



MISKOLCI
EGYETEM
UNIVERSITY OF MISKOLC



Műszaki Tudomány az Észak-Kelet Magyarországi Régióban 2024

KONFERENCIA

ELŐADÁSOK KIVONATAI

Miskolc, 2024. május 22.

Szerkesztette:

Dr. Dömötör Csaba

az MTA MAB Gépészeti és Informatikai Szakbizottság,

Gépszerkezettani Munkabizottság titkára

Kiadja: MTA TABT Debreceni Területi Bizottság Titkársága

Támogató: Prof. Dr. Horváth Zita, a Miskolci Egyetem rektora

ISBN: 978-963-7064-45-6

Miskolc, 2024.

A konferenciát szervezi a

Magyar Tudományos Akadémia

Debreceni Területi Bizottság

Műszaki Szakbizottsága

és

Miskolci Területi Bizottság

Gépészeti és Informatikai Szakbizottsága

valamint a

Miskolci Egyetem

Gépészmérnöki és Informatikai Kar

Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar

Anyag- és Vegyészmérnöki Kar

A konferencia Programbizottsága:

Prof. Dr. Kocsis Imre elnök; **Dr. Dömötör Csaba** titkár

Vadászné Prof. Dr. Bognár Gabriella, Dr. Békési Bertold,

Dr. Szodrai Ferenc, Dr. habil Antal Tamás

A konferencia Miskolci Szervezőbizottsága:

Prof. Dr. Szűcs Péter, Prof. Dr. Siménfalvi Zoltán, Prof. Dr. Palotás Árpád Bence,

Prof. Dr. Szabó Norbert, Dr. Dömötör Csaba, Vadászné Prof. Dr. Bognár Gabriella,

Szilvásiné Dr. Rozgonyi Erika

Tartalom

A PLENÁRIS SZEKCIÓ ELŐADÁSAI

Prof. Dr. Lakatos Ákos: Innovatív hőszigetelőanyagok hőtechnikai tulajdonságainak vizsgálata és alkalmazási lehetőségeik	9
Dr. habil. Antal Tamás, Nagy János: Korszerűsített B1-15 típusú gabonaszárító energetikai felülvizsgálata és a felületi hőveszteség azonosítása	10
Dr. Palik Mátyás: A TKP2021 NVA-16 KFI projekt Integrált-mintarepülőter kiemelt kutatási terület bemutatása	11

A GÉPÉSZET I. SZEKCIÓ ELŐADÁSAI

Dr. Bodzás Sándor: Manufacturing design of traverse grinding technology	13
Dr. Sztankovics István: Can the increased feed be beneficial on the surface quality in tangential turning?.....	14
Németh Géza: Mozgatóorsós kéziszerszámok és egyszerű gépek modellezése.....	15
Németh Géza: Önsegítés elve a terhelés igényének megfelelő összeszorító erő biztosítására dörzsbolygóműben.....	16
Dr. Agárdi Anita: Termelésütemezési feladat megoldása genetikussal	17
Ferencsik Viktória: Az elméleti érdekesség analitikus elemzése külső hengeres felület vasalása esetén	18
Albert Judit, Dr. Takács Ágnes: Alvázszerkezet konstrukciós analízise	19
Albert Judit, Dr. Takács Ágnes: Növényi sejtfal végeeselemes parametrikus modellezése...20	
Al-Najjar Iyad: A Numerical method to solve Euler-Bernoulli beam equations under moving loads	21

A GÉPÉSZET II. SZEKCIÓ ELŐADÁSAI

Dr. habil. Bodnár István: Napelemek és akkumulátorok dilemmája	23
Gillani Syed Musa Hassan, Balogh Gabor: Critical Analysis of Tensile Testing for Various 3D Infill Patterns	24
Aghakhani Alireza, Dr. Ágnes Takács: Sustainable Product Design: Integrating DFX principle for environmental impact reduction.....	25
Omle Issa, Dr. Kovács Endre: Using Recycled Plastic Materials to Optimize the Design of Homes	26
Marada Imre: 3D nyomtatással gyártott műanyag fogaskerekek vizsgálata	27
Borsodi Eszter, Dr. Takács Ágnes: Optimization of 3D printing parameters of biobased material using Taguchi method	28

Kovács Attila, Somogyiné Dr. Molnár Judit, Prof. Dr. Jármái Károly: Modell felállítása ipari létesítményen belüli harmonikus injektációk szimulálásához.....	29
Besenyei István, Dr. Bihari Zoltán: Vizsgálati módszer az alumínium profilok terhelésére vonatkozóan.....	30
Csehi Bálint, Dr. Bihari Zoltán: Többfunkciós 3D nyomtató tervezése.....	31

A KÖRNYEZET- ÉS FÖLDTUDOMÁNYOK SZEKCIÓ ELŐADÁSAI

Dr. Hancz Gabriella: A CATL akkumulátorgyár vízgazdálkodása szakmai szemmel	33
Dr. Hancz Gabriella: A települési zöld infrastruktúra alkalmazhatóságának korlátai	34
Dr. Nádasi Endre: Földradar (GPR) adatok attribútum elemzése	35
Dr. Buday Tamás, Kyrillos Samir Ghattas: Öntözési célú felszín alatti vízkivétel hatásának hidrodinamikai modellezéssel történő meghatározásához kapcsolódó módszertani kérdések	36
Dr. Nyiri Gábor, Fekete Zsombor, Kolencsikné Dr. Tóth Andrea, Dr. Madarász Tamás, Dr. Zákányi Balázs, Prof. Dr. Szűcs Péter: Parti szűrésű rendszerek hidrodinamikai modellezési feladatai a Duna mentén	37
Ilyés Csaba, Miklós Rita, Lénárt László, Prof. Dr. Szűcs Péter: Bükki karsztvízszintek wavelet-elemzésének első eredményei.....	38
Miski Zoltán Milán, Dr. Bodnár Ildikó: A berekfürdői használt gyógyvíz hatásának vizsgálata a helyi felszíni befogadók vízminőségére	39
Bacsó Tamás: A kis permeabilitású talajokon adszorbeálódott nehézfémzennyezők viszonyainak jellemzése, továbbá a deszorpció fokozásának lehetőségei	40
Vincze László: Design and construction of a modern radio-magnetotelluric instrument.....	41

AZ ENVIRONMENTAL ENGINEERING SZEKCIÓ ELŐADÁSAI

Prof. Dr. Garai József, Dr. Kovács Imre: The Fracture Patterns Reveal the Failing Mechanism of the Tailing Dam Breach at Kolontar, Hungary	43
Prof. Dr. Garai József, Vadai Zsolt; Dr. Kovács Imre: Why the Failure of the Geotechnical Structures is Less Frequent than Predicted?	44
Akpomie Frederick, Dr. Bodnár Ildikó: Application of Hybrid Coagulation-Filtration for Decentralised Greywater Treatment	45
Hassanzad Mohammad, Dr. Bodnár Ildikó: Towards Sustainable Water Systems: Evaluating the Column-based Filter Media Performance in Greywater Treatment	46
Asghede Kabral Mogos, Dr. Vágó János, Hagos Dawit Berhane: GIS based assessment of Total Hardness in groundwater: a case study of Asmara, Eritrea	47
Abdullahi Magaji Bala: Arduino-based Smart Rainwater Harvesting System for Sustainable Water Supply.....	48

Jlaiel Khouloud, Prof. Dr. Dobróka Mihály: Polynomial-Based Approaches in Signal Processing: A Comparative Study of Legendre, Chebyshev, Gegenbauer, and Jacobis Polynomials	49
Tommaliéh Rami, Izbékiné Szabolcsik Andrea, Dr. Bodnár Ildikó: Application of Nutrient-Enriched Natural Zeolites from Greywater as Slow-Release Fertilizers for Plant Production	50
Spahiu Rozafa, Péter Tamás Nagy, Tamás Magyar: Unlocking Chlorella Vulgaris Growth Potential: CO2 Dosing and Nutrient Solution Interactions	51

A REPÜLÉSTUDOMÁNY SZEKCIÓ ELŐADÁSAI

Albert Csongor, Jámbor Krisztián, Dr. Békési Bertold: A repülésben használt Ethernet alapú adathálózat az AFDX.....	53
Dr. Major Gábor, Dr. Szilvássy László, Dr. Békési Bertold: Drón-ökoszisztéma a repülőtereken a 21. században	54
Mátrai Áron, Dr. Major Gábor, Dr. Békési Bertold: Katonai pilóta nélküli légi járművek műveleti területen történő, nem harcászati célú felhasználása.....	55
Dr. Békési Bertold: A H225M helikopter elektromos energiaellátó rendszere	56
Gajdács László: Pilóta nélküli légi járművek használatának repülésbiztonsági kockázatai	57
Dr. Kardos Krisztina, Dr. Major Gábor: Kitekintés a nemzetközi drónszabályozás világába	58
Dr. Tóth József, Csajbók Sándor Marcell: A repülőterek környezetvédelmi célú beruházásainak gazdasági kérdései a fenntarthatóság és az ágazati célok megvalósításának feltételei között	59
Dr. Kavás László, Dr. Óvári Gyula, Megyaszai Kevin: Az alternatív tüzelőanyagok a katonai repülésben	60
Dr. Kardos Krisztina, Dr. Major Gábor: A hazai drónszabályozás múltja, jelene és jövője ..	61

