



**DUNAÚJVÁROSI EGYETEM**  
**UNIVERSITY OF DUNAÚJVÁROS**



**MAFIOK 2019**

**MATEMATIKÁT, FIZIKÁT  
ÉS INFORMATIKÁT  
OKTATÓK**

**43. ORSZÁGOS KONFERENCIÁJA**

**programfüzet és absztraktkötet**

**2019. augusztus 26–28.  
Dunaújváros**



A konferencia szervezője a **Dunaújvárosi Egyetem**

[www.uniduna.hu](http://www.uniduna.hu)



Helyszín

**Dunaújvárosi Egyetem**

2400 Dunaújváros, Táncsics M. u. 1/A

Időpont

**2019. augusztus 26–28.**

A konferencia megrendezését támogatta

**Dunaújvárosi Egyetem**

(EFOP-3.6.2-16-2017-00018)

Szerkesztette: Dr. Kővári Attila, Dr. Katona József

**DUE Press**

2400 Dunaújváros, Táncsics M. út 1/A

Kiadóvezető: Németh István

Felelős kiadó: Dr. habil András István, rektor

Felelős szerkesztő: Nemeskéry Artúr

Készült az OM Design nyomtatásában

**ISBN 978-963-9915-96-1**

**2019**

**MAFIOK 2019**  
**MATEMATIKÁT, FIZIKÁT ÉS INFORMATIKÁT**  
**OKTATÓK**

**43. ORSZÁGOS KONFERENCIÁJA**

**PROGRAMFÜZET**

**Programbizottság**

- Dr. Rácz Ervin egyetemi docens (elnök), Óbudai Egyetem  
Dr. Kispéter József egyetemi tanár (tiszteletbeli elnök), Szegedi Tudegy.  
Dr. Hudoba György főiskolai docens, Óbudai Egyetem  
Dr. Klincsik Mihály főiskolai tanár, Pécsi Tudományegyetem  
Dr. Takács Anna Mária, Budapesti Gazdasági Egyetem  
Dr. Molnár Sándor főiskolai tanár, Budapesti Gazdasági Egyetem  
Dr. Nagy Péter, Neumann János Egyetem, Kecskemét  
Dr. Sebestyén Dorottya c. egyetemi docens, Óbudai Egyetem

**Szervezőbizottság**

- Dr. Horváth Miklós főiskolai tanár (elnök)  
Dr. Kövári Attila egyetemi docens (társelnök)  
Dr. Nagy Bálint egyetemi docens (társelnök)  
Dr. Kiss Endre főiskolai tanár  
Dr. Katona József tanársegéd  
Dr. Joós Antal egyetemi docens  
Sánta Orsolya titkár

## **Program**

**Helyszín: Dunaújvárosi Egyetem,  
2400 Dunaújváros, Táncsics M. u. 1/A**

Étkezés: Dunaújvárosi Egyetem, Főépület II. emelet

Munkavacsora: Dunaújvárosi Halászsárda  
2400 Dunaújváros, Szigeti út 2.

### **2019. augusztus 26. (hétfő)**

10:00–12:30 Érkezés, regisztráció, szállás elfoglalása

12:30–13:30 Ebéd

14:00–18:00 Megnyitó, plenáris előadások

18:00–21:00 Fogadás

### **2019. augusztus 27. (kedd)**

08:30–13:00 Szekcióülések

13:00–14:00 Ebéd

14:30–17:30 Kulturális és szakmai program

19:00–21:00 Munkavacsora

### **2019. augusztus 28. (szerda)**

08:30–10:10 Szekcióülések

10:30–12:00 Plenáris előadások

12:00–12:10 A konferencia összefoglalása, zárszó

12:10–13:00 Ebéd, elutazás

## Részletes program

### 2019. augusztus 26. (hétfő)

10:00 – 12:30	Regisztráció	A épület
12:30 – 13:30	Ebéd	Főépület II. emelet
14:00 – 18:00	Megnyitó és plenáris előadások	

<b>S01 (A épület)</b>		Levezető elnök: Horváth Miklós
14:00–14:10	András István	Rektori köszöntő
14:10–14:20	Cserna Gábor	Polgármesteri megnyitó
14:20–14:30	Kispéter József	Megemlékezés Nyirati Lászlóról
14:30–15:30	Kiss Endre	Villamos kisülések alkalmazása a környezetvédelemben
15:30–16:00	Szünet	
<b>S01 (A épület)</b>		Szekcióelnök: Rác Ervin
16:00–17:00	Vancsó Ödön	Különböző felfogások és paradoxonok a statisztika és valószínűségszámítás tanításában
17:00–18:00	Kovács Levente	Kiberorvosi rendszerek: digitalizált egészségügy és annak irányai

18:00–21:00	Fogadás	Főépület II. emelet
-------------	---------	---------------------

**2019. augusztus 27. (kedd)**

08:00–08:30 Regisztráció Főépület II. emelet

08:30–10:30 Szekcióülések Főépület II. emelet

<b>Matematika</b>		
<b>F305 (Főépület)</b>		Szekcióelnök: Molnár Sándor
8:30–8:50	Árvai-Homolya Szilvia, Körei Attila, Lengyelné Szilágyi Szilvia	Élménypedagógiai játékok konstruálása tanulást támogató matematikai nyári tábor délutáni foglalkozásaihoz
8:50–9:10	Kozsely Gábor	A népesedési folyamatok hatásának vizsgálata Leslie és Verhulst modellek egyesítésével
9:10–9:30	Kovács István Béla	Riesz terek fajtáiról röviden
9:30–9:50	Bognár László, Joós Antal, Nagy Bálint	Egy matematikai modell hálózatok sebezhetőségének mérésére
9:50–10:10	Molnár Sándor	A függvénytranszformációról

<b>Fizika</b>		
<b>F308 (Főépület)</b>		Szekcióelnök: Kiss Endre
8:30–8:50	Hudoba György	Marskutatók otthonról - a "MarsRengések" program
8:50–9:10	Kovács Imre	Önszerveződés HOPG felületen létrehozott molekuláris rétegekben
9:10–9:30	Márkus Ferenc	A kvantált termikus vezetőképességről
9:30–9:50	Hörömpöli Balázs, Kis Bálint, Dr. Rácz Ervin, Varga Andrea	Laboratóriumi gyakorlat fejlesztése Napelemes rendszerek létesítése szakmérnök/szakember képzéshez
9:50–10:10	Mekonnen Amanuel, Attalah Elias, Kiss Endre, Horváth Miklós	Separation of gases using electrostatic method



MAFIOK 2019 programfüzet

10:10–10:30	E. Imre, J. Lőrincz, I. Talata, W. Baille, N. Rahemi, M. Goudarzy, D. Barreto, V.P. Singh	A szemcsés halmazok szemeloszlásának és belső stabilitásának kapcsolata
-------------	--	---

<b>Informatika és oktatás</b>		
<b>F310 (Főépület)</b>		Szekcióelnök: Kővári Attila
8:30–8:50	Béres Ilona, Kis Márta, Magyar Tímea	Innovatív oktatási módszerek technológiai támogatása
8:50–9:10	Juhász Levente Zsolt	Tanulási analitika, edukációs adatbányászat a felsőoktatásban
9:10–9:30	Kővári Attila, Gögh Előd, Pintér Róbert	Korszerű technológiák az oktatásban
9:30–9:50	Csikósné Maczó Edit	Az IKT-eszközökben rejlő motivációs lehetőségek alkalmazása egy felsőoktatási gamifikált kurzus keretében
9:50–10:10	Radványi Tibor	Hogyan beszélünk az RFID-ről a középiskolában?
10:10–10:30	Nagy Bálint, Stankov Gordana, Ujbányi Tibor	Virtuális tér alkalmazhatóságának vizsgálata egy keresési feladatban

**2019. augusztus 27. (kedd)**

10:30–11:00

Szünet

Főépület II. emelet

11:00–13:00

Szekcióülések

Főépület II. emelet

<b>Matematika</b>		
<b>F305 (Főépület)</b>		Szekcióelnök: Joós Antal
11:00–11:20	Imre Emőke, Baille Wiebke, Datcheva Maria	A topological interpolation method with the entropy map
11:20–11:40	Buzáné Kis Piroska	A Mesterséges intelligencia alapjai tárgy oktatása külföldi hallgatóknak
11:40–12:00	Takács Anna	Van Gogh és a matematika
12:00–12:20	Talata István	A modern technológia alkalmazásának lehetőségei a felsőfokú matematika oktatásban
12:20–12:40	Jakus Gabriella, Kis Márta, Magyar Tímea, Tóth-Orosz Andrea	Szemléletváltás a matematikaoktatásban - Growth mindset

<b>Fizika</b>		
<b>F308 (Főépület)</b>		Szekcióelnök: Rácz Ervin
11:00–11:20	Tóth Attila	Kételemű számok a tudomány szolgálatában
11:20–11:40	Nagy Péter, Tasnádi Péter	Rugósinga dinamikai vizsgálata - egy fizika versenyfeladat kaotikus utóélete
11:40–12:00	Rihani Ibrahim, Kiss Endre, Horváth Miklós	Biomassza égető berendezés vizsgálata
12:00–12:20	Imre Emőke, Nagy László, Casini Francesca, Csonka Gábor, Paul J. Vardanega, Feng Shuyin, Barreto Daniel	A szemcsés halmazok hagyományos és statisztikus entrópia paramétereinek kapcsolata

MAFIOK 2019 programfüzet

12:20–12:40	Nagy László, Imre Emőke, Nagy Gábor, Paul J. Vardanega, Feng Shuyin, Barreto Daniel	A szemcsés halmazok áteresztőképességi együtthatója a szemeloszlás függvényében - Mérések
12:40–13:00	Imre Emőke, Nagy László, Casini Francesca, Nagy Gábor, Csonka Gábor, Lőrincz János, Paul J. Vardanega, Feng Shuyin, Barreto Daniel	The permeability of the granular matter is the function of grading curve - a reevaluation

<b>Informatika</b>		
<b>F310 (Főépület)</b>		Szekcióelnök: Katona József
11:00–11:20	Nemes Teréz	Blockchain - opportunities and risks
11:20–11:40	Krutilla Zsolt, Kővári Attila	Prediktív regressziós modellezés alkalmazása
11:40–12:00	Kovács Márk, Agg Péter, Johanyák Zsolt Csaba	SDN ÉS SDR segítségével tervezett 5G mobilhálózatok
12:00–12:20	Wizner Krisztián, Kővári Attila	Acélgyártás folyamatát elemző informatikai rendszer
12:20–12:40	Kővári Attila, Dukán Péter	Költséghatékony okosotthon megoldás

- 13:00–14:30 Ebéd, Főépület II. emelet  
14:30–17:30 Kulturális és szakmai program  
(indulás 14:30-kor a Főépület elől)  
15:00–16:30 Intercisa Múzeum tárlatvezetéssel  
16:30–17:30 Kilátó megtekintése, visszatérés az egyetem főépületéhez  
19:00–21:00 Munkavacsora a Dunaújvárosi Halászcserdjében  
(indulás 18:45-kor a Főépület elől)

**2019. augusztus 28. (szerda)**

08:00–08:30 Regisztráció Főépület II. emelet

08:30–10:10 Szekcióülések Főépület II. emelet

<b>Közlekedésinformatika</b>		
<b>F305 (Főépület)</b>		Szekcióelnök: Ágoston György
8:30–8:50	Csiszár Csaba, Csonka Bálint, Földes Dávid	A közlekedési informatika elméleti oktatása és kutatása a BME Közlekedésüzemi és Közlekedésgazdasági Tanszékén
8:50–9:10	Földes Dávid, Csonka Bálint, Csiszár Csaba	A közlekedési informatika gyakorlati oktatása a BME Közlekedésüzemi és Közlekedésgazdasági Tanszékén
9:10–9:30	Csiszár Csaba, Nagy Simon	Személyközlekedési szolgáltatások elemzési módszerei
9:30–9:50	Csonka Bálint, Csiszár Csaba, Földes Dávid	Elektromos autóbuszok statikus és dinamikus töltési infrastruktúrájának optimalizálása
9:50–10:10	Havas Márton, Csiszár Csaba	Közúti elektromos járművek akkumulátorainak használata funkcionális élettartamuk után időjárásfüggő naperóművek termelésének szabályozására

<b>Fizika</b>		
<b>F308 (Főépület)</b>		Szekcióelnök: Hudoba György
8:30–8:50	Horváth Miklós	A fizika népszerűsítése a közoktatásban és a felsőoktatásban
8:50–9:10	Kiss Endre, Pázmán Judit, Alkelmaan Mohamad	Vörösiszap és bauxit minták kezelése ívkiüléssel
9:10–9:30	Gambár Katalin	A sötét anyagról
9:30–9:50	Kovács Imre	Vékony C, N, CNx és CSix felületi rétegek létrehozása és jellemzése elektronspektroszkópiai és mikroszkópiai módszerekkel
9:50–10:10	Gambár Katalin	Példa a hőmérséklet fogalmának általánosítására

