiegészítő tényezőként értelmezhető.

A munkám során elsősorban szakirodalmi források feldolgozását és összehasonlító elemzését végeztem. A kisbolygó-becsapódás és a Dekkán Trapp hatásait külön-külön vettem szemügyre, végül ezek következményeit a Hell Creek formáció fosszilis leletanyagával vettem össze. Kiemelt figyelmet fordítottam a kihalás közvetlen időszakát reprezentáló rétegekre és lelőhelyekre is, különösen a Tanis lelőhely adataira. Ez utóbbi a Hell Creek egyik legalkalmasabb lelőhelye a kihalás szempontjából, ezért ideális választásnak éreztem. A kutatást múzeumi megfigyelésekkel egészítettem ki, amelyek a kréta végi európai élővilág, legfőképp az Erdélyben található Hátszegi-medence egykori élővilágát szemléltették. Ez lehetővé tette a különböző területek összehasonlítását.

A Hell Creek formáció leletei magas fajgazdagságot és stabil ökoszisztémát mutatnak közvetlenül a kihalás előtt. Emellett a Tanis lelőhely vizsgálata egyértelműen hirtelen eseményre utaló jeleket tár fel, például töredékes fossziliákat, gyors üledéklerakódást és a tavaszi időszakra utaló biológiai nyomokat. A fennálló adatok nem mutatnak egyértelmű bizonyítékot hosszabb ideig tartó, fokozatos hanyatlásra. A múzeumi leletek alapján a kréta végi európai élővilág eltérő környezeti viszonyok között fejlődött, de a kihalás hatása itt is jelentős és hirtelen esemény volt.

Az eredmények alapján a Hell Creek formáció adatai inkább a hirtelen kihalást támasztják alá, ami összhangban áll a kisbolygó-becsapódás modelljével. Kiemelendő, hogy számos adat utal a tavaszi becsapódásra. Egy konkrét esemény pontos idejét szinte lehetetlennek tűnt korábban meghatározni ilyen nagy geológiai távlatokban. Ez növelhette a becsapódás hatását, mivel sok faj szaporodási időszakban volt, így különösen sérülékeny lehetett az élővilág, legalábbis az északi féltekén. Másfelől a fokozatos kihalást feltételező vulkanikus modell önmagában nem magyarázza a megfigyelt jelenségeket. Ugyanakkor a vulkanizmus szerepe mégsem zárható ki teljesen, mivel hosszabb távon akár hozzájárulhatott az ökoszisztéma instabilitásához. Valószínűsíthető, hogy a két folyamat egymást erősítve vezetett a globális kihaláshoz.

A vizsgálat alapján a kréta végi tömeges kihalás közvetlen kiváltó oka egy hirtelen esemény volt, amelyet a kisbolygó-becsapódás idézett elő. A vulkanizmus szerepe inkább másodlagos tényezőként merülhet fel, amely hozzájárulhatott az élővilág előzetes gyengüléséhez, vagy a becsapódást követő lassabb regenerálódáshoz.

A kihalási esemény pontos időbeli lefolyásának meghatározása további kutatásokat igényel. A jövőben más lelőhelyek részletesebb elemzése és a kormeghatározási módszerek fejlesztése segíthet pontosabban feltárni a különböző folyamatok szerepét a vizsgált kérdésben.

Felhasznált irodalom:

Parker, T. (2021): *Saurian - A Field Guide to Hell Creek*. Titan Books, London

Brannen, P. (2022): *A világ végei - Avagy a Földtörténet tömeges kihalásai*. Park Kiadó, Budapest, pp. 218-274.

Brusatte, S. (2023): *A dinoszauruszok tündöklése és bukása - Egy letűnt világ újraírt története*. Park Kiadó, Budapest, pp. 167-300.

Ósi, A. (2023): *Dinoszauruszok nyomában*. Magyar Dinoszaurusz Alapítvány, Nemetbánya

Halliday, T. (2024): *Más-világok - Kihalások és újjászületések a Föld történetében*. Corvina Kiadó, Budapest, pp. 126-147.