AZ ÉPÍTETT KÖRNYEZET SZEKCIÓ ELŐADÁSAI

Dr. Bereczki Zoltán: A szepeshelyi (Spišská Kapitula, Szlovákia) Szent Márton-templom és gótikus oltárainak 3D szkenneléses felmérése	63
Prof. Dr. Csomós György, Farkas Jenő Zsolt, Szalai Ádám: A magyar városok területhasználatának dinamikája: okok és következmények	64
Dr. Kovács Imre: A fib Model Code 2010 javaslata a nyírési ellenállás fokozatos közelítéssel történő meghatározására	65
Dr. Czédli Herta: Karakterisztikák és indikátorok a fenntartható városi zöldterület kezelésben - akkomodáció, inkluzivitás, utilitás a gyakorlatban	66
Dr. Lovra Éva: A topolyai Sarlós Boldogasszony templom - építéstörténet és rekonstrukció	67

Dr. Radnay László, Fülöp Soma: A komponens módszer módosított alkalmazása homloklemez oszlop-gerenda kapcsolatok nyomatéki ellenállásának meghatározására .68	
Igaz Titusz: A jövő építőanyagai – természetesen az organikus megoldások a leginkább környezetkímélők.....69	
Németh Géza: Településeink rendezettségének energiatakarékos megteremtése és fenntartása70	

AZ ÉPÜLETGÉPÉSZET SEKCIÓ ELŐADÁSAI

Dr. L. Szabó Gábor: Investigating the possibility of exergetic optimization for absorption chillers72	
Dr. Szodrai Ferenc: Fal hőátadási tényezőjének változása az év során73	
Bodó Béla: Napkollektoros rendszerek létjogosultsága napjainkban energetikai szempontból.....74	
Hámori Sándor: Debreceni Egyetem Infektológia: A légtechnikai rendszer kihívása egy egészségügyi intézményben75	
Béni Emese, Dr. L. Szabó Gábor: Design of the fan-coil cooling-heating system of an office building – a case study76	
Józsa Szabolcs, Dr. L. Szabó Gábor: Jegesvízes puffertárolók hűtési alkalmazhatóságának vizsgálata egy irodaépület esetén.....77	
Molnár Dániel, Dr. L. Szabó Gábor: Analysing Heating and Cooling System Design Considerations for a Nursery Building – A Case Study.....78	
Németh Bíborka: Légfertőtlenítő berendezések alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata79	
Biró Bence, Kostyák Attila: Indirekt Evaporatív léghűtő rendszer vizsgálata.....80	

AZ ANYAGTUDOMÁNY, ANYAGVIZSGÁLAT SEKCIÓ ELŐADÁSAI

Prof. Dr. Lukács János, Nagy Nóra: A hidrogén kitétség hatása csőtávvezeték szakaszok viselkedésére.....82	
Dr. Kiss Zsolt Péter, Kassai Zsolt, Szenté Márk: Gumiabroncsok fáradásos bordatörés-vizsgálatai lehetőségeinek kifejlesztése laboratóriumi körülmények között83	
Tóth Csenge Emese, Dr. Nagy Gábor: Gumiabroncs pirolízis során keletkező termékek vizsgálata84	
Vass Dominik, Dr. Huri Dávid: A Tiszta nyírás hatása a próbatest oldalarányára és az alakváltozási mezőre gumi esetén85	
Kovács Judit: S1100M nagyszilárdságú acél hőhatásövezeti tulajdonságainak fizikai szimulációra alapozott vizsgálata.....86	
Tomkóné Nyiri Katalin: A magyar földgázszállító rendszeren található gázátadó állomások hidrogénállósága 2-20-100 tf% hidrogénbetáplálás esetén87	

Nagy Nóra, Prof. Dr. Lukács János: Hidrogénnek kitett acél csőtávvezeték szakaszok viselkedésének megítélése teljes méretű szerkezeti elemeken végzett mechanikai vizsgálatok alapján	88
Hamza Alexandra, Dr. Kocserha István: Égetett kerámiák nyomószilárdságának növelése természetes adalékanyag hozzáadásával	89

A MÉRNÖKPEDAGÓGIA SZEKCIÓ ELŐADÁSAI

Prof. Dr. Kocsis Imre, Codruta Bendea: A sztochasztikus modellezési készség fejlesztése hallgatói projekteken keresztül.....	91
Dr. Árvai-Homolya Szilvia: Nehézségek és lehetőségek a mérnökhallgatók matematika oktatásában.....	92
Szilvásiné Dr. Rozgonyi Erika: Térszemlélet fejleszthetőségének lehetőségei a lemorzsolódás csökkentése érdekében egyetemi hallgatók körében.....	93
Nagyné Dr. Kondor Rita: Szakmai tanárképzés – kihívások és megoldások	94
Dr. Burján-Mosoni Boglárka, Vámosiné Dr. Varga Adrienn: A folyamatos online számonkérés hatékonysága	95
Szakács Beáta: Az épített környezeti nevelés a bizonytalanság korában	96

A MUNKAVÉDELEM SZEKCIÓ ELŐADÁSAI

Dr. Zákányi Balázs, Fodor Ádám, Dr. Zákányiné Dr. Mészáros Renáta: A mesterséges intelligencia alkalmazásának lehetőségei a munkavédelemben	98
Dr. Zákányi Balázs, Fodor Ádám, Dr. Zákányiné Dr. Mészáros Renáta: A munkavédelemben alkalmazható mesterséges intelligencia alkalmazásának morális és etikai kérdései	99
Dr. Zákányi Balázs, Páll Gergely, Dr. Zákányiné Dr. Mészáros Renáta: Munkavédelem vizsgálata a régészeti feladatellátásban.....	100
Dr. Zákányi Balázs, Hasulyó Gábor, Dr. Zákányiné Dr. Mészáros Renáta: Elektromos hajtású autók szervizelésének munkabiztonsági elemzése	101
Dr. Zákányiné Dr. Mészáros Renáta, Árvai Károly, Dr. Zákányi Balázs: Olajtartalmú veszélyes hulladék előkezelő vákuum bepárló technológiával történő fejlesztésének munkavédelmi kérdései	102
Dr. Zákányiné Dr. Mészáros Renáta, Bartha Xénia, Dr. Zákányi Balázs: A víziközművek által foglalkoztatott munkavállalók számára ágazati ajánlás az egyéni védőeszköz juttatási rendre vonatkozóan	103
Dr. Zákányiné Dr. Mészáros Renáta, Dr. Zákányi Balázs, Friesz Patrik: Ivóvízkezelésben alkalmazott klóralapú oxidálószer munkavédelmi szempontú értékelése	104
Szilvási Marcell, Bese Marcell: Georadar használata úthibák felett.....	105
Szamosi Attila, Dr. Szalontai Lajos: Low Cost szenzor tesztelés az Éghajlatváltozási Multidiszciplináris Nemzeti Labor 7b alprojekt keretein belül	106

A PLENÁRIS SZEKCIÓ ELŐADÁSAI

Innovatív hőszigetelőanyagok hőtechnikai tulajdonságainak vizsgálata és alkalmazási lehetőségeik

Prof. Dr. Lakatos Ákos¹

Az Európai Unióban az összes energia felhasználásának közel 40%-a az épületektől származik, míg további közel 20-40% a járművektől. Az Európai Unióban csökkenteni kell e szektorokban az energiaveszteséget. Magyarországon hozzávetőleg 3 millió lakás szorul felújításra, és az összes közül csak néhány (pár száz) teljesíti a 2020 irányelvhez tartozó költségoptimalizált szintet. Ennek a szintnek az eléréséhez egy lehetőség az épületek hőszigetelése. Az épületeknél utólagos hőszigeteléssel növelni lehet az energia-megtakarítás lehetőségét. Ahhoz, hogy kellő mértékben csökkentsük a falakon keresztüli hőveszteséget a hagyományos szigetelőanyagokat (polisztirol, gyapottáblák) ma már vastagabb méretekben kell alkalmazni (20-25 cm). Bizonyos helyeken ez a vastagság nem alkalmazható ezért a nanotechnológiás/fejlett hőszigetelő anyagok (mint pl. aerogél, kerámia tartalmú hőszigetelő festékek, vákuum hőszigetelő panelek, grafittal adalékot hőszigetelő anyagok, és ezek keverékei) használata egyre inkább indokoltá válik. Manapság a külföldi szakirodalomban gyakran használt „Super Insulation Materials” megnevezést használják ezekre az anyagokra. Az említett termékek sokkal jobb hőszigetelő tulajdonságokkal rendelkeznek, ezért sokkal kisebb méretekben is alkalmazhatók. Ezen anyagok már felhasználhatók járművek (pl.: repülőgépek) hőszigetelésére is, de elektromos autók hőszigetelésére is alkalmas. Mivel ezek új anyagok, keveset tudunk róluk: az idő múlásával hogyan változnak a tulajdonságai, illetve a változó környezeti paraméterek milyen hatással vannak a tulajdonságaikra. A előadásban átfogóan foglalkozok a hőterjedési viszonyokkal a különböző hőszigetelőanyagnál, bemutatom, hogy különböző környezeti hatások, mint például az emelkedett hőmérséklet, hogyan hat az anyagokra.