<b>Informatika és oktatás</b>		
<b>F310 (Főépület)</b>		Szekcióelnök: Buzáné Kis Piroska
8:30–8:50	Molnár Géza	Út az adatoktól a riportokig, avagy vezetői információs rendszer kifejlesztése Microsoft szoftverek használatával - esettanulmány
8:50–9:10	Honfi Vid, Illési Zsolt	Miért nem épülnek be az innovatív kezdeményezések az informatika oktatásba?
9:10–9:30	Lászlóné Kenyeres Krisztina	Duális képzés fejlesztése a Dunaújvárosi Egyetemen
9:30–9:50	Váraljai Mariann, Mihalovicsné Kollár Anita	Az innovatív környezetben végzett hallgatói tevékenységek sikerességének összevetése a különböző munkaformák szempontjából
9:50–10:10	Rajcsányi- Molnár Mónika, Kővári Attila, Nagy Bálint	Országos MaTech matematika verseny a résztvevők és a zsűri szemszögéből

MAFIOK 2019 programfüzet

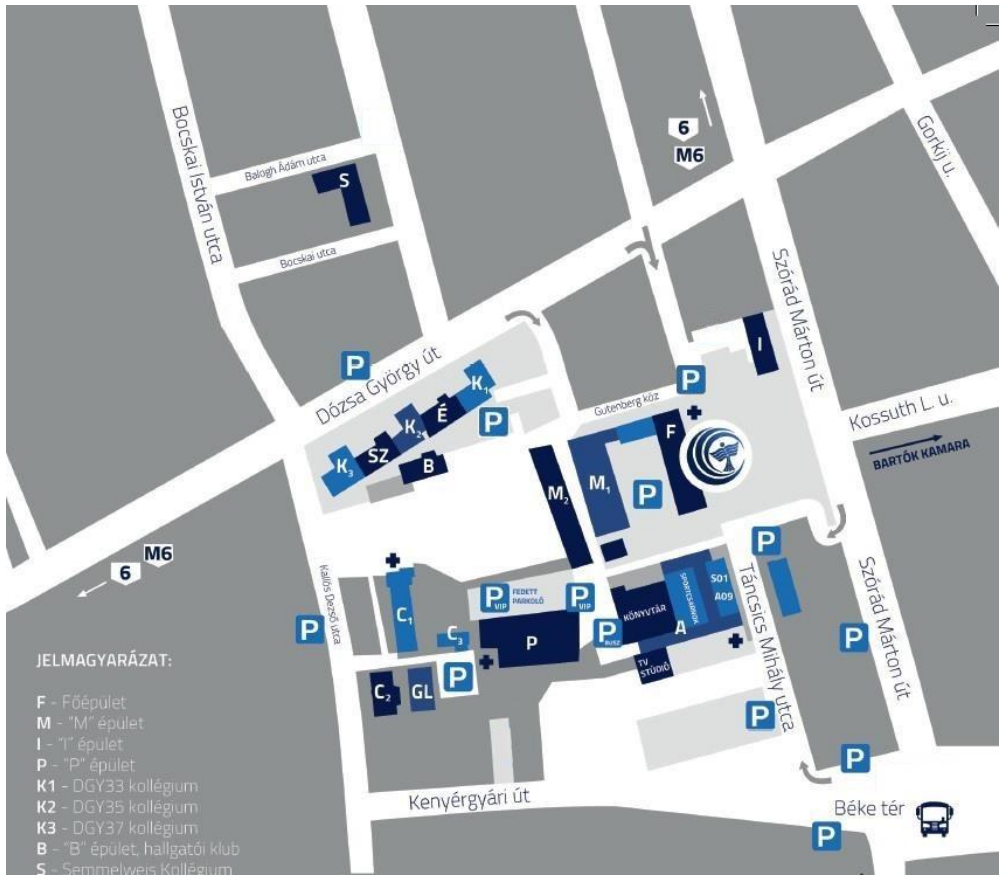
**2019. augusztus 28. (szerda)**

10:10–10:30 Szünet Főépület II. emelet  
 10:30–12:00 Plenáris előadások Főépület II. emelet

<b>F310 (Főépület)</b>		Szekcióelnök: Kispéter József
10:30–11:00	Trampus Péter	Reaktor szerkezeti anyagok sugárkárosodása
11:00–11:30	Lángi Zsolt	Síkbeli halmazok felbontásai
11:30–12:00	Härtlein Károly	Fizika mérnököknek

12:00–12:10 A konferencia összegzése, zárszó F310  
 12:10–13:00 Ebéd Főépület II. emelet

## Térkép



## Dunaújvárosi Egyetem Főépülete



## Dunaújvárosi Egyetem A épülete





MAFIOK 2019 absztraktkötet

**MAFIOK 2019**  
**MATEMATIKÁT, FIZIKÁT ÉS INFORMATIKÁT**  
**OKTATÓK**

**43. ORSZÁGOS KONFERENCIÁJA**

**ABSZTRAKTKÖTET**

## Tartalom

<b>PLENÁRIS ELŐADÁSOK</b> .....	23
Villamos kisülések alkalmazása a környezetvédelemben.....	23
Kiss Endre	
Kiberorvosi rendszerek: digitalizált egészségügy és annak irányai .....	23
Kovács Levente	
Különböző felfogások és paradoxonok a statisztika és valószínűségszámítás tanításában.....	24
Vancsó Ödön	
Reaktor szerkezeti anyagok sugárkárosodása .....	25
Trampus Péter	
Síkbeli halmazok felbontásai.....	25
Lángi Zsolt	
Fizika mérnököknek .....	25
Härtlein Károly	
<b>MATEMATIKA</b> .....	26
Élménypedagógiai játékok konstruálása tanulást támogató matematikai nyári tábor délutáni foglalkozásaihoz .....	26
Árvai-Homolya Szilvia, Körei Attila, Lengyelne Szilágyi Szilvia	
A népszerűségi folyamatok hatásának vizsgálata Leslie és Verhulst modellek egyesítésével.....	26
Kozsely Gábor	
Riesz terek fajtáiról röviden .....	26
Kovács István Béla	
Egy matematikai modell hálózatok sebezhetőségének mérésére .....	27
Bognár László, Joós Antal, Nagy Bálint	
A függvénytranszformációról.....	27
Molnár Sándor	
A topological interpolation method with the entropy map .....	27
Imre Emőke, Baille Wiebke, Datcheva Maria	

A Mesterséges intelligencia alapjai tárgy oktatása külföldi hallgatóknak ..	28
Buzáné Kis Piroska	
Van Gogh és a matematika.....	28
Takács Anna	
A modern technológia alkalmazásának lehetőségei a felsőfokú matematika oktatásban.....	28
Talata István	
Szemléletváltás a matematikaoktatásban – Growth mindset .....	28
Jakus Gabriella, Kis Márta, Magyar Tímea, Tóth-Orosz Andrea	
<b>FIZIKA</b> .....	30
Marskutatók otthonról - a "MarsRengések" program.....	30
Hudoba György	
Önszerveződés HOPG felületen létrehozott molekuláris rétegekben .....	30
Kovács Imre	
A kvantált termikus vezetőképességről.....	30
Márkus Ferenc	
Laboratóriumi gyakorlat fejlesztése Napelemes rendszerek létesítése szakmérnök/szakember képzéshez .....	31
Hörömpöli Balázs, Kis Bálint, Dr. Rácz Ervin, Varga Andrea	
Gázok szétválasztása elektrosztatikus tér segítségével / Separation of gases using electrostatic method .....	31
Mekonnen Amanuel, Attalah Elias, Kiss Endre, Horváth Miklós	
The permeability of the granular matter is the function of grading curve - a reevaluation .....	32
Imre Emőke, Nagy László, Casini Francesca, Nagy Gábor, Csonka Gábor, Lőrincz János, Paul J. Vardanega, Feng Shuyin, Barreto Daniel	
Kételemű számok a tudomány szolgálatában.....	32
Tóth Attila	
Rugósinga dinamikai vizsgálata - egy fizika versenyfeladat kaotikus utóélete .....	33
Nagy Péter, Tasnádi Péter	
Biomassza égető berendezés vizsgálata .....	33

Rihani Ibrahim, Kiss Endre, Horváth Miklós

A szemcsés halmazok hagyományos és statisztikus entrópia paramétereinek kapcsolata ..... 34

Imre Emőke, Nagy László, Casini Francesca, Csonka Gábor, Paul J. Vardanega, Feng Shuyin, Barreto Daniel

A szemcsés halmazok áteresztőképességi együtthatója a szemeloszlás függvényében - Mérések ..... 34

Nagy László, Imre Emőke, Nagy Gábor, Paul J. Vardanega, Feng Shuyin, Barreto Daniel

A szemcsés halmazok szemeloszlásának és belső stabilitásának kapcsolata / Grading curves and internal stability ..... 35

Imre Emőke, Lőrincz J., Talata I., W. Baille, N. Rahemi, M. Goudarzy, D. Barreto, V.P. Singh

A fizika népszerűsítése a közoktatásban és a felsőoktatásban ..... 35  
Horváth Miklós

Vörösiszap és bauxit minták kezelése ívkisüléssel ..... 36  
Kiss Endre, Pázmán Judit, Alkelmaan Mohamad

A sötét anyagról ..... 36  
Gambár Katalin

Vékony C, N, CN<sub>x</sub> és CS<sub>ix</sub> felületi rétegek létrehozása és jellemzése elektronspektroszkópiai és mikroszkópiai módszerekkel ..... 37  
Kovács Imre

**INFORMATIKA** ..... 39

Innovatív oktatási módszerek technológiai támogatása ..... 39  
Béres Ilona, Kis Márta, Magyar Tímea

Tanulási analitika, edukációs adatbányászat a felsőoktatásban ..... 39  
Juhász Levente Zsolt

Korszerű technológiák az oktatásban ..... 39  
Kővári Attila, Gőgh Előd, Pintér Róbert

Az IKT-eszközökben rejlő motivációs lehetőségek alkalmazása egy felsőoktatási gamifikált kurzus keretében ..... 40  
Csikósné Maczó Edit

Hogyan beszélünk az RFID-ről a középiskolában? .....	40
Radványi Tibor	
Virtuális tér alkalmazhatóságának vizsgálata egy keresési feladatban .....	41
Nagy Bálint, Stankov Gordana, Ujbányi Tibor	
Blockchain - opportunities and risks.....	41
Nemes Teréz	
Prediktív regressziós modellezés alkalmazása .....	41
Krutilla Zsolt, Kővári Attila	
SDN ÉS SDR segítségével tervezett 5G mobilhálózatok .....	41
Kovács Márk, Agg Péter, Johanyák Zsolt Csaba	
Acélgépjármű-folyamatát elemző informatikai rendszer.....	42
Wizner Krisztián, Kővári Attila	
Költséghatékony okosotthon megoldások.....	42
Kővári Attila, Dukán Péter	
Út az adatoktól a riportokig, avagy vezetői információs rendszer kifejlesztése Microsoft szoftverek használatával - esettanulmány .....	43
Molnár Géza	
Miért nem épülnek be az innovatív kezdeményezések az informatika oktatásba? .....	43
Honfi Vid, Illési Zsolt	
Duális képzés fejlesztése a Dunaújvárosi Egyetemen .....	43
Lászlóné Kenyeres Krisztina	
Az innovatív környezetben végzett hallgatói tevékenységek sikerességének összevetése a különböző munkaformák szempontjából.....	44
Váraljai Mariann, Mihalovicsné Kollár Anita	
Országos MaTech matematika verseny a résztvevők és a zsűri szemszögéből .....	44
Rajcsányi-Molnár Mónika, Kővári Attila, Nagy Bálint	
<b>KÖZLEKEDÉSINFORMATIKA</b> .....	45
A közlekedési informatika elméleti oktatása és kutatása a BME Közlekedésüzemi és Közlekedésgazdasági Tanszékén .....	45
Csizsár Csaba, Csonka Bálint, Földes Dávid	

A közlekedési informatika gyakorlati oktatása a BME Közlekedésüzemi és Közlekedésgazdasági Tanszékén.....	45
Földes Dávid, Csonka Bálint, Csiszár Csaba	
Személyközlekedési szolgáltatások elemzési módszerei.....	45
Csiszár Csaba, Nagy Simon	
Elektromos autóbuszok statikus és dinamikus töltési infrastruktúrájának optimalizálása.....	46
Csonka Bálint, Csiszár Csaba, Földes Dávid	
Közúti elektromos járművek akkumulátorainak használata funkcionális élettartamuk után időjárásfüggő naperőművek termelésének szabályozására .....	46
Havas Márton, Csiszár Csaba	

## **Villamos kislékek alkalmazása a környezetvédelemben**

*Kiss Endre*

Dunaújvárosi Egyetem

A környezetvédelemben már a múlt század kezdete óta széleskörűen alkalmazzák a villamos kislékeket a környezetvédelem területén, elsősorban villamos porleválasztók formájában. Az ipari rendszerek szinte kizárólag negatív szóró elektródás változatban készültek és működnek. A kezdetben porok leválasztására alkalmazott rendszereket elkezdték alkalmazni aeroszolok, sőt tisztán folyadék cseppek leválasztására is. Az ún. tisztaterék előállításánál kezdtek bevezetni a pozitív szóró elektródával működő verziókat is. A füst és kipufogógázok veszélyes gáztartalmának leválasztására egyaránt használnak negatív és pozitív impulzusokat is. A Dunaújvárosi Egyetem Természettudományi és Környezetvédelmi Laboratóriumában széleskörű vizsgálatokat folytattunk ebben a témakörben. Két PhD értekezés is született ezen a területen. A villamos kislékeket egy szakmai plénum 1980-as véleménye szerint nem lehet gázok szeparációjára felhasználni, amely álláspont manapság, nem utolsó sorban a Tanszék kutatómunkájának eredményeképpen megdőlni látszik. A villamos porleválasztók ciklon merülőcsövében való alkalmazása hasonlóan szokatlan irány, azonban a Tanszékünk eredményes volt ezen a területen is. Sok esetben a környezetvédelem sikerrel alkalmazhat ózon gázt amelyet a leggazdaságosabban villamos kislékekkel lehet előállítani. Kifejlesztettünk egy felületi villamos kislékekkel működő ózongenerátort, amelyet sikeresen alkalmaztunk számos környezetvédelmi feladat megoldásánál.