A LÁZBÉRCI VÍZTÁROZÓ VÍZHÁZTARTÁSÁNAK VIZSGÁLATA 2021 ÉS 2025 KÖZÖTT

TÓTH JUDIT NIKOLETT

*Békéscsabai SZC Vásárhelyi Pál Technikum és Kollégium
5600 Békéscsaba, Deák utca 6.
toth.judit.nikolett@vizmu.net
Felkészítő tanár: Tóth Márton*

A Lázberci víztározó vízháztartásának vizsgálata során a tározóba érkező és távozó vízmennyiségek időbeli változását elemeztük, valamint, hogy ezek hogyan befolyásolják a tóban tározott víz mennyiségét. A vizsgálat célja, hogy jobban megértsük a víztározó működését és a vízszint változásainak okait.

A tározóba érkező víz mennyiségét elsősorban a Bán és a Csernely patakok adják. A Bán patak esetében a Dédestapolcsánynál, míg a Csernely pataknál az Upponynál mért vízhozam értékeket használjuk fel. Ezek az adatok megmutatják, hogy mennyi víz folyik be a tározóba a vízgyűjtő területéről. A befolyó vízmennyiségeket összehasonlítottuk a Bánhorvátinál mért vízhozam adatokkal. Ez az állomás az elengedett víz mennyiségét mutatja meg, vagyis azt, hogy a tározóból mennyi vizet engednek tovább a Sajó folyóba. Így megvizsgálható, hogy a beérkező és az elengedett víz hogyan aránylik egymáshoz.

A vízháztartás szempontjából fontos szerepe van a vízkivételeknek is. Ezek olyan vízmennyiségek, amelyeket a tározóból ivóvízellátás céljából vesznek ki. A vízkivételek csökkentik a tározóban tárolt víz mennyiségét, ezért ezeket is figyelembe kell venni a vízháztartási számítások során.

A tározó vízmennyiségét nemcsak a patakok, hanem az időjárás is befolyásolja. A vizsgálat során felhasználtuk a Bükk-hegységben, Szentléleken mért meteorológiai adatokat, mint a csapadék és a párolgás. A csapadék növeli a tározó víztérfogatát, hiszen eső formájában többlet víz jut bele. A párolgás viszont csökkenti a vízmennyiséget, mivel a víz egy része elpárolog a tározó felszínéről, főleg melegebb időszakokban.

Az összes adat felhasználásával elkészítettük a Lázberci víztározó vízháztartási mérlegét a 2021-2025 közötti időszak, mely több aszályos évet is magába foglalt. Ez az összefoglaló segít megérteni, hogyan változik a tározó vízkészlete az vizsgált időszak során, és fontos információkat ad a tározó megfelelő üzemeltetéséhez és vízgazdálkodásához, valamint megvilágítja a tározó vízkészletének sérülékenységét, különösen a vízhiányos időszakokban.

Felhasznált irodalom: -

A GARADNA-SZINVA VÍZRENDSZER KOMPLEX HIDROLÓGIAI VIZSGÁLATA

DEMKÓ GYÖNGYVÉR, KRISTON BENCE, MADARÁSZ BALÁZS

Herman Ottó Gimnázium

3525 Miskolc, Tizeshonvéd utca 21.

madarasz.balasz@hermangimnazium.com

Felkészítő tanárok: Dr. Farkas Anna Krisztina, Ölveczki Gyula

A Garadna-Szinva vízrendszer a Bükk vidék legjelentősebb vízfolyása. A Szinva vízgyűjtőjét két nagyobb, egy felső- és egy alsó víztestre osztják, melynek felső egysége a Szinva-Garadna völgyi karsztforrások vízgyűjtő területére, az alsó víztest pedig a Tatár-árok és a Szinva-patak felszíni vízgyűjtő területére terjed ki.