¹ tanszékvezető, egyetemi tanár, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Épületgépészeti és Létesítménymérnöki Tanszék

Korszerűsített B1-15 típusú gabonaszárító energetikai felülvizsgálata és a felületi hőveszteség azonosítása

Dr. habil. Antal Tamás², Nagy János³

A szemestermény szárítás rendkívül magas hőenergia-felhasználása igazi kihívást jelent a nemzetgazdaság számára. A szárítás költsége döntő a gabonatermelés eredményessége szempontjából, melynek mértéke – az alkalmazott szárítástechnológia figyelembevételével – elérheti az összes termelési költség 25-40%-át. Mindezeket figyelembe véve olyan mezőgazdasági szárító fejlesztésére van szükség, mely alacsony villamos- és hőenergia-felvétellel rendelkezik, továbbá a porkibocsátás minimalizált és a szárított termék kiváló minőségű.

A hazai szemestermény szárítógép-park összetételét vizsgálva, többsége továbbra is rendkívül korszerűtlen berendezésekből áll. Ezeknek a szárítóknak a fajlagos hőenergia-felhasználása 5,5-6,5 MJ/kg víz (a nyers gabonából 1 kg víz elpárologtatásához szükséges hőenergia-felhasználás) közzé esik, ami igen magas értéket képez, ezért energiazabálóknak tekinthetők.

A jelenleg üzemelő kb. 35-40 éves szárítók többségét még megéri és fel lehet újítani, mely során a szakemberek elvégzik a hővisszanyerő rendszer, a légcsatornák, a szigetelés, a szárítóvezérlő szekrény kiépítését, és a porleválasztó elhelyezésével a rendszer a környezetvédelmi követelményeknek is megfelel.

A jelen tanulmányban az 1980-as években épült Bábolna 1-15 típusú keresztirányú légátvezetési, csörgedezett rendszerű aknás terményszárító felújításának energetikai célú eredményét ismertetjük, mely során a hűtőventilátor kiiktatásával és a szárítólevegőt újrahasznosító, hővisszanyerés alkalmazásával a fajlagos hőenergia-fogyasztás 29%-kal csökkent az eredeti megoldáshoz képest. Ezt az értéket a szárítóberendezés hőtechnikai ellenőrző vizsgálat elvégzésével igazoltuk. A légtechnikai felülvizsgálat elvégzése során megállapítottuk, hogy a ventilátorok a beállításnak megfelelően működnek.

A terményszárító felületi hőveszteségét a szárításra felhasznált földgázfogyasztás és a Mollier-féle h-x diagram alapján számolt fajlagos hőfelhasználás különbségéből határoztuk meg.

² egyetemi docens, Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, Jármű- és Mezőgazdasági Géptani Tanszék

³ tanársegéd, Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet

A TKP2021 NVA-16 KFI projekt Integrált-mintarepülőter kiemelt kutatási terület bemutatása

Dr. Palik Mátyás⁴

A drónok piaca és alkalmazási területe folyamatosan növekszik, új lehetőségeket kínálva az ipari, mezőgazdasági, kereskedelmi, közszolgálati és védelmi feladatoknak. A drón-iparág robbanásszerű fejlődése évek óta tartó folyamat, mely számos technikai, szabályozási, ellenőrzési és biztonsági kérdést vet fel.

Bár jelenleg még szigorúan óvjuk a repülőtereket a drónok repüléseitől, előreláthatóan néhány év múlva a technológiai fejlődés lehetővé teszi majd a repülőterek használatát nagyméretű, pilóta nélküli légi járművek és úgynevezett munkadrónok számára. Az „Integrált-mintarepülőter” kutatási terület célja a hagyományos és pilóta nélküli légi járművek integrált, biztonságos és környezetkímélő repülőteri üzemeltetési feltételeinek kialakítása.

Ezen kutatási terület három kutatócsoportja a Green Airport, a Drone Sensors és a Virtual Airport részletesen foglalkozik a repülőter- és légi jármű üzemeltetési rendszer modelljének kialakításával. A Green Airport kutatócsoport a környezetkímélő és fenntartható üzemeltetési módszereket vizsgálja, míg a Drone Sensors csoport többfunkciós munkadrónok fejlesztésén dolgozik a repülőter ellenőrzésére, drónokkal megvalósuló feladatokra való felhasználásra. A Virtual Airport kutatócsoport, 3D szimulációkat futtat, illetve döntéstámogató megoldásokat fejleszt a biztonságos és optimális légiforgalom szervezéséhez.

A folyamatban lévő kutatások céljai és eddigi eredményei kerülnek bemutatásra szerző által.

⁴ dékánhelyettes, egyetemi docens, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Repülésirányító és Repülő-hajózó Tanszék

A GÉPÉSZET I. SEKCIÓ ELŐADÁSAI

Manufacturing design of traverse grinding technology

Dr. Bodzás Sándor⁵

The main property of the traverse grinding technology is the synchronization of two rotational and one linear motions. Both the workpiece and the tool do rotational motions but either workpiece or tool does linear motion considering the type of the working machine that can be conventional or CNC controlled machine. The grinding technology is a refining technology that is at the end of the manufacturing process before the final inspection. The goal of this technology is the reduction of the previously received surface roughness and the provision of the better accuracy for the connecting surfaces in the constructions.

It can be external or internal grinding technology where the determination of the equivalent diameter is necessary to determine the technological parameters of the process. Knowing of this equivalent diameter it is possible to make the technological calculations independent from the changing of the workpiece diameter. Thus, the macro model is reconducted to a surface grinding technology where the depth of cut and the contact length are the same as traverse grinding technology has.

In the real industrial cases the initial diameter and the final diameter are given with tolerances. Knowing of the applicable depth of cut for roughing and finishing the number of the manufacturing passes can be determinable. The sparking manufacturing passes also have to be considered where depth of cut is not adjusted. After that the other technological parameters can be calculated.

Knowing of the initial parameters comparative manufacturing analysis will be designed to compare the received technological parameters in the function of the initial parameters (workpiece diameters, workpiece length, number of revolution of the workpiece and the tool, depth of cuts, the type of the material, etc.).

The machining time is also an important parameters of the chip separation process since it can show the necessary time that is needed for the execution of the whole grinding process that is needed for the manufacturing schedule.

I think this work can help to the manufacturing designers to optimize the technological parameters for concrete tool and workpiece materials. It is also usable to write CNC programs for CNC machines.

⁵ egyetemi docens, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék

Can the increased feed be beneficial on the surface quality in tangential turning?

Dr. Sztankovics István⁶

The increase of the productivity in machining of mechanical parts is often achieved by the application of higher feed values, since it means more removed unwanted material from the workpiece, while the other technological parameters remain the same. However, this usually leads to the generation of rougher surface topography, since the shape of the generated surface changes in a disadvantageous way. Therefore, the achievable surface roughness usually limits the maximum value of the feed in machining, therefore the realisable productivity is highly limited. The surface quality is affected by more characteristics, therefore there are some cases, where the above statement is not entirely true. These include the grain sizes and distribution in the workpiece, the stress state of the pre-machined workpiece, and the material removal characteristics of the given part material. In this study, the tangential turning procedure is being analysed in the point of view of the generated surface topography. Experiments were carried out on 42 CrMo4 cylindrical workpieces in order to measure the roughness after machining. An AltiSurf 520 three-dimensional topography measuring instrument was applied for the measurements, which were carried out after the experiments using a confocal chromatic probe. The evaluation of the results showed, that the small increase of the feed has an advantageous effect on the surface roughness in tangential turning, because the chip removal becomes more stable thus decreasing the generated defects on the surface. It is highly recommended to take advantage of the adjustable high feed in tangential turning in order to decrease the machining time of the produced workpiece while maintaining the prescribed surface quality.

⁶ egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Gyártástudományi Intézet

Mozgatóorsós kéziszerszámok és egyszerű gépek modellezése

Németh Géza⁷

Egy kéziszerszám vagy egyszerű gép működésének megértése, az egyes elemek terhelésének, mozgásállapotának és igénybevételének tisztázása szükségessé tehet bizonyos egyszerűsítéseket. Az egyszerűsítések növelik az átláthatóságot. Használhatunk lehetőség szerint szabványos jeleket, melyekből szinte kapcsolási rajz-szerűen építjük fel a vizsgált gépet annak érdekében, hogy mi magunk, illetve az általunk célzott közönség gyorsabban átláthassa szándékunkat. Alapvetően vonalas ábrákat használunk, de lehet szerepe a színeknek, sőt lehet szerepe a vetületi ábrázolás mellett a térbeli ábrázolásnak. Az ábrákon megjelennek az orsó-anya kapcsolatok, a mozgásokat korlátozó kényszerek, az elmozdulások és erőhatások, a jobbkez szabály szerint értelmezett szögelfordulások és forgató nyomatékok, valamint az orsó (és esetleg anya) tengelyvonala mentén az igénybevételi ábrák. Fontos, hogy az átlagosnál összetettebb szerkezet esetén következtetni tudjunk az orsó teherbírásából a teljes szerkezet teherbírására, vektorsokszögek segítségével. Célunk az, hogy gépészmérnök hallgatóink gyorsan átláthassák az egyes mozgatóorsós feladatokat, megfelelő mintákon keresztül, és a sikerélmény tovább vigye őket újabb feladatok önálló áttekintése felé.