A kutatást az EFOP-3.6.2-16-2017-00018 „Termeljünk együtt a Természettel-az Agrárerdészet mint új kitérés lehetősége” program támogatta.

## **Kiberorvosi rendszerek: digitalizált egészségügy és annak irányai**

*Kovács Levente*

Óbudai Egyetem, Élettani Szabályozások Kutatóközpont, EKIK

Az ipari digitalizáció (Ipar 4.0), vagy más néven a kiberfizikai rendszerek, komoly hatással vannak az egészségügyi ipar fejlődésére is. Ennek eredménye a kiberorvosi terület megjelenése: hogyan tudjuk a mindennapi életbe beilleszteni a különböző egészségügyi alkalmazásokat és eszközöket, hogy azok mind orvos, mind felhasználó vagy beteg oldalról egy sokkal személyre-szabottabb felhasználást tegyenek lehetővé.

A felvetés a teljes egészségügyi mérnöki területre kihat, a cél pedig olyan matematikai algoritmusok fejlesztése, mely a páciens fiziológiája alapján személyre szabható, adaptálható, ráteríthető vagy akár javítható és ezáltal a megfelelő orvosi eszköz „intelligenciája” is növelhető. Mindehhez a mai legújabb kutatási trendek: big data, felhőalapú számítások, mesterséges intelligencia, vagy a modern szabályozási algoritmusok. A kiberorvosi rendszer fogalom tehát egy smart- vagy okos-egészségügyi „keretrendszert” jelent, ahol a számítási kapacitás, gépi intelligencia és irányításelmélet segítségével intelligensebb döntéstámogató rendszereket tudunk alkotni, jobban segítve az orvosok, ápolók munkáját, valamint a betegek vagy felhasználók életminőségét.

Az előadás egy áttekintést ad a fentebb nevezett kérdésekről: hogyan jelent meg a kiberorvosi terminológia, milyen tendenciák mentén fejlődik, hogyan befolyásolja az oktatási és kutatási trendeket. Mindezt két példán keresztül világítja meg:

- mesterséges hasnyálmirigy (artificial pancreas): a diabéteszkezelés-technológia fejlődésével (folyamatos vércukormérők, inzulinpumpák) lehetővé vált a szabályozási kör zárása („closing the loop” probléma) szabályozási algoritmusok kidolgozásával. Az 1-es típusú diabétesz esetében, ahol az az általános körkép, hogy a szervezet nem tud inzulint termelni, azt külsőleg kell adagolni a páciens felé, különböző személyre szabott modellalapú algoritmusok segítségével (pl. modell-prediktív szabályozások), melyeknek klinikai validációjuk is

folymatban van. Ugyanakkor, általános garanciákra is szükség van (pl. hypoglikémia kivédése), mely robusztus szabályozások kidolgozását igényli külön kérdéseket jelentve, hogyan lehet a módszert a lakosságot nagyobb mértékben érintő 2-es típusú (nem inzulin függő) cukorbetegségre is alkalmazni.

- megszelídített tumor: általános tumorterápiák mellett (pl. kemoterápia), az elmúlt években célzott molekuláris terápiák (CMT) jelentek meg, melyek a tumor növekedésének adott mechanizmusára fókuszálva törekedtek hatékonyabb terápiára. Az antiangiogén-terápia egy ilyen, a múlt évtizedben megjelent CMT, mely a tumor érképződést hivatott megállítani, vagyis a tumor térfogatát minimalizálni. Ugyanakkor, az erre kidolgozott gyógyszerek anyagi vonzata igen jelentős, mellékhatásai szintén, mégis jelenleg csak empirikus adagolásuk ismert. Következésképpen a probléma szintén egy szabályozási feladatként fogalmazható meg: cél a tumor térfogatának minimalizálása, valamint a beinjektálandó gyógyszer optimális felhasználása/adagolása. A kérdésre szabályozási algoritmusok kidolgozása és validálása indokolt, melyre, egy erre a célra elnyert ERC StG pályázat keretében keressük a választ. Tumornövekedési modell kidolgozása mellett itt cél a befecskenendezendő inhibitor mintavételi idejének csökkentése és irányítástechnikai algoritmusok kidolgozása, szintén robusztus szabályozási módszertanok irányelvei mentén.

## **Különböző felfogások és paradoxonok a statisztika és valószínűségszámítás tanításában**

*Vancsó Ödön*

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Statisztikai alaplátás nélkül felelősen dönteni tudó állampolgár nem nevelhető ma, ezért került előtérbe a tanítása a világon mindenhol. A képzés mikéntje azonban nagyon eltérő az egyes földrajzi, társadalmi régiókban, beleértve a statisztika kapcsolatát a valószínűség-számításhoz, sőt általánosabban magához a matematikához.

Az előadásban a két téma szoros kapcsolatát szeretném bemutatni és egy párhuzamos felépítésre mutatnék egy lehetséges megoldást. Különböző koncepciók ütköznek a két téma tanításában, van ahol leíró statisztikával kezdenek, majd a matematikai statisztika következik és a kettő összekapcsolását szolgálja a valószínűségszámítás, lásd Peschek, Vancsó (1996) magyarul is olvasható két részes cikkét a OKSZI Módszertani Közleményeiben; van, ahol egymástól függetlenebbül kezelik őket, ennek egyik legszélsőségesebb példája, amikor a statisztika különálló tantárgy, míg a valószínűségszámítás a matematika része. Könyvének bevezetőjében A. Engel (1975) a következőképpen határozza viszonyukat: A valószínűség-számítás adottnak vett valószínűségekből, bonyolultabb és fontos újabb valószínűségek kiszámításának eszköze, míg a statisztika éppen eme kiinduló valószínűségek lehetséges meghatározását biztosítja rendelkezésre álló megfigyelésekből, mérésekből szerzett adatok alapján. Ebben világos az egymásra utaltságuk, amely azonban a valóságban ennél jóval bonyolultabb.

Mindkét témában nagy szerepet játszanak - főleg a megértés elmélyítése és kitűnő motivációs erejük miatt - a paradoxonok, melyekből, ezekben a matematikában elég új témákban bőven található, lásd Székely G.(2010) összefoglaló könyvét. Ezek közül kiemelem különböző céllal a Monty Hall dilemmát és a Simpson paradoxont.

Fókuszomban a középiskola és az egyetem átmenet van. Ehhez röviden vázoló a téma általános iskolai remélt előzményeit, majd a középiskolait, amelyre már közvetlenül a felsőoktatás épül. Olyan elődökre támaszkodom, akik a téma óvodától az egyetemig történő tanításának kidolgozásában komoly szerepet játszottak hazánkban, így elsősorban Varga Tamásra, Rényi Alfrédra és tanítványaikra.



## **Reaktor szerkezeti anyagok sugárkárosodása**

*Trampus Péter*

Dunaújvárosi Egyetem

A sugárkárosodás nukleáris létesítményekben előforduló anyagkárosodás. A nagy energiájú neutronok ütköznek a szerkezeti anyag kristályrácsának atomjaival, és amennyiben az ütközés energiája elegendően nagy, úgy a neutronok kimozdítják az atomokat a rácsban elfoglalt helyükről. A kimozdított atomok elmozdulásuk során további atomokkal ütközhetnek. Az ütközéssorozat következményeként megnövekszik a rácshibák mennyisége, majd ezt a folyamatot a megváltozott szerkezet további módosulásai követik diffúzió, illetve a besugárzás előtt már meglévő rácshibákkal és az oldott ötvöző- és szennyező elemekkel való különböző kölcsönhatások útján.

Ezek a fémteni folyamatok jelentős változásokat idéznek elő a szerkezeti anyagok mechanikai tulajdonságaiban, ami veszélyezteti a berendezések szerkezeti integritását. A károsodás elsősorban a térben középpontos köbös rácsú fémekre jellemző. Ilyenek a ferrites szövetszerkezetű acélok, amelyekből a reaktortartályokat gyártják. A mechanikai tulajdonságok változásai közül a legalapvetőbb a folyáshatár és a szakítószilárdság, valamint a szívós-rideg átmeneti hőmérséklet növekedése és a szívósság csökkenése.

Az előadás a károsodási folyamat bemutatását paksi példákkal illusztrálja.

## **Síkbeli halmazok felbontásai**

*Lángi Zsolt*

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Alakzatok felbontásaival kapcsolatban számos eredmény és számos nyitott kérdés található a szakirodalomban, melyek matematikán belül és kívül is több más területhez kapcsolódnak. Ebben az előadásban síkbeli alakzatok felbontásaival kapcsolatos problémákat mutatunk be.

## **Fizika mérnököknek**

*Härtlein Károly*

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Fizikai Intézet

A mérnöki tudományok a természet ismeretén alapulnak. A természeti törvények ismerete nélkül a mérnök munkája közben, csak sötétben tapogatózik. A fizika tanítására szánt idő sajnos egyre kevesebb, mind a közoktatásban, mind a felsőoktatásban. Ugyanakkor innovatív és kreatív mérnökökre lenne igény. A fizika megszerettetése, elfogadtatása a hallgatóval fontos és nehéz, mert a társadalom előszeretettel állítja be a fizikát értő embert csodabogárnak, aki nem való erre a világra.

A fizika módszere a megfigyelés–kísérlet–elmélet felállítás, majd kísérlet-tel ellenőrizni az elmélet helyességét. A kísérletezés időigényes, eszközigényes, sok esetben kintartást igénylő cselekedet. Ezen okok miatt a tanítási folyamatban sokszor kimarad a jelenségek bemutatása. Vagyis a fizika egyik kihagyhatatlan része a tanításban nem jelenik meg. Előadásomban az időkeret ereig kedvenc demonstrációs kísérleteimből válogatok.

Egy innovatív alkalmazás: Az anyagok mágneses tulajdonsága-inak, és vezetőképességének, és az elektromágneses indukció ismerete alapján fejlesztettek ki egy hulladék válogatót. Az anyagok mágneses tulajdonságai, vezetőképessége nem törzsanyag a fizikában, csak az apró betűs sorok között találjuk meg, ha nem ismerte volna a tervező mérnök ezeket az anyagi tulajdonságokat, fogalmakat, miként alkotta volna meg a gépet?

Tanítás és motiváció: nem létezhet jó mérnök fizikai alapok nélkül. Így mindig meg kell ragadni az alkalmat arra, hogy megmutassuk tanítás közben, hogy elődeink miként használták a természettudományos ismereteket a mérnöki praxisukban, hogy ne csak a feleslegesnek ítélt képletek víziója maradjon meg a fizika órák után.

## MATEMATIKA

### **Élménypedagógiai játékok konstruálása tanulást támogató matematikai nyári tábor délutáni foglalkozásaihoz**

*Árvai-Homolya Szilvia, Körei Attila, Lengyelné Szilágyi Szilvia*

Miskolci Egyetem

Ez év nyarán a Miskolci Egyetemen kísérleti jelleggel olyan matematikai felkészítő nyári táborban vehetnek részt a műszaki, illetve informatikai képzési területre felvételt nyert fiatalok, ahol lehetőségük nyílik az egyetemi tanulmányaikhoz releváns matematikai alapok felfrissítésére, az esetleges hiányosságok feltárására, valamint ezek azonnali pótlására. A kötetlen légkörű matematikai készségfejlesztő foglalkozások során korszerű oktatási módszerek alkalmazását teszteljük. Az elméleti anyag mélyebb beépülésének érdekében inkluzív didaktikai alapokon nyugvó élménypedagógiai játékokat fejlesztettünk a hétnapos nyári tábor délutáni foglalkozásaihoz. Cikkünkben a nemformális pedagógia szellemében létrehozott matematikai témájú játékaink egyikét mutatjuk be, amelyeket célzottan 4-8 fős csoportokkal történő hatékony készségfejlesztés céljából hoztunk létre.