A víztest közzetani és tektonikai szempontból is rendkívül változatos, amely jelentősen befolyásolja a terület hidrológiai vízforgalmát, abban jelentős eltéréseket jelentkezhettek.

A csapadékmennyiség térbeli eloszlása is változatos, emiatt a Szinván érkező vízmennyiség nagysága és hosszmenti eloszlása rendkívül változékony lehet, könnyen kialakulhatnak villámárvizek a területén, ami a Szinván és mellékvizsein bekövet karszt-árvízvédelmi előrejelző rendszer kialakításának a szükségességét vetették fel. A már működő Bükki Karsztvízszint Észlelő Rendszer fejlesztésével lehetőség nyílik a karszt- és villámárvizek időben történő előre jelzésére.

A Szinva-patak és mellékvizének vízminőségi vizsgálata alapvető fontosságú a térség vízgazdálkodásának és környezetvédelmi intézkedéseinek meghatározásához. A vízminőség elemzése lehetővé teszi a patak állapotának értékelését, a szennyező források azonosítását, valamint az élővilág számára kedvező környezet fenntartását. A Magyarország vízgyűjtő-gazdálkodási honlapjáról elérhető Vízgazdálkodási Tervekben szereplő vízminőségi adatok minősítéseit tartalmazó mellékleteiből összegyűjtöttük a Szinva víztestre vonatkozó minősítéseket. Ezekből kiderül, hogy az első, VGT 2004-2008 vízminősítési értékekhez (gyenge, közepes) képest a második időintervallumra (VGT 2009-2014) jelentősen javultak a patak biológiai-, fiziko-kémiai-, hidromorfológiai- és ökológiai paramétereinek vízminősítési értékei. A 2015-2019 (VGT3) időszakban az előző időszakos képest további javulás volt az ökológiai- és biológiai vízminőség tekintetében. Az Észak-magyarországi Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség Hatóság Mérési Osztályától lekértük a Szinvára vonatkozó, a legutóbbi jelentés utáni mérési eredményeket is. Az egyes mért paraméterek: pH, fajlagos elektromos vezetőképesség, oxigénmennyiség, kémiai oxigénigény, orto-foszfát-, nitrát-, nitrattartalom időbeli változásának szemléltetésre diagrammokat szerkesztettünk, melyeket a Szinva több pontján és mellékvizsein végzett saját mérési eredményeinkkel is összevetettük. A legtöbbvízminőségi paraméter tekintetében nem volt jelentős kimutatható változás a legutóbbi VGT3-as jelentéshez képest, jelenleg is hasonló vízminőséggel számolhatunk. Egyedül a kifejezetten száraz és vízhiányos 2022-es évben mutatkoztak kiugró értékek az orto-foszfát-, nitrát tartalom tekintetében. Ezek a magasabb tápanyagszintek eutrofizációt okozhatnak, ami algásodáshoz vezethet.

A Szinva-patak városképben betöltött jelentős szerepe miatt kiemelt feladat a vízfolyás és környezetének revitalizációs rendezése is. Az ezzel kapcsolatos terveket, ötleteket, lehetőséget is összegyűjtöttük az anyag feldolgozása során.

Felhasznált irodalom:

Hernádi, B. – Czesznak, L. – Juhász, B. – Kovács, P. – Lénárt, L. – Tóth, M. – Tóth K. (2014): Karsztárvizek keletkezése a Keleti Bükkben = Karsztfejlődés, XIX. pp. 105-124, Szombathely. (HU ISSN 1585-5473).

Hevesi A. (2002): A Bükk hegység földrajzi helyzete, kialakulása, éghajlata. — In: Baráz Cs. (szerk.): A Bükki Nemzeti Park. Hegyek, erdők, emberek. pp. 15–22. Eger.