Szerepet kaphat e tárgykörben a technikatörténet, hiszen mozgatóorsós gépek igen változatos formában szolgálták az elmúlt századok emberét, gondoljunk csak a borászatra, a gépi forgácsolás, a lakatos és csőszerelő szakma számtalan változatban megtalálható satujára. A nyomdaipar és könyvkötészet, az élelmiszeripar ugyancsak számos területen felhasználta ezeket az egyszerű gépeket. A szállítóberendezések és kapunyitó mechanizmusok, a csőelzáró szerkezetek területe számos példával szolgál. A mérés és az anyagvizsgálat első generációs gépei is inkább mozgatóorsós működtetésűek voltak.

A mai mechanikus működtetésű végrehajtó szervek jó része ugyan jó hatásfokú, nagy pontosságú golyós orsós, gondoljunk a CNC szerszámgépekre, de ezek modellezése lényegileg azonos feladatot jelent.

⁷ adjunktus, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Gép- és Terméktervezési Intézet

Önsegítés elve a terhelés igényének megfelelő összeszorító erő biztosítására dörzsolygóműben

Németh Géza⁸

Az önsegítés elve számos berendezés működésének sajátja. A hidraulika és pneumatika dinamikus tömítései jó része, a nyomástartó edények fedeleinek statikus tömítései, egyes biztonsági tengelykapcsolók juthatnak eszünkbe. Minden olyan helyen szerepet kap, ahol a terheléssel arányos összeszorító erőre van szükség.

A hajtások egy része súrlódó, más szóval erőzáró. A kapcsolódó felületek egyszerűbbek, a fáradási jelenségek talán kevésbé jelentkeznek, ugyanakkor a gépelemeket kímélő, terheléssel arányos összeszorító erő igénye fokozottabban jelentkezik. A technikatörténet és az irodalom számos megoldást ismer, ezek változatainak számát szeretnénk bővíteni úgy, hogy az elemek számát ne növeljük, hanem azok kialakítását állítsuk az önsegítés elvének szolgálatába.

⁸ adjunktus, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Gép- és Terméktervezési Intézet

Termelésütemezési feladat megoldása genetikus algoritmussal

Dr. Agárdi Anita⁹

Jelen cikk egy termelésütemezési feladat, a Flow Shop Scheduling (FSS) feladattal foglalkozik. A Flow Shop Scheduling Problem (FSS) egy olyan termelésütemezési feladat, amely során n feladatot m gépnek kell elvégeznie. Minden feladatot minden gépnek el kell végeznie. Ha egy feladatot egy gép elkezdett, akkor azt be kell fejeznie mielőtt egy másik feladatot elkezdene. A cél a gyártási idő minimalizálása. Az FSS feladatot, mely során adott számú feladatot adott számú gépen kell végrehajtani, a cikk Genetikus Algoritmussal (GA) oldja meg. A Genetikus Algoritmus egy populációs alapú metaheurisztikus algoritmus, mely megoldások halmazát tartja fent. A leállási feltétel teljesüléséig olyan műveleteket hajt végre az aktuális megoldásokon, mint a mutáció és a keresztezés. A cikk a Genetikus Algoritmus hatékonyságát benchmark adatsoron mutatja be, összehasonlítva hat heurisztikus algoritmussal. A heurisztikus algoritmusok közül négy algoritmusnál az összes adatsorra jobb eredményt adott a cikkben vizsgált Genetikus Algoritmus, egy algoritmus esetében csupán kettő adatsorra adott rosszabb eredményt a GA. Egyetlen összehasonlító algoritmus volt, ahol a 30 teszt adatsor közül csak 22-nél adott jobb eredményt a GA. Ezenkívül háromféle diagrammal is ábrázolva lettek a teszt eredmények. A teszt eredmények alapján elmondható, hogy a vizsgált Genetikus Algoritmus hatékonyan megoldja a feladatot, a teszt eredmények többségében a Genetikus Algoritmus adta a legjobb eredményeket.

Kulcsszavak: Flow Shop Scheduling Problem, Genetikus Algoritmus

Köszönetnyilvánítás

„A Kulturális és Innovációs Minisztérium ÚNKP-23-4-II. kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.”

⁹ adjunktus, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Informatikai Intézet

Az elméleti érdeesség analitikus elemzése külső hengeres felület vasalása esetén

Ferencsik Viktória¹⁰

Az elmúlt évtizedben kiemelt fontosságúvá vált a gyártott alkatrészek minél jobb felületi minőségének biztosítása, így előtérbe kerültek az olyan befejező megmunkálások vizsgálata és fejlesztése, melyek hatékonyan biztosítani tudják ezeket az egyre szigorúbb minőségi követelményeket. Eredményesen alkalmazható e cél érdekében a hideg képlékenyalakító technológiák közé tartozó gyémántszerszá-mos felületvasalás. A forgácsleválasztás nélkül megvalósuló felületi érdeesség tervezhetősége azon-ban annak ellenére is körülményes és összetett folyamat, hogy a mérnöki technológia fejlődésének köszönhetően folyamatosan új lehetőségeket és módszereket dolgoznak ki az egyes anyagszerkezeti változások vizsgálatára. Jelen publikáció a vasalt felület elméleti érdeességének meghatározási lehetőségeit taglalja egy olyan matematikai modell meghatározása érdekében, mely képes előre összefüggéseket meghatározni a megmunkálási paraméterek és a felületi érdeesség paramétereinek között.

¹⁰ egyetemi tanársegéd, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Gyártástudományi Intézet

Alvázszerkezet konstrukciós analízise

Albert Judit¹¹, Dr. Takács Ágnes¹²

A tanulmány egy létra típusú teherautó alváz szerkezetének feszültséganalízisét mutatja be. A probléma megoldásához a SolidWorks szoftvert használtuk. Az alvázszerkezet konstrukcióját változtattuk a teherbírás növelése érdekében. A fellépő terhelések nagyságának csökkentése érdekében végrehajtott változtatások, a numerikus elemzés során azt mutatták, hogy jó alternatívát jelenthetnek az élettartam növelésére.

¹¹ PhD hallgató, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Gép- és Terméktervezési Intézet

¹² egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Gép- és Terméktervezési Intézet

Növényi sejtfaI végeelemes parametrikus modellezése

Albert Judit¹³, Dr. Takács Ágnes¹⁴

A növényi szárok morfológiájának ismerete, azok merevségének megértéséhez elengedhetetlen. A sejtstruktúrák végeelemes modelljeinek létrehozásával költséghatékony és ismételhető szimulációkat lehet végezni a szárok hajlásának megértéséhez különböző növények esetében. A kapott adatok magukban foglalják a sejtfaIak feszültséganalízisét, a sejtek számát és a sejtfaIak görbületi fokát. Az előadás olyan módszertant mutat be, amely feltárja a kétdimenziós végeelemes modellek automatizált fejlesztését.

¹³ PhD hallgató, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Gép- és Terméktervezési Intézet

¹⁴ egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Gép- és Terméktervezési Intézet

A Numerical method to solve Euler-Bernoulli beam equations under moving loads

Al-Najjar Iyad¹⁵

In this presentation, numerical methods method called the method of lines is going to be presented while considering Euler-Bernoulli beam subjected to moving loads. The Euler-Bernoulli beam theory serves as the foundational framework for understanding the behaviour of slender beams under transverse loading conditions, crucial in various engineering applications. The work was done on maple which is a symbolic mathematical programming language.

The Method of Lines (MOL) is a powerful, yet simple numerical method used to solve partial differential equations (PDEs) by discretizing the spatial domain while treating time as a continuous variable. When considering the dynamics of beams, the method of lines involves discretizing the spatial domain into a finite number of segments, thereby converting the partial differential equations governing beam deformation into a system of ordinary differential equations (ODEs) in time. This approach allows for the efficient utilization of time-stepping algorithms, such as Runge-Kutta or Adams-Bashforth methods, to integrate the ordinary differential equations and simulate the dynamic response of beams. The method of lines is easier to learn and simpler to implement compared to other numerical methods like finite element method or finite volume method.

An important aspect of applying the method of lines to beam dynamics is the treatment of moving loads. The presentation discusses strategies for incorporating time-varying loads into the numerical model using load discretization methods. By accurately representing the trajectory and intensity of moving loads, the method of lines facilitates the simulation of real-world scenarios encountered in structural engineering, such as vehicles traversing bridges or cranes moving along gantry systems. Furthermore, the work included multi span beams, different boundary conditions, different initial conditions, and the effects of attaching a mass to one end of the beam.

The presentation further explores the computational challenges associated with implementing the method of lines for dynamic beam analysis. Issues such as numerical stability, spatial discretization error, and computational efficiency are addressed through rigorous numerical analysis and sensitivity studies. Additionally, the abstract discusses the validation of the method of lines-based simulations through comparison with analytical solutions, if possible, to ensure the accuracy and reliability of the numerical results.

In conclusion, this presentation provides a comprehensive overview of the Method of Lines as a numerical method for solving Euler-Bernoulli beam equations under moving loads. By elucidating the theoretical foundations, computational strategies, and validation procedures associated with the method of lines, this study contributes to advancing the understanding and application of numerical techniques in structural engineering and related disciplines.