### **A népesedési folyamatok hatásának vizsgálata Leslie és Verhulst modellek egyesítésével**

*Kozsely Gábor*

Dunaujvárosi Egyetem

Közismert tény, hogy a magyar népesedési helyzetet hosszabb idő óta kedvezőtlen demográfiai mutatók, negatív tendenciák jellemzik. A népesség létszámának közel harminc éve tartó csökkenésének egyik alapvető oka a születések igen alacsony száma. A termékenység csökkenésének okai rendkívül összetettek, melyek feltárásával számos demográfiai, közgazdasági és szociológiai kutatás foglalkozik. Célom volt, hogy megfelelő modellt találjak és ezáltal én is saját számítását tudjak végezni a népesség és ezen belül a korcsoportok számának becslésére. A választásom egy az ökológiában gyakran használt modellre esett, amelyet Leslie dolgozott ki. A szakirodalmi kutatások arra irányultak, hogy ezt a modellt a valóságnak megfelelő paraméterekkel töltsen fel, azaz megtaláljam a bemenő adatok szempontjából leghitelesebb forrásokat. A modell egyik hátránya, hogy időben nem változó termékenységi és halandósági paraméterek esetén az exponenciális növekedést adó Malthus-modellhez tart. Ezért tudományosan megalapozott féket kellett a rendszerbe tenni, ezt a Verhulst-modell szolgáltatja, a környezeti eltartóképességet paraméterrel. Ezek alapján az mondható, hogy a Leslie-modellel történt becslésem körülbelül 2027-ig megegyezik a szakirodalmi becsléssel. Onnantól pedig a csökkenő környezeti eltartóképességi modellek egyeznek meg a szakirodalmi adatokkal. A Leslie-Verhulst modell körülbelül 30 éves időtávra olyan eredményesen használható. A szakirodalmi modell egy exponenciálisan lecsengő függvényt adnak viszonylag gyors lefutási idővel (100 éves). A Leslie és még inkább LV. modellből adódó függvénynek az inflexióspontja körülbelül 200-500 év, ezután lesz csak konvex a függvény. Ez a modellek sajátja, a matematikában ezeket szigmoid függvényeknek nevezik.

### **Riesz terek fajtáiról röviden**

*Kovács István Béla*

BGE Pénzügyi és Számviteli Kar

A lokálisan szolid Riesz terek egyes közgazdasági modellek alapját képező objektumok. Előadásunkban megvizsgáljuk a jellemző tulajdonságaik által elkülöníthető tereket, végül egymással való kapcsolatukat.

### **Egy matematikai modell hálózatok sebezhetőségének mérésére**

*Bognár László, Joós Antal, Nagy Bálint*

Dunaújvárosi Egyetem

Hadarics többek között megadott egy modellt hálózatok sebezhetőségének mérésére. A modell a sebezhetőséget a legalább egy vírus bejutásának valószínűségével jellemez. A modell által megadott sebezhetőség felhasznál egy valószínűséget, amely a támadásokra jellemző, egy valószínűséget, amely a hálózatban elhelyezkedő eszközök védettségére jellemző és egy valószínűséget, amely a felhasználói viselkedéssel kapcsolatos. Ezt a modellt egészítjük ki néhány észrevétellel.

### **A függvénytranszformációról**

*Molnár Sándor*

Budapesti Gazdasági Egyetem, PSZK

A hallgatóink jelentős része a téves elképzeléssel érkezik a középiskolából, hogy a függvénytranszformáció abból áll, hogy megadjuk a függvényeknek egy olyan sorozatát, mellyel az  $f$  függvény grafikonjából az  $F: F(x) = c \cdot f(ax+b) + d$ ,  $(ax+b) \in D_f$  grafikonjához eljutunk. Hiányzik a szemléletükből, hogy a függvénytranszformáció a koordináta síknak egy olyan geometriai transzformációja (kölcsonösen egyértelmű leképezése), melyben a sík egy kiválasztott részhalmaza pontjainak, a gráf  $f$  halmaz pontjainak a mozgását figyeljük. Ráadásul a középiskolákban jellemzően, a végeredménynek transzformációk szorzataként való felírásnál, a számos lehetőség közül, a függvényérték kiszámításához alkalmazható műveleti erőssorrendben haladnak, amivel az egyik legnehezebb megoldást erőltetik a tanulóra. Előadásunkban ennek egy ésszerű alternatívájára hívjuk fel a figyelmet.

### **A topological interpolation method with the entropy map**

*Imre Emőke, Baille Wiebke, Datcheva Maria*

Óbudai Egyetem, Bochumi Ruhr Egyetem, Bulgarian Academy of Sciences

The grading curve is a statistical distribution of log diameter  $d$  with respect to dry weight. The empirical distribution function can be determined by the sieving of the granular matter, with sieve holes that are resulted by successive multiplication or division with a factor of 2, starting from eg. 1mm.

The evaluation of the sieving test is approximate at present. The measured relative frequencies are used only in the graphical determination of the function which serve the assessment of some empirical quantiles in terms of  $d$ . This evaluation method is non-consistent since the probability variable is  $\log d$  and the statistics are given in terms of  $d$ . However, the grading entropy theory of Lorincz (1986) and the two entropy parameters may statistically characterize both the single distribution and the whole space of grading curve.

In this paper the possibility of the interpolation over the space of the grain size distribution curves with  $N$  fractions is treated which is the same as the interpolation over a unit sided simplex with dimension  $N-1$ . The precise interpolation needs "too many" interpolation point for

fraction number greater than about 4 since the number of sub-simplices (sum of vertices, edges, faces etc.) increases exponentially with  $N$ .

The aim of the actual research is to apply the mathematical notion of fibration to develop an approximate interpolation method over the unit sided simplex which needs “less” interpolation points ( $2N$ ). The fibration is done by the smooth grading entropy map defined between the open unit sided simplex and the two dimensional space of the two entropy parameters or coordinates (the first coordinate is a  $\log_2$  mean diameter, the second coordinate is the statistical entropy of the fractions, characterizing the spread around the mean value).

## **A Mesterséges intelligencia alapjai tárgy oktatása külföldi hallgatóknak**

*Buzáné Kis Piroska*

Dunaujvárosi Egyetem

A mesterséges intelligencia látványos eredményeivel nap mint nap találkozunk. Ha az eredményekre nem csak rácsodálkozni szeretnénk, hanem megtudni, megérteni miként születnek, akkor komoly erőfeszítéseket kell tennünk. Az egyetemünkre beiratkozott külföldi hallgatókon kívül Erasmus ösztöndíjasok is felvették a tárgyat. Különböző egyetemekről, különböző matematikai és informatikai ismeretekkel felvértezett diákok kívánják az alapvető MI ismereteket megszerezni angol nyelven. A felmerülő nehézségek megoldási ötleteit és az oktatási tapasztalatokat hasznos lenne az oktató kollégákkal megvitatni.

## **Van Gogh és a matematika**

*Takács Anna*

BGE PSZK

Mit jelent a „szépség” a matematikában? Mi a szép egy matematikus illetve egy hallgató számára a matematikában? Mit jelent a szépség egy hétköznapi ember számára? Pszichológiai kutatások eredményeit gyűjtöttem egy csokorba.

## **A modern technológia alkalmazásának lehetőségei a felsőfokú matematika oktatásban**

*Talata István*

Dunaujvárosi Egyetem, SZIE Ybl Miklós Építéstudományi Kar Budapest

Sorra vesszük, hogy milyen lehetőségeket kínál a modern technológia a felsőfokú matematika oktatás korszerűbbé tételére. Többek között elektronikus segédanyagok, számítógépes matematikai szoftverek, internetes matematikai problémamegoldó portálok, tableten és okostelefonon futó matematikai alkalmazások, online tesztek és számonkérések is szerepelnek az alkalmazható technológiai lehetőségek között. A szerző összegezi a vonatkozó szakirodalmat, és megosztja ezirányú oktatási tapasztalatait.

## **Szemléletváltás a matematikaoktatásban – Growth mindset**

*Jakus Gabriella, Kis Márta, Magyar Tímea, Tóth-Orosz Andrea*

Budapesti Metropolitan Egyetem

Számos kritika éri az egyetemistákat, hogy nem elég motiváltak, nincsenek meg a kellő matematikai alapjaik, nem eléggé kitartóak. Azonban lássuk be, ki szeret olyannal foglalkozni,

## MAFIOK 2019 absztraktkötet

amiről azt gondolja, hogy nem neki való, amiről nem tudja mire használhatja, illetve ahol már rengeteg kudarc érte és talán az is kimondásra került, hogy ehhez neki nincs tehetsége. Márpedig a mi diákjaink zömének soha nem volt erőssége a matematika, legalábbis ők így élték meg, és a környezetük is ezt erősítette.

A Budapesti Metropolitan Egyetemen elhatároztuk, hogy ezen változtatunk, új szemlélettel közelítünk az oktatáshoz. Szakítunk a korábbi gyakorlattal, a tananyag és vizsgaközpontú oktatással.

Legfontosabb megváltoztatni a szemléletünket és a viszonyulásunkat diákjaink, saját magunk és a kurzusok szerepét illetően. Az új megközelítésben kiemelt szerepet kap a fejlődésfókuszú szemléletmód (growth mindset), melynek elmélete Carol Dweck a Stanford Egyetem pszichológia professzorának nevéhez fűződik.

Az oktatással nem csupán a klasszikus tudásátadás a célunk, szeretnénk, ha olyan kihívásként élnék meg a tanulást a diákok, amiben ők maguk fejlődhetnek, kibontakozhatnak, sikerélményeket érnek el; függetlenül attól, hogy előtte milyen szinten álltak, illetve milyen volt a viszonyulásuk a matematikához. Az új megközelítésben nem az ismeretátadáson van a hangsúly, hanem a fejlesztésen; nem vizsgáztatni akarunk, hanem a tanulást, fejlődést támogatni.

## FIZIKA

### **Marskutató otthonról - a "MarsRengések" program**

*Hudoba György*

Óbudai Egyetem, Alba Regia Műszaki Kar, Székesfehérvár

A NASA InSight űrszondája 2018. november 26-án az Elysium Planitia régió sík, északi részén leereszkedett a Mars felszínre. A leszállóegység két szeizmometert is telepített a Marsra, melyek „élő” adatokat küldenek vissza a Földre. A várhatóan egy évig tartó misszió során a kutatók a talajrezgések tanulmányozása révén, a szeizmológia módszereivel kívánják felderíteni a Mars belső szerkezetét. A NASA a mérési adatokat publikussá teszi, és a "civil" kutatók segítségét is kéri az esetleges meteorit keltette becsapódási kráterek keresésében.

A "MarsRengések" program a 11-18 éves, a kutatás iránt érdeklődő diákokat szólítja meg. A programot "MarsQuake" néven a British Geological Survey, a National Space Academy és a Durham University kezdeményezte, melyet a magyar diákok számára is elérhetővé tettünk. Ennek során elkészült az oktatási anyagok és tantermi kísérletek leírásának fordítása, valamint két honlap (a Terkán Lajos Bemutató Csillagvizsgáló és az MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézete gondozásában), melyekről mindez, és még számos további információ is elérhető.

### **Önszerveződés HOPG felületen létrehozott molekuláris rétegekben**

*Kovács Imre*

Dunaújvárosi Egyetem

A pásztázó tüzszondás mikroszkópiai módszerek – pl. STM, AFM - megjelenése óta a felületi rétegek szerkezetének megfigyelése uralkodó vizsgálati módszerré vált. A grafit egykristály felülete ideális lehetőséget biztosít szénhidrogén molekulák kétdimenziós elrendeződésének vizsgálatára. A szilárd felületen kialakuló molekuláris szerkezetekben uralkodó erők speciális szerkezet kialakulását eredményezi. Modell vegyületek, mint n-C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>, nátrium-laurilsulfát és az óriás poli-kation, a Keggin-féle [AlO<sub>4</sub>Al<sub>12</sub>(OH)<sub>24</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>12</sub>]<sup>7+</sup> közötti kölcsönhatási erők a felületen fülhenger alakú micellákat, vagy akár vonalba rendezett polikationokat alakítanak ki. Az utóbbi vonalas szerkezet stabilitása korlátozott és könnyedén átrendeződhet. Vizsgálataink eredményei a továbbiakban a kétdimenziós rétegszerkezetek tervezéséhez, kialakításához járulhatnak hozzá, és a tervezett szerkezetek várható stabilitását is becsülhetjük.