Pelikán P. – Budai T. (szerk.) (2005): A Bükk hegység földtana. Magyarország tájegységi térképsorozata. Magyarázó a Bükk-hegység földtani térképéhez (1:50.000) – MÁFI, Bp., p. 284.

<https://vizeink.hu/> (2026.04.22.)

<https://www.miskolc.hu/aktualis/szinva-zold-folyoso-indul-a-kozossegi-tervezes> (2026.04.27.)

A KLÍMAVÁLTOZÁS HATÁSAI A MÉRSÉKELT ÖVI KARBONÁTOS KARSZTOK KARSZTOSODÁS FOLYAMATAIRA

KERESKÉNYI MÁRTON

*Miskolci Herman Ottó Gimnázium
3525 Miskolc, Tizeshonvéd utca 21.
marton.kereskenyi@gmail.com*

Felkészítő tanárok: Dr. Farkas Anna Krisztina, Prof. Dr. Veress Márton

A klímaváltozás jelentősen befolyásolja a karbonátos karsztokon lezajló folyamatokat. Jelen tanulmány célja, hogy a hidrokarbonátos karsztosodást befolyásoló tényezők (pl.: CO₂, csapadék mennyiség) változásaira alapozva megvizsgálja a mérsékelt övi karsztszerekben zajló folyamatok változásait, így például az oldódás sebességét és a karsztdiverzitás alakulását.

A kutatás során egy egyszerűsített modell segítségével kiszámítottam a várható légköri széndioxid értékekre alapozva a csapadékba beoldott széndioxidot, majd ezt figyelembe véve a beoldott CaCO₃-ra vonatkoztattam értékeket. A hidrokarbonátos oldódás tényezőinek figyelembevételével megállapítható, hogy a CO₂-szint növekedésével nő a potenciális oldódás, ugyanakkor a hőmérsékleti és csapadék tényezőknek köszönhetően az oldódás az exokarszton szakaszossá válik, hiszen a nyári, száraz időszakban nincs megfelelő mennyiségű csapadék, ugyanakkor a tél folyamán jelentkező jelentősebb csapadék intenzívebb oldódáshoz vezet.

A karsztdiverzitás nem egységesen változik: lokálisan formagazdagságot okozhat, ugyanakkor a karsztípusok között homogenizáció léphet föl, ill. a mérsékelt övi karsztok a szubtrópusi jelleg felé tolódhatnak el. Az endokarsztban főleg barlangbiológiai változásokat hozhat, illetve a karsztvizek állapotában instabilitás várható, mely különösen sürgető kérdés olyan települések esetében, mint például Miskolc, ahol az ivóvíz jelentős részét a karsztvízbázisból nyerik.

A jövőben érdemes lehet a más területeken fekvő karsztok (pl. trópusi karsztok) ilyen szempontú vizsgálata. Továbbá más karsztosodással kapcsolatos problémák - például mészkő épületek korróziója - vizsgálata a környezeti tényezők változásainak figyelembevételével.

Felhasznált irodalom:

- Jakucs L. (1971): A karsztok morfogenetikája, Akadémia Kiadó, Budapest, p. 310.
- Meinshausen, M., Nicholls, Z. R. J., Lewis, J., Gidden, M. J., Vogel, E., Freund, M., Beyerle, U., Gessner, C., Nauels, A., Bauer, N., Canadell, J. G., Daniel, J. S., John, A., Krümmel, P. B., Luderer, G., Meinshausen, N., Montzka, S. A., Rayner, P. J., Reimann, S., Smith, S. J., van den Berg, M., Velders, G. J. M., Vollmer, M. K., and Wang, R. H. J. (2020): The shared socio-economic pathway (SSP) greenhouse gas concentrations and their extensions to 2500, *Geosci. Model Dev.*, 13, 3571–3605, <https://doi.org/10.5194/gmd-13-3571-2020>.
- N. SKARBIT, J. UNGER and T. GÁL (2022): Projected values of thermal and precipitation climate indices for the broader Carpathian region based on EURO-CORDEX simulations; DOI: 10.15201/hungeobull.71.4.2 Hungarian Geographical Bulletin 71 2022 (4), pp. 325–347.
- Veress M., Deák Gy. (2026): The history of the carbonate rocks karstification- -*Journal of Earth Science* (megjelenés alatt)
- Veress M. (2007): A magashegy karstosodás; Berzsenyi Dániel Főiskola Természetföldrajzi Tanszék, p. 142.