¹⁵ PhD student, University of Miskolc, Faculty of Mechanical Engineering and Informatics, Institute of Machine and Product Design

A GÉPÉSZET II. SZEKCIÓ ELŐADÁSAI

Napelemek és akkumulátorok dilemmája

Dr. habil. Bodnár István¹⁶

Az elmúlt években több alkalommal változott a napelemes rendszerekre vonatkozó jogi szabályozások. Egy időszakra a közcélú villamos hálózatra történő visszatáplálás felfüggesztésre került. A részleges feloldást követően pedig új elszámolási rendszert vezettek be, amelyek egyaránt lényeges mértékben befolyásolják a napelemes rendszerek megtérülési idejét. Az új Napenergia+ pályázatnál pedig kritériumként jelentkezik az akkumulátoros energiatároló integrálása a napelemes rendszerhez. Az akkumulátorok számos előnyét beárnyékolja a magas költségük és a napelemekhez képesti rövidebb élettartam. Mindezeket figyelembevéve napjainkban nagy dilemmát jelent, hogy telepítsünk-e ilyen rendszereket, avagy nem. A tanulmány több oldalról vizsgálja ezen dilemmát. A komplex vizsgálat energetikai- és energiaellátás-biztonsági, valamint gazdasági-gazdaságossági szempontból is megvizsgálja az egyes rendszereket.

¹⁶ egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Fizikai és Elektrotechnikai Intézet

Critical Analysis of Tensile Testing for Various 3D Infill Patterns

Gillani Syed Musa Hassan¹⁷, Balogh Gábor¹⁸

The general impacts of infills on the tensile strength and strain of a 3D printed part can be measured using a tensile test machine. Calculations for measurements such as the general strength of the infill have been calculated. Anycubic Kobra 3D printer was used to print the test specimen, these had different infills from Ultimaker cura which is commonly used. Understanding the impact of the infills on the test samples and further understanding of the infills shows the infill distribution inside a part. Better understanding of the nature of the infills will help us create parts that use lower material and has a lower overall cost. The 3D printing technologies with defined infills and uses can expand easily, and such infills can further be integrated into multiple software and help in part optimization. For understanding the effect of infills properly, I designed 2 Tests with different properties. The layer heights, wall layer counts, infill density, and top and bottom layer thicknesses were changed in the experiment. They were changed for the tests and the difference was observed. After reducing the layer counts and allowing the infill to have more space in the test sample the results were observed. A tensile testing machine with an integrated optical image camera to measure the accurate average strength and average strain of the materials was used. The results due to infill effect were compared. The effect of walls was also observed in each test where reducing the wall count more space was available for the infills and a larger difference with results completely dependent on the infills was observed. It was seen that with a plastic material lower infills densities have higher strain values whereas higher infill densities have higher stress values. Concentric infill was seen with highest strength with 30% infill density and Quarter-cubic was seen with the highest average strain with 15% infill density. Gyroid infill was observed to have a high average stress and strain in both infill densities due to its unusual shape.

¹⁷ student, University of Debrecen, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering,

¹⁸ University of Debrecen

Sustainable Product Design: Integrating DFX principle for environmental impact reduction

Aghakhani Alireza¹⁹, Dr. Takács Ágnes²⁰

This paper explores the integration of Design for Environment (DFE) principles within the broader framework of Design for X (DFX). In a world increasingly focused on environmental sustainability, understanding how DFE can be seamlessly incorporated into product design processes becomes paramount. Through a discussion of core DFE principles and analysis of case studies, this paper aims to elucidate methodologies that designers can adopt to create environmentally friendly products.

¹⁹ PhD student, University of Miskolc, Faculty of Mechanical Engineering and Informatics, Institute of Machine and Product Design

²⁰ associate professor, University of Miskolc, Institute of Machine and Product Design

Using Recycled Plastic Materials to Optimize the Design of Homes

Omle Issa²¹, Dr. Kovács Endre²²

In order to enhance or decrease heat loss and, consequently, lower cooling or heating loads, the current study intends to improve the thermal performance of the walls by creating hollow walls and determining the ideal width of the air gap between the plastic layers used as thermal insulation. This study examines and contrasts the thermal performance of an exterior multilayer wall made of recyclable materials with that of a typical wall.

²¹ PhD student, University of Miskolc, Faculty of Mechanical Engineering and Informatics, Institute of Physics and Electrical Engineering

²² associate professor, University of Miskolc, Faculty of Mechanical Engineering and Informatics, Institute of Physics and Electrical Engineering

3D nyomtatással gyártott műanyag fogaskerekek vizsgálata

Marada Imre²³

A műanyag fogaskerekeket leggyakrabban fröccsöntéssel szokták előállítani. Ez a módszer azonban csak nagy gyártási volumenek esetén gazdaságos, mivel az eljáráshoz szükséges szerszám tervezése és gyártása költséges és időigényes. A 3D nyomtatók kezdetben csak a prototípusgyártás eszközei voltak, azonban az utóbbi években egyre nagyobb teret nyernek. Mivel ezek a nyomtatók egyre pontosabbá válnak, így egyre több műanyag alkatrész készül ilyen módszerrel. Ennek egyik oka, hogy a 3D nyomtatók bonyolultabb geometriákat is egyszerűen és gyorsan képesek gyártani. Másik oka pedig, hogy a 3D nyomtatási eljárás nem igényel szerszámtervezést, így egyedi- vagy kissorozatgyártás esetén is gazdaságos. Ebben az előadásban a 3D nyomtatással készült műanyag fogaskerekek pontosságát vizsgáltuk. Ezt a témát azért választottuk, mert korábbi kutatásainkban, melyben kisméretű műanyag fogaskerekek speciális tervezési kérdéseivel foglalkoztunk, 3D nyomtatott fogaskerekekkel is találkoztunk. Ilyenkor mindig adódott a kérdés, hogy a 3D nyomtatott fogaskerekek mennyire felelnek meg a fröccsöntött fogaskerekek helyettesítésére. Ennek a kutatásnak célja az $m > 0,6$ mm modulú 3D nyomtatási technológiával gyártott fogaskerekek vizsgálata volt, annak meghatározása által, hogy az így létrehozott fogaskerekek a kiindulási geometriához képest mennyiben különböznek, illetve, hogy a gyártási mód mennyire befolyásolja a fogaskerekek paramétereit. Ennek megállapítására 3D nyomtatott fogaskerekeken végeztünk optikai mikroszkópos méréseket. A kutatás során először létrehoztuk a mérendő fogaskerekek geometriáját megfelelő szoftver segítségével. Ezt követően a létrehozott geometriához mérési sablonokat terveztünk és gyártottunk le szintén 3D nyomtatással, az optikai mikroszkópos mérések megkönnyítésének érdekében. Ezután kinyomtattuk a fogaskerekeket és elvégeztük a méréseket. A mérésekkel a fogak különböző paramétereit vizsgáltunk. A vizsgálatokat több modulra és fogszámmra végeztük el. Az eredményeket ez az előadás mutatja be.

²³ PhD hallgató, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Gép- és Terméktervezési Intézet

Optimization of 3D printing parameters of biobased material using Taguchi method

Borsodi Eszter²⁴, Dr. Takács Ágnes²⁵

Additive manufacturing (AM) opens up the possibility of creating machine components with complex geometries. The core stage of additive manufacturing is the process of building up an object layer by layer, called 3D printing. This method is typically combined with shape optimization techniques and, because of its layered structure, is suitable for producing parts with reduced mass and material consumption while retaining the same mechanical properties as those made with traditional subtractive manufacturing methods. Therefore, industries where weight reduction and consequently reduced fuel consumption are crucial factors, such as aviation, automotive, and aerospace, can benefit from 3D printing. Fused Deposition Modeling (FDM) is one of the most common 3D printing technologies for prototyping. FDM uses thermoplastic polymer material (referred to as filament), which is fed into a heated extrusion nozzle where it melts. The build-up head, which contains the nozzle, then moves along defined coordinates and deposits the molten material at specific points, where it immediately cools and solidifies, forming a layer of the object. The mechanical properties of the printed part are greatly influenced by printing settings; however, the large number of adjustable parameters makes it challenging to identify the optimal print parameter combinations and thereby achieve the highest quality. This study aims to investigate the influence of printing parameters, such as internal infill density, fill pattern, and layer height, on the mechanical properties of the test specimens. In order to reduce the extensive number of experiments, the design of experiments was conducted using the Taguchi method. Nowadays, environmentally conscious design and a circular approach are gaining increasing importance. Therefore, test specimens made of biobased filament were examined. Biobased polymer materials are typically characterized by weaker mechanical properties compared to traditional plastics. Consequently, identifying the optimal printing parameters that yield the best mechanical properties is particularly crucial.

²⁴ PhD hallgató, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Gép- és Terméktervezési Intézet

²⁵ egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Gép- és Terméktervezési Intézet

Modell felállítása ipari létesítményen belüli harmonikus injektációk szimulálásához

Kovács Attila²⁶, Somogyiné Dr. Molnár Judit²⁷, Prof. Dr. Jármai Károly²⁸

Az iparban a saját, belső villamos energia elosztóhálózatokban, a modern fogyasztók használata a villamos energia minőségének lerontása tekintetében egyre nagyobb aggodalomra ad okot. Ezért szükség van olyan technikákra, amelyek segítik a fogyasztók kollektív hatásának megértését, azok előrejelzését. E probléma megoldása érdekében ez a cikk egy olyan eszköz létrehozásához szükséges alapokat mutat be, amely modellezi a belső villamos hálózatokban az ipari fogyasztók által betáplált harmonikus áramok lehetséges sztochasztikus profiljait. Az elmélet alulról felfelé irányuló megközelítést alkalmaz, figyelembe véve az egyes termelő és segédüzemi eszközök eseteként kiszámíthatatlan fogyasztási mintáit és azok modellezett harmonikus injektálási spektrumát. A modellt egy nagyméretű ipari létesítmény fogyasztóinak valós idejű villamos energia minőségi értékeivel validáljuk.