### **A kvantált termikus vezetőképességről**

*Márkus Ferenc*

BME Fizika Tanszék

Az elmúlt három évtizedben számos új felismerés született a nanoskálán végbemenő transzportokra vonatkozóan. Landauer már ötvenes évektől kezdődően felvetette elektromos vezetőképesség kvantáltságának lehetőségét. Két csoport egymástól függetlenül ugyanabban az évben, 1988-ban GaAs-AlGaAs rétegben létrehozott 2D elektrongázban kísérletileg igazolta ezt az elméleti felvetést. Pendy a Landauer-formula elgondolásait adaptálva megadta egy egycsatornás rendszer maximális hőleadását. Mivel a termikus folyamatok az entrópiaváltozással összefüggnek, másrészt az entrópia az információval ugyancsak kapcsolatban van, így nem melléleg megadta az információterjedésre érvényes maximumot.

Rego és Kirzenow az elméletet tovább finomítva igazolta a felvetés helyességét, valamint felállította a termikus vezetőképesség kvantáltságának hipotézisét. Kísérletileg Schwab és csoportja szilícium-nitrid nanoszálon mutatta ki a termikus vezetőképesség kvantumos viselkedését.

Köszönetnyilvánítás: A kutatást a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal K119442 sz. pályázata támogatja.

### **Laboratóriumi gyakorlat fejlesztése Napelemes rendszerek létesítése szakmérnök/szakember képzéshez**

*Hörömpöli Balázs, Kis Bálint, Dr. Rácz Ervin, Varga Andrea*

Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar

Az Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Karának egyik nagy sikerű szakirányú továbbképzése, a szakmérnök képzésben a Napelemes rendszerek létesítése. A kurzusokon a hallgatók a napelemekben lejátszódó alapfolyamatoktól kezdődően ismerkednek meg az eszköz működésével. A napelemek fizikai alapjai című tantárgyon belül egy összesen 6 órás laboratóriumi gyakorlat került megtervezésre, ami során a hallgatók a napelemek cella-, panelszintű méréseit végezhetik el. Publikációkban ezen laborgyakorlaton bevezetésre került egyszerű méréseket, megoldásokat mutatjuk be, kitérve azok hasznosságára egyediségére.

### **Gázok szétválasztása elektrosztatikus tér segítségével / Separation of gases using electrostatic method**

*Mekonnen Amanuel, Attalah Elias, Kiss Endre, Horváth Miklós*

Dunaújvárosi Egyetem

A különböző szilárd és folyékony részecskék leválasztása elektrosztatikus porleválasztókkal egy régóta ismert és művelt tudományterület, amelynek komoly gyakorlati alkalmazása is van. Gázok esetében azonban a leválasztás a szakma meghatározó személyiségeinek véleménye alapján kevésbé valószínű. A jelen dolgozat szerzői úgy látták, hogy a gázok elektrosztatikus szeparálhatóságának van esélye úgy is, hogy nem megsemmisítik az egyik komponenst, hanem elválasztják a többi összetevőtől úgy, hogy ezt az erőtípust használják erre a célra. Ennek érdekében unipoláris elektrosztatikus feltöltő készüléket szerkesztettek a jól ismert boxer-charger formájában. A gázok feltöltődésének a mérésére egy erre a célra használható Faraday kalitkát fejlesztettek kis és üzemeltet be, majd az elektrosztatikus szeparáció érdekében egy kétágú szeparációs szerkezetet építettek, amelyet 200 és 5000 V közötti egyenfeszültséggel teszteltek. A szétválasztási keverék NO és nitrogén keveréke volt. A kísérletek megmutatták, hogy a NO eltávolítható a nitrogén gázból úgy is, hogy nem bontják azt fel.

A kutatást az EFOP-3.6.2-16-2017-00018 „Termeljünk együtt a Természettel-az Agrárerdészet mint új kiterjesztési lehetőség” program támogatta.

## **The permeability of the granular matter is the function of grading curve - a reevaluation**

*Imre Emőke, Nagy László, Casini Francesca, Nagy Gábor, Csonka Gábor, Lőrincz János, Paul J. Vardanega, Feng Shuyin, Barreto Daniel*

Óbudai Egyetem, BME, Roma Tor Vergata Egyetem, BME, SZIE, BME, University of Bristol

The aim of the research is to determine the coefficient of permeability of the saturated granular soils (the constant of the Darcy law) as a function of the grain size distribution. The results of the series of experiments described in the companion article is reevaluated.

The individual particle size distribution curves and the space of all particle size distribution curves were statistically characterized by the new, so-called grading entropy parameters (Lorincz, 1986) instead of the approximate statistics generally used.

According to the result, for distributions with fixed  $d_{10}$  point, the permeability increased with increasing grading entropy  $A$  parameter (expressing the mean log diameter), similarly to the result of Feng et al (2018). The result is explained by the micro-structure, because the increasing fine particle size part reduces the size of the pores, then  $A$  also decreases and the decreasing fine particle size increases the size of the pores.

Particle suffusion occurred in measurement series 4 which can be explained by the fact that the fine particles passed through the pores of the stable part of the larger particle structure under the influence of flowing water.

## **Kételemű számok a tudomány szolgálatában**

*Tóth Attila*

KETK KF Egyetem, Nyitra

Ez a cikk megpróbálja összefoglalni az elmúlt 130 évben kialakított fogalmat a kvaterniókról. Az első fejezetekben az analitikus geometria egyenleteit mutatjuk be, ahol a változók valós számok, valamint ugyanúgy a kettős kvaterniók gyakorlati alkalmazása sikeres a geodéziában és GPS-es útkeresésben. 170 éve Hamilton megsejtette a képzetes tengelyt, amit egy-két évtizeden belül magyarul is oktatnak a középfokú tanodában, és ennek óriási felhasználása lett a villamosságtanban, a váltakozó áram egyenletei kijönnek képzetes időtengely segítségével. Itt használjuk fel a konjugáltakat, kifejezhető az időeltolódás és a fázisszög is. Ma is vitatottak még a kvantummechanikában a hullámfüggvény egyenletei, ahol érdekes és izgalmas módon a quaternió a és a b paramétere is komplex, és eltolás nélküli. A quaterniók a számok körében is vitatható közegbe kerültek, hiszen megalapozzák új számok (komplex, parabolikus és hiperbolikus) világát, új fejezetet nyithatnak nemcsak a matematikában, hanem az elszakosodott területek, természettudományok fúziós ágával. Ezek a számok alkalmasnak mutatkoznak a téridő új modelljeinek és a végtelen leírására is. Újfajta téridő modell bontakozhat ki a quaterniókkal a tudásra vágó elme előtt; miszerint a teret, mint a végtelen időt sejteti velünk. Érdekes módon azonban a képzetes tengely nem idő, hanem egy dimenzióra szűkített tér (háromtér). Ferenczi szerzetes Nyitrán már a 19. században sejteti vélte, hogy a quaternió segítségével eljuthatunk olyan független (abszolút) számokhoz, melyek a számtan (aritmetika) alapját vetik meg; de ki gondolta volna, hogy elszakosodott visszafuzionált tudomány is leírható a quaterniókkal. 1600 évvel ezelőtt Szent Ágoston filozófiai



gondolkodással is eljutott ideig: „Látom, hogy valami kiterjedés az idő. Látom-e, vagy csupán úgy látszik, hogy igazán látom”.

## **Rugósinga dinamikai vizsgálata - egy fizika versenyfeladat kaotikus utóélete**

*Nagy Péter, Tasnádi Péter*

Neumann János Egyetem, Eötvös Loránd Tudományegyetem

Az 1965. évi Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny második fordulójának egyik fizika feladatáról az OKTV bizottság csak a versenyzők dolgozatainak javítása közben vette észre, hogy a feladat általánosan nem megoldható! Vermes Miklós (az OKTV bizottság elnöke) fáradtságos munkával – előbb papíron, majd egy URAL számítógépen – numerikus módszerekkel vizsgálta a roppant bonyolultnak bizonyuló mozgást. Ma már tudjuk, hogy ez egy kaotikus rendszer, ám akkor még a káoszelmélet éppen csak megszületőben volt, Edward Lorenz 1963-ban publikálta tudománytörténeti jelentőségű cikkét. A feladatban megfogalmazott (ma rugósinga néven ismert) modell kaotikus tulajdonságait nagyszerű (és tragikusan eltávozott) kedves tanárkollégánk Gruiz Márton vizsgálta a Fizikai Szemlében 2006-ban megjelent cikkében.

Jelen cikkünkben a rugósinga szisztematikusan tanulmányozását végezzük el egy a dinamikai rendszerek vizsgálatára kifejlesztett roppant praktikus eszköz a Dynamics Solver (DS) segítségével. Célkitűzésünk kettős: egyfelől a modell kaotikus tulajdonságainak tudományos igényű tárgyalása, másfelől a DS bemutatása (a szimulációs fájlok letölthetők a honlapunkról).

Elsőként megadjuk a rendszer szabatos leírását (Newton féle és Lagrange formalizmussal is). Az eredeti konzervatív rendszer fázistérbeli kaotikus viselkedésének vizsgálata után a modell kiterjesztjük disszipatív esetre is, bemutatva a tranzien káosz jelenségét, amely napjainkban talán a káoszelmélet legintenzívebben kutatott területe.

## **Biomassza égető berendezés vizsgálata**

*Rihani Ibrahim, Kiss Endre, Horváth Miklós*

Dunaújvárosi Egyetem

Napjaink egyik égető problémája a Világ energiagondjainak megoldása. Ennek érdekében figyelembe kell venni a rendelkezésre álló biomassza elégetését is, legyen az tűzifa, hulladékfa, hulladék papír, vagy akár ételhulladék. Az égetés során felszabaduló hő meghatározására van hivatalosan alkalmazott módszer, azonban annak egyik hátránya, hogy csak kis anyagmennyiség esetében használható, és általában zárt berendezést igényel. Ebben a kutatásban egy legalább 10-20 g elégetésével működő eszközt konstruáltunk, ami nem zárt, hanem az égés során keletkező füstgázokat elvezettük, és az energiataralmukat számbavettük, így határoztuk meg a keletkezett energiát. Az anyag egyszerű pirolízisével meghatároztuk az emissziókat, valamint karbongazdag pelletet állítottunk elő. Az eredményink alkalmasak az energiatermelés és a lehetséges környezeti emisszió meghatározására is.

A kutatást az EFOP-3.6.2-16-2017-00018 „Termeljünk együtt a Természettel-az Agrárerdészeti mint új kiterjesztési lehetőség” program támogatta.

## **A szemcsés halmazok hagyományos és statisztikus entrópia paramétereinek kapcsolata**

*Imre Emőke, Nagy László, Casini Francesca, Csonka Gábor, Paul J.*

*Vardanega, Feng Shuyin, Barreto Daniel*

Óbudai Egyetem, BME, Roma Tor Vergata Egyetem, SZIE

A szemcsés anyagok legfontosabb fizikai jellemző függvénye a szemeloszlási görbe, ez a d szemcseátmérő logaritmusának statisztikai eloszlása a száraz tömegre vonatkoztatva. Az empirikus eloszlásfüggvényt szitálással határozzák meg, olyan szitákkal, amelyek „a klasszikus átmérőkkel” rendelkeznek (2-es tényezővel való szorzással vagy osztással kaphatók az egymást követő méretek, 1 mm-es átmérőből kiindulva).

A szitálási vizsgálat értékelése egy jó közelítő eljárás. A szemeloszlási görbét grafikusan interpolálva, a mért pontokat összekötve rajzolják fel  $\log d$  függvényében. A leolvastott  $d$  értékek statisztikai „kvantilis” átmérő értékek ( $d_{10}$  és  $d_{60}$  és  $d_{50}$ ), illetve az inflexiós pont ( $d_m$ ). Kiszámítják még a  $C_u$  együtthatót, a  $d_{60}$  és  $d_{10}$  arányt.

Pontos statisztikai paraméterek hiányában a szemeloszlásra épülő szabályok, talajfizikai jellemzőkkel való kapcsolatok csak közelítők lehetnek, és megfelelő mértékek hiányában a szemeloszlások eltérése vagy változása jelenleg nem számszerűsíthető. Megoldást a Lőrincz (1986)-féle szemeloszlási entrópia elmélet, ezen belül két szemeloszlási entrópia paraméter pár használata jelenthet.

Egy valószínűségeloszlás két számszerű jellemzője a várható érték és a szórás. Az első megmondja, mely centrális érték körül ingadoznak a valószínűségi változó értékei, a szórás az ingadozás mértékét adja meg.

A közlemény célja egyrészt annak bemutatása, hogy az első entrópia paramétere egy várható érték jellegű, a másik szórás jellegű változó, amely kapcsolatban van a fizika entrópia elvével.