LÉGI SPEKTRÁLIS GAMMA ADATOK ELEMZÉSE TELKIBÁNYA KÖRNYÉKÉRŐL

FONTOS KEVIN

*SzSzC Tokaji Ferenc Technikum és Gimnázium
3910 Tokaj, Bajcsy-Zsilinszky Endre út 18-20.
fontoskevin08@gmail.com
Felkészítő tanár: Dr. Nádasi Endre Kázmér*

A kutatás a Tokaji-hegység északi részén található Telkibánya térségére fókuszál, amely vulkanikus eredetű és földtani szempontból összetett terület. A térség korábbi bányászati tevékenységei, valamint változatos földtani felépítése miatt alkalmas radiometrikus és geofizikai vizsgálatok elvégzésére. A kutatás célja a természetes radioaktív elemek kálium (K), urán (U) és tórium (Th) térbeli eloszlásának vizsgálata és ezek földtani környezettel való kapcsolatának elemzése.

A vizsgálat a Telkibánya térségéből származó radiometrikus gamma-spektrometriai adatok feldolgozására épül. Az adatok elemzése QGIS térinformatikai környezetben történt, ahol a gamma-spektrum adatait különböző háttérinformációkkal, például domborzati modellekkel, földtani térképekkel és vízrajzi elemekkel vettem össze. A feldolgozás során térbeli elemzéseket és összehasonlító vizsgálatokat alkalmaztam annak érdekében, hogy kirajzolódjanak az egyes radioaktív elemekhez kapcsolódó mintázatok és eltérések.

Az elemzés során több jelentősebb kálium-anomália volt megfigyelhető, emellett kisebb urán- és tórium-anomáliák is megjelentek a vizsgálati területen. A káliumban gazdagabb zónák több esetben kapcsolatba hozhatók korábbi hidrotermális folyamatokkal és a terület vulkanikus fejlődésével. Az anomáliák elhelyezkedése bizonyos szerkezeti vonalakhoz és a belső kalderaszerkezethez is köthető lehet, ami segíthet a terület földtani fejlődésének jobb megértésében.

A kutatás eredményei alapján a Telkibánya térségében megfigyelhető kálium-anomáliák kapcsolatba hozhatók korábbi hidrotermális folyamatokkal és lehetséges ércesedési zónákkal. Az elemzések hozzájárulhatnak a terület földtani fejlődésének jobb megértéséhez, és fontosak lehetnek nyersanyagkutatási szempontból.

Felhasznált Irodalom:

- Kiss, János és Zelenka, Tibor (2009): Geological features, geophysical measurements and interpretation at the Telkibánya research area. GEOTUDOMÁNYOK: A MISKOLCI EGYETEM KÖZLEMÉNYE: A SOROZAT BÁNYÁSZAT, 78. pp. 97-113. ISSN 1417-5398.
- Ferronsky, V. I. (2018): Nuclear Geophysics: Applications in Hydrology, Hydrogeology, Engineering Geology, Agriculture and Environmental Science. Springer, Cham.
- Pethő Gábor – Vass Péter (2011): Geofizika alapjai. 3. Radiometria. Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, Digitális Tananyag, Miskolc.

Jegyzetek

MISKOLCI EGYETEM
MŰSZAKI FÖLD- ÉS KÖRNYEZETTUDOMÁNYI KAR

MISKOLC, 2026



Nemzeti Tehetség
Program



BÜKKI
CSILLAGDA



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS
MINISZTERIUM