²⁶ PhD hallgató, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Fizikai és Elektrotechnikai Intézet, Elektrotechnikai és Elektronikai Intézeti Tanszék

²⁷ egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Fizikai és Elektrotechnikai Intézet, Elektrotechnikai és Elektronikai Tanszék

²⁸ egyetemi tanár, Miskolci Egyetem, Energetikai és Vegyipari Gépészeti Intézet, Vegyipari Gépészeti Intézeti Tanszék

Vizsgálati módszer az alumínium profilok terhelésére vonatkozóan

Besenyei István²⁹, Dr. Bihari Zoltán³⁰

A XXI. századi gépépítés területén a hegesztett szerkezetek mellett egyre nagyobb népszerűségnek örvendnek a gépépítő alumínium profilok.

A kereskedelmi forgalomban nagyon sokféle keresztmetszetű és méretű profil, valamint a hozzájuk csatlakoztatható különböző összekötő és kiegészítő elem is kapható.

Változatos megjelenésüknek, valamint megannyi egymáshoz csatlakoztatási lehetőségüknek köszönhetően a legkülönbébb tartók, gépállványok, szállítópályák, gépvázak alapjául szolgálnak. Az összeszerelés történhet fúrásmentes összekötők alkalmazásával, vagy valamilyen forgácsolási megmunkálással.

Az összekötő elemek gyártásával foglalkozó gyártók állítása alapján egy összetett szerkezet leggyengébb láncszeme maguk az alumínium profilok lesznek, ezért sok esetben az összekötők teherbírását a katalógusaikban nem tüntetik fel.

A legtöbb cég termékkatalógusaikban tájékoztató adatokkal szolgál a profilok lehajlásáról, elcsavarodásáról, azonban a szakirodalom nem található olyan adatok, amik összeszerelést követően vizsgálnák a profilok teherbíró képességét.

Az előadásomban különböző keresztmetszetű gépépítő alumínium profil vizsgálatával fogok foglalkozni. A profilok jellegzetes részei a profilhornyok, valamint a centrál furatok. A centrál furatokban kialakított menetes részek szabványos kötőelemek, géplábak befogására alkalmasak. A profilok centrál furatában kialakított menetes rész teherviselő képességét úgy fogom vizsgálni, hogy különböző mélységben csatlakoztatok menetes gépelemeket (géplábat, csavarokat) a furatba, amiket ezután egy szakítógéppel segítségével lassan növelve a szakítóerőt axiális irányban megpróbálom kihúzni. A mérés során regisztrálni fogom az elmozdulást, valamint a terhelőerő nagyságát. Ezt a vizsgálati módot több, már előre elkészített próbatesten fogom elvégezni.

Ahhoz, hogy a vizsgálat során a szakítóerők értékei ne függjenek olyan zavaró tényezőktől, mint pl.: a profilok megfogási módjától, ezért egy speciális megfogókészülékre is szükség van, amiben a profilok könnyen elhelyezhetők és ez a készülék könnyen csatlakoztatható a szakítógéppel befogó részeihez.

A kutatási terv szerint, az egyes becsavarási hosszhoz tartozó átlagos szakítóerőket a vizsgált profiltípusokra meghatározom, majd ezt követően a profilokat rangsorolom a terhelhetőség figyelembevételével.

²⁹ PhD hallgató, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Gép- és Terméktervezési Intézet

³⁰ egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Gép- és Terméktervezési Intézet

Többfunkciós 3D nyomtató tervezése

Csehi Bálint³¹, Dr. Bihari Zoltán³²

A 3D nyomtatásról nyugodtan kijelenthetjük, hogy a XXI. század gyártástechnológiája lesz. A különböző technológiák széles skáláját használjuk a prototípus-gyártástól az egészségügyön át az űrkutatásig, miközben a technológiák és a berendezések fejlődése még szinte gyerekcipőben jár.

A sok lehetőség közül a leginkább az FDM/FFF technológia terjedt el, jómagam is hat év tapasztalattal rendelkezek ezen 3D nyomtatók használatában, szervizelésében, valamint egy rövid ideig értékesítési területen is dolgoztam. Az értékesítés kapcsán láttam azt, hogy sok kisvállalkozás részéről igény lenne egy olyan nyomtatóra, ami árban és jellemzőiben is átmenetet képez a hobbicélú és ipari nyomtatók között. A szervizelés során szerzett tapasztalataim megmutatták a piacon kapható nyomtatók előnyeit és hátrányait, illetve több népszerű modell jellemző hibáit és hiányosságait is volt alkalmam megismerni.

Ezen tapasztalatok hatására döntöttem úgy, hogy diplomatervem céljának egy olyan 3D nyomtató megtervezését és megépítését tűztem ki célul, ami képes megfelelni több vevői célcsoport igényeinek, és nélkülözi a leggyakoribb tervezési hiányosságokat, gyenge pontokat. Jelen publikációban a tervezési szempontok áttekintése után röviden ismertetem az általam tervezett 3D nyomtató szerkezeti felépítését. Bemutatom a vázszerkezetben és a kinematikai láncban használt műszaki megoldásokat, a nyomtatófejek kiválasztását, valamint röviden szó lesz a vezérlésről és az elektronikai háttérrel is.

Mivel a kutatás és tervezés mellett a nyomtató építése is folyamatosan zajlott, ebbe is igyekszek majd betekintést nyújtani ebben a tanulmányban. A gép építése során olyan gyakorlati tapasztalatokra tettem szert, melyeket a tervezőasztal mellett sohasem szerezhettem volna meg.

³¹ hallgató, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Gép- és Terméktervezési Intézet

³² egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Gép- és Terméktervezési Intézet

A KÖRNYEZET- ÉS FÖLDTUDOMÁNYOK SEKCIÓ ELŐADÁSAI

A CATL akkumulátorgyár vízgazdálkodása szakmai szemmel

Dr. Hancz Gabriella³³

A debreceni Déli Ipari Parkba tervezett beruházás több más beruházás közvetlen szomszédságában a CATL akkumulátorgyár. A lítiumion-akkumulátor vagy Li-ion-akkumulátor hordozható készülékekben történő használatra kifejlesztett villamosenergia-forrás, ezért az elektromos autók használatára történő nagyléptékű átállást tesz lehetővé. Emiatt végső célját tekintve környezetvédelmi célú beruházásként is tekinthető, ugyanakkor ez egy környezetvédelmi hatás-vizsgálat (KHV)-köteles tevékenység. A KHV során a beruházás terve, illetve tervváltozatai alapján előzetesen meg kell határozni, hogy a beruházás célját melyik alternatíva valósítja meg a lehető legkisebb negatív környezeti hatások mellett a tervezett helyszínen és hogy ez a kiválasztott változat mint optimális megoldás megfelel-e az elvárásoknak, vagy módosítani kell ehhez a technológiát, vagy a helyszínt, vagy a termelés volumenét. Mivel világszerte több helyen kezdik gyártani ezeket az akkumulátorokat, illetve ezek alkatrészeit, ismert és korszerű technológiát kell széleskörűen bevezetni. A cikkben a szakirodalom és az engedélyezési eljárás folyamán közzé-tett környezetvédelmi hatástanulmány alapján elemzem a tervezett tevékenység vízgazdálkodását, kiemelve a szürkevízként emlegetett tisztított kommunális szennyvíz felhasználásának a nyilvánosság körében is közismertté vált kérdését.

A 6. fenntartható fejlődési célkitűzés a tiszta víz és a szennyvíztisztítás biztosítása, mely célkitűzést hat alpontra bontva értelmezik, mindegyikhez követhető, egzakt mutatókat rendelve, hogy a változás nyomon követhető legyen. 2030-ig a szennyezés csökkentésével, a hulladéklerakás korlátozásával, a veszélyes anyagok kibocsátásának korlátozásával el kell érni a víz-minőség javulását. Felére kell csökkenteni a tisztítatlanul kibocsátott szennyvíz mennyiségét, egyúttal globálisan nagymértékben növelni kell a visszaforgatással újrahasznosított víz mennyiségét. Ennek a mutatói a megfelelő mértékben meg-tisztított kommunális és ipari szennyvíz aránya és a jó állapotú vizek aránya. A jelenleg újrahasznosított víznek hatszorosa újrahasznosítható. A szennyvíz jó alternatív vízkészlet, felhasználásával csökkenthetjük a frissvíz készletekre háruló nyomást és elősegíthetjük az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodást. A víz újrahasznosítása még alapvetően kihasználatlan, bár már van benne tapasztalat és van rá példa. A széleskörű elterjedését egyelőre késlelteti a bizalmatlanság, az ismeretek és a megfelelő támogatás hiánya.