Másrészt adatok alapján elemzi a közelítő és a pontos paramétereket, így hiánypótló jellegű. Ezt a társcekkben leírt kísérletsorozat szemeloszlási görbéinek adatai alapján végzi el. Az eredmények szerint az  $S_0$  szemeloszlási entrópia paraméter értékének kapcsolata a  $\log d_m$  hagyományos paraméterrel monoton, hasonlóképp a  $D_S$  szemeloszlási entrópia paraméter és a  $C_u$  kapcsolata.

## **A szemcsés halmazok átteresztőképességi együtthatója a szemeloszlás függvényében - Mérések**

*Nagy László, Imre Emőke, Nagy Gábor, Paul J. Vardanega, Feng Shuyin,*

*Barreto Daniel*

BME, Óbudai Egyetem, BME, SZIE, BME

A szemcsés halmazok átteresztőképességi együtthatója közelítően megadható a szemeloszlás függvényében,  $d_{10}$  felhasználásával. A kutatás célja az egyenlőtlenségi mutató hatásának a vizsgálata volt az átteresztőképességi együtthatóra, rögzített  $d_{10}$  mellett.

A nagy pontosságú mérésekhez 207 db változó víznyomású készülékben végrehajtott, általában 3-szor ismételt szívárgási tényező meghatározás készült 74 db előre meghatározott összetételű talajkeverékre 4 mérési sorozatban. A mérési sorozatoknál a 10 %-hoz tartozó szemcseátmérők

a következők voltak: I. mérési sorozat  $d_{10} = 0,004-0,006$  mm, II. mérési sorozat  $d_{10} = 0,006-0,010$  mm, III. mérési sorozat  $d_{10} = 0,010-0,014$  mm, IV. mérési sorozat  $d_{10} = 0,014-0,016$  mm.

A vizsgálatok alapján levonható következtetések a következők voltak: a szivárgási tényező az egyenlőtlenségi mutató CU növekedésével minden mérési sorozatnál csökkenő tendenciát mutatott, kettős logaritmikus léptékben egyenessel közelíthetően. Az érvényességi tartomány CU = 200- 250 volt, ha szuffíziós jelenségek léptek fel, egyébként CU = 400-500 volt a határ.

Szemcse kimosódás a 4. mérési sorozat görbénél volt tapasztalható, ahol frakcióhiányossá vált a görbe. Ennek hatása a méréseknél két módon jelentkezett: nagyságrend(ek)el nagyobb áteresztőképességi együttható adódott, a kísérlet végén meghatározott szemeloszlási görbénél  $d_{10} = 0,020 - 0,035$ -re adódott az eredetileg bekészített  $d_{10} = 0,014 - 0,016$ -os beállítási érték helyett.

### **A szemcsés halmazok szemeloszlásának és belső stabilitásának kapcsolata / Grading curves and internal stability**

*Imre Emőke, Lőrincz J., Talata I., W. Baille, N. Rahemi, M. Goudarzy, D. Barreto, V.P. Singh*

Óbudai Egyetem, BME, SZIE, Ruhr University of Bochum, Edinburgh Napier University, Texas A&M. University

Using statistical entropy principles, any discrete particle size distribution can be characterized by a coordinate pair. These entropy parameter pairs are derived from the entropy formula for discrete distributions using fixed statistical cells. The first entropy parameter seems to be a continuous internal stability measure. The second entropy parameter allows the definition of a unique, mean grading curve with finite fractal grain size distribution for each value of the first parameter. It is shown here by micromechanical tools that how the first parameter is related to internal structure and by Math tools that the probability of a stable state in the internal stability rule of the grading entropy theory is very low, stable states can occur since the entropy path is deterministic.

### **A fizika népszerűsítése a közoktatásban és a felsőoktatásban**

*Horváth Miklós*

Dunaújvárosi Egyetem

Napjainkban a fizika és az egyéb természettudományi tantárgyak oktatása a középiskolákban nehéz helyzetbe került. A közoktatás átalakítása okán csak a megmaradt gimnáziumokban és a műszaki képzési profilú szakgimnáziumokban maradt meg önálló tantárgyként igen alacsony óraszámban. A mérnökképzéshez, de az alapvető természettudományos műveltséghez is elengedhetetlenül fontos ismereteket adó tantárgy ezek mellett nem is túl népszerű a diákok körében. Márpedig a technikai civilizáció korában az alapvető fizikai tudás az általános műveltség része kell, hogy legyen, éppen olyan fontos, mint a humán műveltség.

A mérnökképzésben szintén gondot okoz a hallgatók alacsony szintű előképzettsége, aminek okai összetettek és alapos elemzést igényelnének.

Egy lehetséges kezelése a problémának a fizika, mint tantárgy és tudomány népszerűsítése, megszerettetése. A népszerűsítésnek több formája van. Lehet előadásokat tartani a

legérdekesebb témákról mindenki által érthetően, szemléltetve, animálva a jelenségeket. Meg kell mutatni, hogy életünkben mindenhol jelen van a fizika különböző jelenségek formájában, amiket, ha pontosan értünk, és meg tudunk magyarázni, akkor tisztábban, komplexebben látjuk a körülöttünk levő világot.

Látványos, izgalmas kísérletek bemutatásával és elmagyarázásával szintén vonzóvá tudjuk tenni a tanórákon száraznak és unalmasnak tűnő törvényeket, kedvet tudunk csinálni a fizikában való elmélyedéshez.

Az előadás egy a Dunaújvárosi Egyetemen több éve folyó komplex népszerűsítési programot és annak eredményeit ismerteti.

### **Vörösiszap és bauxit minták kezelése ívkisüléssel**

*Kiss Endre, Pázmán Judit, Alkelmaan Mohamad*

Dunaújvárosi Egyetem

A mai ipari technológiákban többféle fém tartalmú hulladék keletkezik. Azok közül is kiemelkedik a vastartalmú hulladékok köre, amelyek közül a legjelentősebb a vörösiszap és a konverteriszap, amelyek rendre 10-30, illetve 55-65% vasat tartalmaznak. Mivel a vas nem egy ritka elem, ezért azok kinyerése csak bizonyos vasércár-intervallumban gazdaságos. Célszerű más alkotóelemet is kinyerni az adott hulladékból, így cinket és ólmot a konverteriszapból, valamint ritka-földfémeket, szkandiumot a vörösiszapból, úgy hogy a így kombinált kihozatal már gazdaságossá teheti a technológiát. A vörösiszapot, és kísérletképpen bauxitot kezeltünk ívfényes technikával, és a kapott vasszemcséket, valamint a keletkezett salakot vizsgáltuk meg ICP berendezéssel és elektronmikroszkóppal. Az eredményeink szerint a vasszemcsék legfeljebb szilíciumot tartalmaznak max. 2%-ban, ritkaföldfémeket, és szkandiumot nem, míg a salakban ezek a komponensek két-háromszorosukra feldúsulnak. Tömény kénsav segítségével a szkandium kioldható a salakból.

A kutatást az EFOP-3.6.2-16-2017-00018 „Termeljünk együtt a Természettel-az Agrárerdészet mint új kitorési lehetőség” program támogatta.

### **A sötét anyagról**

*Gambár Katalin*

Óbudai Egyetem, KVK, MTI

Az Ósrobbanás elmélete nagyon sikeres volt számos probléma megoldására, és fontos tapasztalati megfigyelések igazolták a helyességét. Ezek közül a legfontosabbak a következők:

Az Univerzum tágulása (Hubble megfigyelése).

A kozmikus háttérsugárzás fellépte. (Ma 2,7 K körül van. Ezt nevezik kozmikus mikrohullámú háttérsugárzásnak angol neve alapján CMB-nek rövidítik).

A könnyű elemek aránya. Ahogy az anyag lehűlt, összetettebb anyagformák keletkeznek. A kezdeti deuterion-, hélium- és lítiummagok mennyisége elméletileg meghatározható.

A galaxisok és a nagyskálájú szerkezetek kialakulása megegyezik a várttal.

Sikeres volta ellenére a kezdetektől fogva felmerült néhány probléma: 1. A „sík”-ság problémája. 2. A háttérsugárzás izotróp, azaz minden irányból egyforma. 3. Ahhoz, hogy az

anyag a gravitációs erők hatására galaxisokba tömörüljön, kezdeti csomósodásoknak kellett létrejönniük a közel egyenletes anyageloszlásban. Honnan származnak ezek a kezdeti anyagfluktuációk? 4. Kezdetben a forró anyag kistérré korlátozódott Világegyetemben. Hogy alakult ki ez a rendkívül sűrű, forró anyag? A standard kozmológiai problémáinak a megoldására vezették be a nyolcvanas években az inflációs (felfúvódó) Világegyetem fogalmát.

Az asztrofizikusok 70 éve egyre több információt gyűjtöttek össze a sötét anyagról, és ma majdnem mindenki elfogadja, hogy létezik sötét anyag. Létére a legfontosabb bizonyítékok a csillagok galaxisban való mozgásából, illetve a kozmikus mikrohullámú háttérsugárzásból nyerhetők. A legfontosabb tulajdonsága, amit ismerünk az, hogy gravitációsan kölcsönhat. 1933-ban Fritz Zwicky azt észlelte, hogy a COMA klaszter távoli galaxisai sokkal gyorsabbak, mint ahogy az a látható galaxisok tömegéből következne. Vera Rubin 1967-ben az Androméda galaxisban lévő csillagok keringési sebességéről megállapította, hogy azok nagyobbak, mint ami várható lenne. Mások ugyanezt a jelenséget észlelték a közeli Triangulum galaxisban. Kiszámolták a sebesség és a tömeg összefüggése alapján, hogy a Triangulum galaxis 46 milliárd Nap tömegének felel meg. Ugyanakkor a fényessége alapján számolt tömege 7 milliárd Nap tömegének felel meg. Ebből következik, hogy 39 milliárd Nap tömegének megfelelő tömeget nem látunk. Ezt a láthatatlan tömeget nevezték el „SÖTÉT ANYAG”-nak. Azóta más galaxisokban is hasonló arányt kaptak. Kezdetben azt gondolták, hogy ez a láthatatlan anyag bolygókból, fekete lyukakból, és egyéb láthatatlan csillagászati objektumokból áll. Pontosabb mérések alapján ma már tudják, hogy ezek nem adhatják ezt a nagy tömegkülönbséget. A galaxisok kiterjedt, laza pókhálóra emlékeztető, szálak szerkezetű struktúrákba rendeződnek. Vajon mi hozta létre ezt a szerkezetet? – a gravitáció pusztá hatásától egészen másféle makrostruktúrák kialakulását várnánk. A tettes a nevezetes "sötét anyag". De vajon miből van, milyen makro- vagy mikro-objektumokból, elemi részecskékből áll a sötét anyag? MACHO vagy WIMP? Mik ezek, és hogyan tudjuk kimutatni, leleplezni őket? A Genf melletti szupergyorsítóban, a CERN-ben - többek között - erre is keresik a választ.

### **Vékony C, N, CN<sub>x</sub> és CS<sub>ix</sub> felületi rétegek létrehozása és jellemzése elektronspektroszkópiai és mikroszkópiai módszerekkel**

*Kovács Imre*

Dunaújvárosi Egyetem

Felületek mechanikai és korróziós védelmére szokás kialakítani védőréteget. Széntartalmú kiindulási anyagok alkalmazásával vákuumkamrában grafitos, nanogyémánt (DLC) vagy ezek vegyes rétegei jöhetnek létre. Nitrogén tartalmú molekulákból (N<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>) kiindulva nitríd rétegek alakulhatnak ki. A két elem – C és N – együttes alkalmazását egy elméleti számítás motiválta. Ha az ún. béta-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> fázis alakul ki akkor az a gyémántnál is keményebb réteg lehet.

Kísérleteinkben grafit, N<sub>2</sub>, szilikon tartalmú vákuumolaj – pentafenil-trimetil-trisziloxan molekulákból hoztunk létre felületi rétegeket Si(100), KCl avagy csillám lapokon. A mintákat egy másik vákuumkészülékben röntgen-fotonelektron spektroszkópiai (XPS), pásztázóelektron (SEM), atomierő (AFM) és pásztázó alagút mikroszkópiai (STM) valamint infravörös spektroszkópi módszerekkel vizsgáltuk. Az eredményeinket összehasonlítjuk a más fémgyökristályok felületein egyéb módszerekkel létrehozott rétegek jellemző elektronspektroszkópiai adataival és a felhasználási lehetőségeivel.

**Példa a hőmérséklet fogalmának általánosítására**

*Gambár Katalin*

Óbudai Egyetem, KVK, MTI

Az előadásban szeretném megmutatni hogyan lehetséges természetes módon, a klasszikus térelmélet keretein belül bevezetni a dinamikai hőmérsékletet, mint termodinamikai változót. Bevezettünk egy olyan skalárteret (potenciálteret), amely dinamikus módon generálja a hőmérsékletet, mint térmennyiséget. Ezen potenciál segítségével képesek leszünk leírni a korai univerzumnak a termikus viselkedését az univerzum leírására ismert inflációs kozmológiai modellhez kapcsolódva. Megmutatjuk, hogy a modellben az inflaton tér lebomlik a bevezetett potenciáltérbe. A folyamat dinamikája változik, egy dinamikai fázisátalakulás jelenik meg: az energia terjedésének disszipatív és nem-disszipatív formái között. Jelen leírás összhangban van a már ismert kozmológiai modellek eredményeivel.