³³ egyetemi docens, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Építőmérnöki Tanszék

A települési zöld infrastruktúra alkalmazhatóságának korlátai

Dr. Hancz Gabriella³⁴

A városi szintű kék-zöld infrastruktúra (KZI) a városi csatornarendszert tehermentesítő, a város vízháztartását javító, a csapadék helyben tartását, lassú beszivárogtatását, vagy lassított és késleltetett lefolyását elősegítő decentralizált megoldások rendszere. Ezeket a megoldásokat a lehullott csapadék helyéhez minél közelebb célszerű elhelyezni, ezért ezek az ingatlanokon belül és a közterületeken egyaránt helyet kapnak, hogy a tetőkről és a burkolt útfelületekről fogadhasanak csapadékvizet. A szürke infrastruktúrával összehasonlítva minden biológiailag aktív zöld felület, vagy vízfelület is KZI- elemnek tekinthető. A ZI-vel összehasonlítva nincs különbség. A ZI szakmai anyagai sok esetben a zöldfelületek arányait, abszolút méretét, egy főre jutó területét olyan mértékben hangsúlyozzák, hogy a vízgazdálkodás szempontjából fontos egyéb paraméterek jelentősége elvész. A KZI fogalmának bevezetése a vízfelületek jelentőségére hívja fel a figyelmet, amik lehetnek meglévő természetes-, vagy mesterséges víztestek -pl. belvízcsatorna, öntöző csatorna, záportározó, vízfolyás - és lehetnek újonnan létesített KZI elemek, amelyben víz visszatartása és/vagy lassított elvezetés történik – pl. biovápa, esőkert, növényes vályú. Ezek a megoldások az egyszerű zöld felületekhez képest több előnyt, nagyobb számszerűsíthető hasznot jelentenek. A kék-zöld infrastruktúra egy új elnevezés a zöld infrastruktúrára azzal a céllal, hogy hangsúlyozza a vízgazdálkodásban nagyobb szerepet betöltő elemek fontosságát. A fentiekben sorolt hatások maximális kiaknázását korlátozzák bizonyos tényezők, amelyek figyelembevételére kevés figyelem összpontosul. A tanulmány rámutat, hogy ezek a korlátozó tényezők – a talaj és altalaj vízáteresztő képessége, a vízgyűjtőről lefolyó víz minősége, a beszivárogtatásra felhasznált terület szennyezettsége, a felszín alatti vízkészlet érzékenysége, és veszélyeztetettsége, a vízbázis sérülékenysége, a talajvízszint - elsősorban a tervezési útmutatókból ismerhetők meg, a tudományos publikációk elsősorban a pozitív hatások igazolására korlátozódnak. Természetesen ez nagyon fontos, de a mérnöki szemlélet és módszer nélkülözhetetlen eleme a korlátozó tényezők figyelembevétele. Az előadás témája ezek rövid bemutatása.

³⁴ egyetemi docens, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Építőmérnöki Tanszék

Földradar (GPR) adatok attribútum elemzése

Dr. Nádasi Endre³⁵

A földradar (GPR) egy bevált módszer a felszín alatti jellemzők roncsolásmentes vizsgálatára. Geofizikai módszer, amellyel alacsony frekvenciájú elektromágneses jelimpulzusokat bocsátunk ki egy közeg (például föld, beton) felületén, majd rögzítjük a visszavert jeleket. Az egyes felvételek tulajdonképpen a beérkező elektromágneses (EM) tér egyes komponenseinek idősorai, amelyek felhasználhatók a közeg belső jellemzőinek (pl. repedések, inhomogenitások) feltérképezésére és lokalizálására.

A nyers földradar (GPR) mérési adatok javítására számos szűrési eljárás és egyéb algoritmus ismert. A gyakorlatban ismert kvalitatív értelmezés mellett az attribútumok elemzése a GPR adatfeldolgozás másik olyan területe, amelynek segítségével többet megtudhatunk a hagyományos GPR adatokból. Ezt a kvantitatív elemzési módszert széles körben használják a szeizmikus adatfeldolgozásban (pl. AVO analízis), és ehhez képest kevésbé alkalmazták eddig GPR adatokra. A GPR attribútumelemzéseket sikerrel alkalmazták már műanyag, beton és fém megkülönböztetésére, a beton hidratáltságának és víztartalmának becslésére, vagy éppen a talaj relatív dielektromos állandójának becslésére. A földradar módszer esetében az attribútum elemzés magában foglalja a számítások végrehajtását szintetikus, vagy terepi adatokból, és az eredmények felhasználását az adatok kvalitatív vagy kvantitatív értelmezésére. Számos attribútum (amplitúdó abszolút értéke, centroid frekvencia, teljes energia, stb.) számítható a GPR adatokból, ezek osztályozása is fontos szempont, melyek bemutatásra kerülnek az előadásban.

Az attribútumok alkalmazásának előnyei több GPR típusfeladatban (üregkutatás, csővezetékek kutatása, talajvízszint becslése, régészeti kutatások stb.) is igazoltak. Az egyes attribútumok érzékenységének modellezése szintén fontos kutatási irányt jelentenek. Összességében kijelenthető, hogy a GPR attribútum elemzés maximalizálni képes a radargramokból kinyerhető információ mennyiségét, ami ezáltal segítheti a felszín alatti térrészről kapott képünket.

³⁵ adjunktus, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar, Nyersanyagkutató Földtudományi Intézet, Geofizikai Intézeti Tanszék

Öntözési célú felszín alatti vízkivétel hatásának hidrodinamikai modellezéssel történő meghatározásához kapcsolódó módszertani kérdések

Dr. Buday Tamás³⁶, Kyrillos Samir Ghattas³⁷

A felszín alatti vizekkel való gazdálkodás alapja a vízkivételek hatásának meghatározása a felszín alatti vízkészletre, a vízháztartási mérlegre, a meglévő kutak víztermelési viszonyaira, valamint a felszín alatti víztől függő védett és nem védett ökoszisztémák állapotára. Ennek következtében a vízkivétel hatásának minél pontosabb kiszámítása fontos feladat, különösen olyan területeken, ahol a felszín alatti víztest mennyiségi állapota gyenge, vagy fenn áll annak a kockázata, hogy gyengévé válik, vagy a vízkivétel közelében vízbázis vagy védett ökoszisztéma található. Az öntözési célú vízkivétel időbeli eloszlása – különösen kis vízigény esetén – időjárás- és növényi kultúra függő, előre nem tervezhető, az engedélyezés során elsősorban a napi és éves vízkivétel mennyiségét kell megadni. A gyakorlat alapján kis vízkivétel esetén az egyszerűbb modellek a vízszintváltozásokat jelentősen alul- vagy túlbecslik, és az időbeliségük a kapott eredmények összehasonlíthatóságát nehezíti.

Kutatásainkban egy négyrétegű rétegsorból történő 5200 m³/év, maximum 1040 m³/nap nagyságú vízkivétel hatását vizsgáltuk a termelt (3. modellréteg) és a talajvizet (1. modellréteg) réteg vízszintjeire Processing Modflow programcsomag segítségével. Az elemzések kiterjedtek mind a tranziens, mind a permanens állapotban kialakuló vízszintekre, különböző vízkivétel-ütemezések, illetve modellbe beépített átlagos/maximális vízkivételi értékek esetére. A vizsgált földtani felépítés és hidrodinamikai tulajdonságok mellett 25 év termelés után a tranziens és permanens modellek hasonló eredményt szolgáltattak. Az eltérő termelési ütemezések elsősorban a kút közvetlen környezetében okoztak eltérő vízszinteket, az eredmények alapján távolabbi pontokon és sekélyebb mélységekben kialakuló vízszintcsökkenések kevésbé érzékenyek a pontos ütemezésre. Ennek megfelelően a hosszú távú hatás a távolabbi környezetre akár permanens modellekben is meghatározható, ekkor azonban megfelelő lehet az éves vízigényből számolt napi átlagérték, egyenletes vízkivételt feltételezve. A közelebbi területeken ez a megközelítés a rövid ideig tartó maximális hatások jelentős alulbecslését eredményezheti. A kapott eredmények alapján ajánlások tehetők az öntözési célú, kis mennyiségű vízkivételekhez kapcsolódó modellezési feladatok optimalizálására, amelyekkel a vízkészletgazdálkodási célok elérése hatékonyan elősegíthető.