## INFORMATIKA

### **Innovatív oktatási módszerek technológiai támogatása**

*Béres Ilona, Kis Márta, Magyar Tímea*

Budapesti Metropolitan Egyetem

A jelen kor hallgatói számára nem a lexikális tudás elsajátítása a fő cél, hanem egy rugalmas, kreatív tudásbázis létrehozása, ami a többi órán, majd később a munkahelyen is jól alkalmazható. Ezen célkitűzés elérése érdekében a hagyományos kontakt tudásátadás helyett innovatív oktatási/tanulási módszereket alkalmazunk. Ilyenek például a projekt alapú tanulás, kollaboratív tanulás, probléma alapú tanulás, a tükrözött osztályterem módszere, a hallgatói profil/preferencia alapú csoportalakítás, hallgatói projektek egyéni és csoportos értékelése.

A webes alkalmazások lehetővé teszik a hallgatók közötti interakciókat, a tartalmak kollaboratív létrehozását, megosztását, a projektmunkák online szervezését, részfeladatokhoz felelős és határidő rendelését. Elkészült munkák egyéni, illetve kollaboratív értékelését. Az előadásban az alábbi kérdések megválaszolására fókuszálunk:

- Melyek azok a technológiák, amelyek hatékonyan támogatják az innovatív tanulási megközelítéseket?
- Hogyan lehet ezeket integrálni a tanulási folyamatokba?
- Milyen technológiákkal támogathatjuk a MyBrand építést (portfóliógyűjtést, tárolást, bemutatást)?

Az alkalmazott technológiák között kiemelkedő szerepet kapnak az azonnali visszajelzést adó alkalmazások, online tananyag létrehozása, online kollaboráció, projektmunka/csapatmunka támogatása.

### **Tanulási analitika, edukációs adatbányászat a felsőoktatásban**

*Juhász Levente Zsolt*

Dunaújvárosi Egyetem

Az információs technológiák pervazív jellege természetes módon az oktatási szféra minden szintjét egyre inkább érinti. Az IKT eszközöknek az oktatási tevékenységbe egyre növekvő mértékbe történő integrálásának egyik mellékkövetkezménye, hogy ezek használata során hatalmas mennyiségű, digitális adat keletkezik. Az üzleti és termelési szektorban is az egyik legnagyobb kérdés, hogy hogyan lehet a folyamatok során létrejött adatvagyonot a minőségi termelés és nyereség érdekében kihasználni. Két nemzetközi pedagógiai-kutatói kezdeményezés jött létre a oktatási tevékenység során keletkezett adatok újabb statisztikai, és adatbányászati eszközökkel történő elemzésére: Learning Analytics, és Educational Data Mining. Az előadás áttekinti, elsősorban a felsőoktatásra fókuszálva, e két megközelítés eredményeit, illetve az eredmények hasznosíthatóságával kapcsolatos tapasztalatokat.

### **Korszerű technológiák az oktatásban**

*Kővári Attila, Gógh Előd, Pintér Róbert*

Dunaújvárosi Egyetem, Szabadkai Műszaki Szakfőiskola

Az előadás az Oktatás 4.0 kihívásait járja körül, különös tekintettel a felnőttoktatás vonatkozásaira. Az Oktatás 4.0-val kapcsolatban nem jelenik meg olyan élesen a felnőttoktatás jelentőségének felértékelődése, mint arra az Ipar 4.0 kihívásaiból és a demográfiai adatokból következtetni lehet. Az előadás egyrészt demográfiai adatok alapján ezt vizsgálja, valamint elemzi azokat az előrejelzéseket, tényezőket, amelyek a jövő munkaerőpiacát és ezzel összefüggésben az Oktatás 4.0 irányait meghatározzák.

A kutatást az EFOP-3.6.1-16-2016-00003 K+F+I folyamatok hosszú távú megerősítése a Dunaújvárosi Egyetemen program támogatta.

### **Az IKT-eszközökben rejlő motivációs lehetőségek alkalmazása egy felsőoktatási gamifikált kurzus keretében**

*Csikósné Maczó Edit*

Dunaújvárosi Egyetem

Míg a pedagógiában már évszázadok óta felfedezték a játékok inspiráló szerepét a nevelés-oktatás területén, addig a gazdasági életben a marketing és humánmenedzsment csak néhány évtizede kezdte el alkalmazni a bennük rejlő motivációs lehetőségeket elsősorban az üzletfelek/fogyasztók megtartására és a saját alkalmazottak elköteleződésének megerősítésére. A gamifikáció, vagyis játékosítás néven ismertté vált stratégia ma már egyre nagyobb teret hódít az oktatásban is. Az előadás fókuszába egy felsőoktatási gamifikált kurzus tapasztalatainak és eddigi eredményeinek bemutatása kerül. Annak feltérképezése, milyen módon és formában lehetnek hatékony kiegészítői az előadásoknak a digitális tananyagok, applikációk, valamint egy jól átgondolt és előkészített rendszerrel hogyan tartható fenn a hallgatók motivációja, s érhető el a készülés és tanulás folytonossága. A pilot-jellegű kísérlet végén egy kérdőíves megkérdezés történt arról, miként vélekedtek a résztvevő hallgatók a játékosított rendszerben való tanulásról; ennek eredményeinek bemutatása szintén az előadás részét képezi majd.

### **Hogyan beszélünk az RFID-ről a középiskolában?**

*Radványi Tibor*

MSZC Szent László Gimnáziuma, Közgazdasági Szakgimnáziuma és Kollégiuma

Ebben az előadásban a rádiófrekvenciás azonosítás középiskolai megjelenéséről, a lehetséges tanításáról vizsgálunk meg pár gondolatot. Az automatikus azonosítás köréhez tartozó rádiófrekvenciás azonosítás dinamikus fejlődésen ment keresztül az elmúlt 6-7 évben. Megjelent a beléptető rendszerekben, majd teret hódított a személyi és tárgyi azonosítás, a logisztika területén. Manapság már rengetegen fizetnek a boltokban érintőkártyás bankkártyával vagy akár megfelelő mobiltelefonnal. Ezek a lehetőségek az RFID technológia rohamos elterjedése és fejlődése teszi lehetővé. A középiskolások egyre tudatosabban használják a mai modern eszközöket. Így tisztában kell lenniük ezen technológia lehetőségeivel, biztonságával és felhasználási területeivel is. Ezért meg kell vizsgálni, hogy a középiskolákban mely területeken találkozhatunk az RFID-val. Milyen lehetőségek vannak a használatának kiterjesztésére. Az előadásban szó lesz arról is, hogy milyen veszélyeket rejthet magában az RFID használata néhány egyszerű példán keresztül és hogyan védekezhetünk ezek ellen.



## **Virtuális tér alkalmazhatóságának vizsgálata egy keresési feladatban**

*Nagy Bálint, Stankov Gordana, Ujbányi Tibor*

Dunaújvárosi Egyetem

A DUE képzéseiben az egyik meghatározó alapoó tantárgy a Matematika 2, melynek keretében a hallgatók többek között a statisztika alapfogalmaival ismerkedhetnek meg. Az évek során az oktatók számos tanulási környezet alkalmazásával próbálták meg a tárgy oktatását hatékonyabbá tenni. Előadásunkban egy egyszerűbb keresési feladaton keresztül ezen fejlesztések közül hasonlítunk össze néhányat.

## **Blockchain - opportunities and risks**

*Nemes Teréz*

Budapesti Gazdasági Egyetem Pénzügyi és Számviteli Kar

What is a blockchain? Digital payment instruments, such as Bitcoin, are the largest, well-known project that uses this technology, but many other large systems can work on blockchain. Blockchain technology is not easy to understand for the first time and to predict its future. You can hear a lot about the fact that its application will revolutionize payment systems. In the future there might not need 3rd parties to audit transactions. But blockchain technology can even reduce the cost of running a secure network as well. Using it can also lead you to substantially rethink how you conduct your business and handle competition. Blockchain, as a general-purpose technology, can offer a wide range of applications in various industries, such as banking, finance, transfer of money, or IoT and robotics technology, but there are more and more opportunities for use in everyday life. However the development of the legal framework and security background is still not sufficiently established. Currently, the use of blockchain technology in different sectors is still largely in the experimental phase, but marketable solutions are already on the horizon.

The purpose of this presentation is to examine the current state of blockchain technology and its applications and to discover how the characteristics of this technology can change the functioning of a wide range of activities, commerce or even digital payment instruments, paying particular attention to the limitations and the dangers arising from this usage.

## **Prediktív regressziós modellezés alkalmazása**

*Krutilla Zsolt, Kővári Attila*

Dunaújvárosi Egyetem

A bemutatásra kerülő prediktív modellezési eljárás egy gyakorlati probléma megoldását szolgálja, melynek célja, hogy magas pontossággal és a szezonálitási tényező figyelembevételével legyen képes előre jelezni egy banki termék igénylésének volumenét. A kutatást az EFOP-3.6.1-16-2016-00003 K+F+I folyamatok hosszú távú megerősítése a Dunaújvárosi Egyetemen program támogatta.

## **SDN ÉS SDR segítségével tervezett 5G mobilhálózatok**

*Kovács Márk, Agg Péter, Johanyák Zsolt Csaba*

Neumann János Egyetem GAMF Műszaki és Informatikai Kar

A negyedik generációs mobil hálózatok megjelenésével rohamosan megnőtt az okos hordozható készülékek száma. Megnőtt az igény a webes tartalmak minőségi és gyors elérésére. A 4G mobil hálózatok továbbfejlesztésére jött létre az LTE jelenleg is használt LTE-Advanced, amely hozzáadott antennák számával erősítette a hálózat stabilitását. Azonban ez a megoldás sem tökéletes, ezért szükség van a következő generációs hálózatra, az 5G kifejlesztésére és kialakítására. Az új technológiához viszont elengedhetetlen a jól kifejlesztett forgalomirányítás, forgalomelosztás. Erre egy jó módszer az SDN, mint szoftveres megoldás, ami annyit jelent, hogy nem az egyes fizikai kapcsolókat, forgalomirányítókat és antennákat kell külön konfigurálni, hanem egy központosított vezérlővel tudjuk vezérelni a hálózatunk egyes elemeit az aktuálisan igényelt forgalom alapján. Cikkünk az 5G és az SDN között szükséges kapcsolatot mutatja be.

### **Acélgéártás folyamatát elemző informatikai rendszer**

*Wizner Krisztián, Kővári Attila*

Dunaújvárosi Egyetem

Hatalmas szakadék tátong az ipari felhasználású üzem specifikus szoftverek programozói és felhasználói között. Az ipari szakemberek első sorban az adott ipari folyamat kiváló ismerői, azonban az informatikai ismereteik hiányosak. Ezzel szemben az informatikai szakemberek kiváló ismerői az informatikai lehetőségeknek és adottságoknak, azonban jelentős hiánnyal rendelkeznek az ipari folyamatok ismeretében és sajátosságában. Az sem segíti elő az együttműködést, hogy a két fél nem látja a másik oldal lehetőségeit, adottságait, igényeit, szükségleteit, illetve feltételeit. Az ismertetése kerülő alkalmazás a kohászati szakemberek számára nyújt támogatást az üzemi adottságok, és informatikai lehetőségek kihasználásával. A program ötvözi a szakmai tudást, az üzemi igényeket, és az informatikai lehetőségeket. Betekintést biztosít az ipari szakembereknek az informatikai lehetőségekbe, így azok könnyebben válnak adaptálhatóvá.

A kutatást az EFOP-3.6.1-16-2016-00003 K+F+I folyamatok hosszú távú megerősítése a Dunaújvárosi Egyetemen program támogatta.

### **Költséghatékony okosotthon megoldások**

*Kővári Attila, Dukán Péter*

Dunaújvárosi Egyetem

Az IoT eszközök elterjedésével az okosotthon megoldások is egyre nagyobb teret kapnak. Az igazi okosotthonok nem csak kényelmesen távolról vezérelhetőek, hanem önállóan irányítják az ingatlant a maximális energiamegtakarításra, a kényelemre és a biztonságra törekedve. Számos gyártó kínál okosotthon rendszereket, de ezek mellett megjelentek olcsó megoldást kínáló rendszerelemek is mind szoftver, mind hardver tekintetében. Az előadás is egy olyan megoldást mutat be, amely költséghatékony kialakítása ellenére megfelel az okosotthonoktól elvárható funkcionalitásnak.

A kutatást az EFOP-3.6.2-16-2017-00018 „Termeljünk együtt a Természettel-az Agrárerdészet mint új kitörési lehetőség” program támogatta.

## **Út az adatoktól a riportokig, avagy vezetői információs rendszer kifejlesztése Microsoft szoftverek használatával - esettanulmány**

*Molnár Géza*

Corvinus Egyetem, Óbudai Egyetem

Az adatbáziskezelés, az adatelemzés és az adatvizualizáció fontos részét képezik az informatika oktatásának. Mivel a vonatkozó ismereteket általában több tantárgy keretében sajátítják el a hallgatók, ezért nem feltétlenül látják át ezen ismeretkörök kapcsolatát és komplex gyakorlati alkalmazási lehetőségeit. Úgy gondolom, hogy hasznos lenne valamelyik ide kapcsolódó tantárgy oktatása során ismertetni egy olyan esettanulmányt, amely ezt egy gyakorlati feladat megoldásán keresztül bemutatja, azaz vázol egy lehetséges megoldást arra, hogy hogyan juthatunk el a nyers adatoktól a látványos riportokig. Így a hallgató jobban megértené, hogy az adatok sokszor több forrásrendszerből (adatbázisból) származnak, amelyeket célszerű integrálni és olyan formára hozni, amely az elemzések és a riportok számára megfelelő alapot biztosít. Ezzel világosabbá válna a napi működéssel kapcsolatos (tranzakciós) adatbázisok és az adattárházak közötti különbség, a lekérdezések és az adatbetöltések, adattranszformációk helye a folyamatban, valamint a hagyományos riporting rendszerek és az önkiszolgáló BI közötti különbség. A konkrét esettanulmány egy vezetői információs rendszerrel kapcsolatos, amelynek kifejlesztését én végeztem. A kivitelezés során Microsoft eszközökkel dolgoztam, mivel azok többnyire rendelkezésre álltak vagy ingyenesen elérhetőek voltak. A Power BI-ra épülő megoldás már két éve működik, és azóta teljesen átvette a korábbi, Excel-alapú rendszer szerepét.

## **Miért nem épülnek be az innovatív kezdeményezések az informatika oktatásba?**

*Honfi Vid, Illési Zsolt*

Dunaújvárosi Egyetem, Milton Friedman Egyetem

A korábbi években a Dunaújvárosi Egyetemen és más felsőoktatási intézményekben sok reform, innovációs elképzelés indult, annak érdekében, hogy az informatikai felsőoktatás minél jobban ki tudja szolgálni a piaci igényeket. Ezen elképzelések közül sok megbukott, sok némileg átalakulva valósult meg és csak kevés épült be igazán a mindennapi oktatásba. Előadásunkban azt vizsgáljuk, mi lehet ennek az oka.

## **Duális képzés fejlesztése a Dunaújvárosi Egyetemen**

*Lászlóné Kenyeres Krisztina*

Dunaújvárosi Egyetem

A Dunaújvárosi Egyetem célja a gyakorlatorientált képzéseinek további növelése és ezzel egyidejűleg a gazdasági szférával való szoros együttműködés megerősítése. A képzésekben kiemelt szerepet kap a Hallgatók munkaerőpiac-orientált, vállalkozói kompetenciáinak fejlesztése és a lemorzsolódással veszélyeztetett hallgatók benntartása a képzésekben. Ennek érdekében 2015. szeptembere óta indítunk duális képzéseket Egyetemünkön. Előadásomban szeretném bemutatni a bevezetés nehézségeit, a mérnök képzés vonatkozásában.

Az Egyetem mind a hét alapképzésében fejleszt a kooperatív és duális képzéseit, melynek során a munka melletti tanulásához igazodó taneszközök és elektronikus tananyagok kidolgozása

és az ipari partnerek segítségével történő fejlesztése történik. Tovább bővül az on-line kurzusok száma, melyek a kontaktórák tananyagának megértését és megatunulását segítik. Félévente két alkalommal a gyakorlati tudás megalapozását segítő gyárlátogatásokat szervezünk a hallgatók részére, illetve a közös munka könnyebb kialakítása érdekében az egyetemi szakemberek részére, annak érdekében, hogy minél inkább ipar specifikus képzést tudjunk kialakítani. A vállalati mintatantervek kidolgozása során segítünk a tantárgyakhoz kapcsolódó tudást kialakítani. A gyakorlati hasznosságot, mérés technikákat, fizikai alkalmazhatóságokat szem előtt tartva.

Az ebben a rendszerben végzett hallgatók azonnal munkahelyre találnak csökkentve a munkanélküliség esélyét. A megszerzett tudás nem csak elméleti, hanem valós gyakorlati tapasztalatot is tartalmaz, amely közvetlenül szintén az elhelyezkedési esélyeket javítja.

### **Az innovatív környezetben végzett hallgatói tevékenységek sikerességének összevetése a különböző munkaformák szempontjából**

*Váraljai Mariann, Mihalovicsné Kollár Anita*

Dunaújvárosi Egyetem, Informatikai Intézet

A hatékonyság, a sikeresség, az eredményesség napjaink társadalmában az egyén által végzett tevékenységek minőségének egyfajta mutatóiként jelennek meg. Ezek a felnőttek esetében a munka, fiatal felnőttek esetében pedig az oktatás világában kerülnek leginkább előtérbe, mint értékfogalmak. A felsőoktatásban a hallgatói sikeresség támogatása érdekében változatos diszruptív innovatív technológiák és pedagógiai módszerek alkalmazásával valósul meg az információszerezés, -feldolgozás és tudásgenerálás. Számos munkaforma segíti a hallgatót, amelyek közül az egyéni és a csapatban végzett ún. teammunka a legelterjedtebb. Tudományos kutatások szerint a felsőoktatásban jelen lévő modern technológia iránt rettentően elkötelezett Y generáció egyik jellemző tulajdonsága, hogy munkavégzésük során inkább kedvelik a teammunkát és szívesebben kollaborálnak, mintsem egyénileg dolgozzanak. A kérdés az, hogy a kedvelt csapatmunka munkafarmában hatékonyabbak és sikeresebbek-e az egyének, vagy az egyénileg végzett munkának jobb a minősége? Kutatásunkkal sikeresség - minőség kérdéskörre fókuszálva keressük a választ a különböző munkaformákban végzett hallgatói tevékenységeket vizsgálva.

### **Országos MaTech matematika verseny a résztvevők és a zsűri szemszögéből**

*Rajcsányi-Molnár Mónika, Kővári Attila, Nagy Bálint*

Dunaújvárosi Egyetem

Idén második alkalommal került megrendezésre az országos MaTech matematika verseny a Klebelsberg Központ szervezésében, melyen 10 és 11 osztályos diákok 3 fős csapatokkal vettek részt. A Dunaújvárosi Egyetem, mint szakmai partner a verseny kidolgozásában, lebonyolításában, feladatok összeállításában, értékelésében működött közre. Az előadás bemutatja, hogy milyen szakmai feladatok mentén került kidolgozásra a verseny és milyen tapasztalatokat, véleményeket alkottak a versenyről a résztvevő diákok, felkészítő tanárok és a zsűri, milyen elképzelések vannak a következő versenyre vonatkozólag.

A kutatást az EFOP-3.6.1-16-2016-00003 K+F+I folyamatok hosszú távú megerősítése a Dunaújvárosi Egyetemen program támogatta.

## KÖZLEKEDÉSINFORMATIKA

### **A közlekedési informatika elméleti oktatása és kutatása a BME**

#### **Közlekedésüzemi és Közlekedésgazdasági Tanszékén**

*Császár Csaba, Csonka Bálint, Földes Dávid*

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar, Közlekedésüzemi és Közlekedésgazdasági Tanszék

A közlekedési szervezetek térben kiterjedt, bonyolult rendszerek, melyekben egyre nagyobb méretű információhalmazokat kezelünk a különböző célok elérése érdekében. A közlekedési informatika fogalma és tárgyköre a múlt század második felétől kezdődően alakult ki és azóta is folyamatosan, egyre gyorsuló ütemben fejlődik. A technikai és tudományos ismeretek bővülése a téma kiterjedt hazai kutatását, az elméleti és gyakorlati eredményeknek az oktatásba történő tematikus beillesztését kívánja meg. Ennek a tevékenységnek az egyik eredményes műhelye a BME Közlekedésüzemi és Közlekedésgazdasági Tanszéke.

### **A közlekedési informatika gyakorlati oktatása a BME Közlekedésüzemi és Közlekedésgazdasági Tanszékén**

*Földes Dávid, Csonka Bálint, Császár Csaba*

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) -  
Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar (KJK) - Közlekedésüzemi és  
Közlekedésgazdasági Tanszék (KUKG)

A közlekedési rendszerek (szervezetek) és folyamatok szervezése, valamint célorientált működtetése magas színvonalú információellátást kíván. A közlekedési információk rendszerek célja az információigények kielégítése, melynek hatékonysága az „erőforrásként” kezelt adatbázis-szerkezeteken múlik. Az adatok teremtik meg a kapcsolatot a rendszeremlek és a folyamatok között. A közlekedésmérnöki alapképzés része az adatbázis-kezelés gyakorlati elsajátítása közlekedési példákon keresztül, míg a mesterképzés része egy-egy választott személyközlekedési szolgáltatás információs rendszer koncepciójának megtervezése építve az elsajátított adatbázis ismeretekre is. A cikkben bemutatjuk a BME Közlekedésüzemi és Közlekedésgazdasági Tanszékén közlekedési informatika témakörben végzett gyakorlati oktatást.

### **Személyközlekedési szolgáltatások elemzési módszerei**

*Császár Csaba, Nagy Simon*

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Az okos városok koncepciója egyre elterjedtebb; olyan városok, melyek informatikai eszközöket alkalmaznak a teljes fenntarthatóság elérése érdekében. Egyik legfontosabb komplex részrendszere a smart mobilitás, mely kapcsán a közlekedésmérnöki gyakorlatban számos menedzsment, társadalmi, szervezeti, stb. kérdéskör felmerül. A közlekedési minőség az utazók elégedettségének mércéje, a minőség fokozása pedig smart környezetben rendszerszintű intézkedéseket igényel. A személyközlekedési rendszerek elemzése megfelelő módszertannal lehetséges, amely alkalmazásával az intézkedések megalapozhatók. Célunk az

elemzési módszerek oktatásával a közlekedésmérnök hallgatók széles látókörű problémamegoldó képességének kialakítása.

## **Elektromos autóbuszok statikus és dinamikus töltési infrastruktúrájának optimalizálása**

*Csonka Bálint, Csiszár Csaba, Földes Dávid*

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar, Közlekedésüzemi és Közlekedésgazdasági Tanszék

A közúti közösségi közlekedés okozta környezet terhelés csökkentésének hatékony eszköze az elektromos autóbuszok alkalmazása a városi közlekedésben. Az elektromos autóbuszok üzemeltetésének alapvető szükséglete a megfelelő töltőinfrastruktúra, amit az autóbusz szolgáltatás alapján kell meghatározni. Ezért kidolgoztunk egy matematikai modellt, amivel leképezhető a szolgáltatás és a töltőberendezések jellemzői. A modell a végállomási töltőberendezések helyszinkijelölésének az alapja. A módszer újszerűsége, hogy a magas töltőberendezés kihasználtság elérése érdekében támogatja a töltőberendezés teljesítményének az optimalizálást. A módszert Kőbánya autóbusz hálózatára alkalmaztuk. Megállapítottuk, hogy a töltőberendezések optimális teljesítményét jelentősen befolyásolja a menetrendi tartózkodási idő.

## **Közúti elektromos járművek akkumulátorainak használata funkcionális élettartamuk után időjárásfüggő naperóművek termelésének szabályozására**

*Havas Márton, Csiszár Csaba*

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Az energiafogyasztásunk napi lefutása nem egyenletes. A fogyasztásbeli változásokra hirtelen reagálni képes, jól szabályozható termelőegységeket csúcseróművek hívjuk. Hagyományosan, a csúcseróművek szerepét Magyarországon fosszilis tüzelőanyaggal működő erőművek töltötték be. Az utóbbi években a naperóművek és az energiatárolás fajlagos költsége jelentősen csökkent, így az akkumulátorokkal kiegészített naperóművek is alkalmazhatók jól szabályozható csúcseróműként.

Az elektromobilitási rendszerben használt akkumulátorok a közlekedési funkció élettartama utáni újrahaznállattal (ún. second life) költségoptimalizált megoldást jelentenek az időjárásfüggő megújuló erőművek szabályozására. Az élettartam hosszabbításával a hulladékpiramis "újrahaznállat" szintje elnyúlik, az akkumulátor ökológiai lábnyoma csökken. Azt vizsgáltuk, hogy versenyképesek-e az újrahaznállt elektromos közúti jármű akkumulátorokkal kiegészített naperóművek a szabályozható erőművek piacán. Az összehasonlítás elsődleges szempontja a fajlagos élettartam költség (LCOE - levelized cost of electricity) mutató.



**ISBN 978-963-9915-96-1**