³⁶ egyetemi adjunktus, Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar, Földtudományi Intézet, Ásvány- és Földtani Tanszék

³⁷ Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar

Parti szűrésű rendszerek hidrodinamikai modellezési feladatai a Duna mentén

**Dr. Nyiri Gábor³⁸, Fekete Zsombor³⁹, Kolencsikné Dr. Tóth Andrea⁴⁰, Dr. Madarász Tamás⁴¹,
Dr. Zákányi Balázs⁴², Prof. Dr. Szűcs Péter⁴³**

A parti szűrésű rendszerek nagy jelentőséggel bírnak az ivóvíztermelésben világszerte. Hasonló a helyzet Magyarországon is, ahol az ivóvíztermelés mintegy 35%-a ilyen típusú vízáadó rétegekből származik. Budapest vízellátása ugyancsak erősen támaszkodik erre a vízforrásra. A parti szűrésű rendszerek egyik fő jellemzője az elérési idő. Ez az érték megmutatja, hogy a folyótól a termelőkhöz mennyi idő alatt ér el a víz. Jelentősége abban áll, hogy ha alacsony az elérési idő, akkor meg van annak az esélye, hogy a parti szűrésre jellemző fizikai és biokémiai folyamatok nem játszódnak le megfelelő mértékben. Ha ez az érték magas, akkor pedig kedvezőtlen kémiai körülmények okozhatják a termelt víz minőségének romlását. Munkánk során két parti szűrésű rendszert vizsgálunk: a Szentendrei-szigeten található Surányi vízbázist (Budapesttől északra) és a Ráckevei vízbázist a Csepel-szigeten (Budapesttől délre). Ez a két vizsgált vízbázis a Fővárosi Vízművek jelentős ivóvízbázisa, amely a magyar főváros vízfogyasztásának jelentős hányadát adja. Ezekon a vízbázisokon úgynevezett csápos kutakkal történik a víztermelés, amelyek kialakításuknak köszönhetően nagy mennyiségű víz kinyerésére alkalmasak. Munkánk célja az volt, hogy meghatározzuk az elérési idő értékét. Az elérési idő változását több tényező (a Duna vízállása, geológiai inhomogenitás, termelt hozam, kútkialakítás, a Duna és a kút távolsága stb.) befolyásolja, amelyek rendkívül összetett és változékony áramlási viszonyokat hozhat létre. Az üzemszerűen működő műtárgyakat érintő hidraulikai vizsgálatok nehézkesen kivitelezhetőek, viszont a kút környezetében kialakuló áramlási viszonyok a mai modern számítástechnikai eszközökkel jól modellezhetőek. Munkánkban az elérési idő különböző megközelítési módjaira is próbálunk rávilágítani és megmutatni, hogy hol tudjuk ezen ismereteket a gyakorlatban alkalmazni. Az elérési idő értékét tehát a megszokottól eltérő módon kezeltük, amelyekkel pontosan tudtuk jellemezni a kútból vett vízminta vízáadóban eltöltött idejét.

³⁸ tudományos munkatárs, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar, Víz- és Környezetgazdálkodás Intézet

³⁹ tudományos munkatárs, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar, Víz- és Környezetgazdálkodás Intézet

⁴⁰ egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar, Víz- és Környezetgazdálkodás Intézet

⁴¹ egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar, Víz- és Környezetgazdálkodás Intézet

⁴² egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar, Víz- és Környezetgazdálkodás Intézet

⁴³ egyetemi tanár, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar, Víz- és Környezetgazdálkodás Intézet

Büki karsztvízszintek wavelet-elemzésének első eredményei

Ilyés Csaba⁴⁴, Miklós Rita⁴⁵, Lénárt László⁴⁶, Prof. Dr. Szűcs Péter⁴⁷

Kutatásunk során a Büki Karsztvízszint Észlelő Rendszer által mért hosszú idejű adatokat használtuk fel, hogy statisztikai módszereken alapuló periodicitás vizsgálatnak vessük alá őket. A cél az volt, hogy a karsztvízszintek, vízhőmérséklet és vezetőképesség mérések adataiban kutassunk a ciklikus komponenseket fel, hagyományos determinisztikus eljárások mellett a wavelet-elemzés módszertanával. Fontos első lépés ez a Bükk-hegység karsztvizeinek természetes és mesterséges hatásainak feltérképezéséhez.

Vizsgálatunk során napi, havi és éves adatokat használtunk fel (az adatsorok hossza jellemzően 8-11 év volt, de van olyan felhasznált idősor is, mely több mint 30 év hosszúságú), hogy a lehető legszélesebb spektrumban tudjuk a vizsgálatainkat elvégezni. A számítások alapján több periódust is sikerült kimutatni az adatsorokban, több csak meleg- vagy hidegkarsztos kútra jellemző tulajdonságot is kimutattunk. Több mérőhelyen 1 év, 3 év, sőt nagyobb periódusidővel rendelkező ciklus is kimutatásra került, valamint a módszer segítségével azt is meg tudtuk határozni, hogy mely ciklusok mikor jelentek meg az idősorokban, esetleg volt-e olyan időszak, amikor nem volt kimutatható az adatsorban.

A wavelet-koherencia vizsgálatok során meghatároztuk, hogy ezen ciklusok mennyire mozognak együtt a Bükk-hegység mérőhelyeinek adatsoraiban, esetleg van-e olyan eset, hogy egyik mérőpont „vezeti” a többi idősort.

Vizsgálataink első eredményei által jobban megismerhetővé válik a Bükk-hegység karsztos vízbázisának időbelisége, későbbi vizsgálatokkal a pontos ok-okozati összefüggéseket is fel tudjuk térképezni.

A cikkben bemutatott kutatás a Széchenyi Terv Plusz program keretében az RRF-2.3.1-21-2022-00008 számú projekt támogatásával valósult meg.

⁴⁴ tudományos segédmunkatárs, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar, Víz- és Környezetgazdálkodás Intézet, Víz- és Környezetgazdálkodás Intézet, Víz- és Környezetgazdálkodás Intézet, Víz- és Környezetgazdálkodás Intézet

⁴⁵ tudományos munkatárs, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar, Víz- és Környezetgazdálkodás Intézet, Víz- és Környezetgazdálkodás Intézet, Víz- és Környezetgazdálkodás Intézet, Miskolci Egyetem

⁴⁶ címzetes egyetemi tanár, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar, Víz- és Környezetgazdálkodás Intézet

⁴⁷ egyetemi tanár, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar, Víz- és Környezetgazdálkodás Intézet

A berekfürdői használt gyógyvíz hatásának vizsgálata a helyi felszíni befogadók vízminőségére

Miski Zoltán Milán⁴⁸, Dr. Bodnár Ildikó⁴⁹

Napjainkban a termálvíz, mint megújuló energiaforrás jelentősége és hasznosítása egyre jobban felértékelődik, ugyanis ez erőforrás számos lehetőséget hordoz magában. Magyarország európai, nem mellesleg világviszonylatban is egyedülálló geotermikus adottságokkal rendelkezik. A termálvíz gyógyászati, balneológiai, valamint ivóvízfogyasztási célú hasznosítása kifejezetten közkedvelt Magyarországon, emellett fűtési, villamosenergia előállítás, és mezőgazdasági célokra is alkalmazható.

Munkánk során a választott balneológiai komplexum esetén modern terepi és laboratóriumi vizsgálati módszerekkel, a kijelölt 6 mintavételi ponton a használt gyógyvíz felszíni befogadóba történő elvezetését és környezetre gyakorolt hatásait tanulmányozzuk. A mintavételi pontok kijelölését követően a vízminták vizsgálatát 3 havonta terepen (pH, fajlagos elektromos vezetőképesség, sótartalom, összes oldott anyag, oldott oxigén), illetve a mintavételt követő 24 órán belül a Debreceni Egyetem Műszaki Kar Környezetmérnöki Tanszék Vízminőségvédelmi laboratóriumában végeztük el. A laboratóriumi vizsgálatok alkalmával a zavarosság, biológiai-oxigénigény (BOI5), kémiai-oxigénigény (KOI), összes szerves széntartalom (TOC), összes szervesetlen széntartalom (TIC), valamint a lúgosság értékének változását, illetve egy partner laboratórium által elemanalitikai vizsgálatok (ICP-OES) segítségével a minták makro- és mikroelem tartalmát is követtük. Ionkromatográfiás vizsgálatokkal a vízminták anion és kation koncentráció értékeit is elemeztük. Vizsgálataink részletes információt szolgáltatnak következtetéseink levonáshoz, támogatva a használt vizek biztonságos elhelyezésének megvalósítását. A használt termálvíz elhelyezésével kapcsolatban, azonban vannak megválaszolatlan kérdések. Ideális eset az lenne, ha minden kitermelt termál, illetve gyógyvíz hasznosítást követően visszakerülne a vízáadó rétegbe, azonban ez nem minden esetben kivitelezhető. Legtöbbször - a környezetvédelmi szempontból sokkal kritikusabb - közvetlen élővízbe vezetés vagy felszíni elhelyezés valósul meg, ami a befogadó ökoszisztémájára és talajok minőségére változatos hatást gyakorolhat.

⁴⁸ BSc hallgató, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Környezetmérnöki Tanszék

⁴⁹ főiskolai tanár, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Környezet-mérnöki Tanszék

A kis permeabilitású talajokon adszorbeálódott nehézfém-szennyezők viszonyainak jellemzése, továbbá a deszorpció fokozásának lehetőségei

Bacsó Tamás⁵⁰

Az elmúlt évtizedek sokszor gondatlan ipari tevékenységeiből adódóan napjainkra jelentős mennyiségű, toxikus nehézfém eredetű szennyező került a felszín alatti közegbe, melynek eredményes kármentesítése különösen a kis áteresztőképességű iszapos-agyagos talajokban rendkívül nehéz, több tényezőtől függő komplex feladat. Az iparban eltöltött gyakorlati éveim során, továbbá a hazai és nemzetközi szakirodalmi kutatásaim értékelése alapján jelenleg nincs hatékony, kémiai kármentesítési megoldás a nehézfém komponensek mentesítésére. Számos kísérletet végeztek extrém talajsavanyításra, adalékanyagok lehetséges alkalmazására, illetve elektrokinetikus kezeléssel, továbbá hőmérséklet emeléssel történő deszorpció fokozásának lehetőségének vizsgálatára. Az egyes kutatási eredmények gyakorlati szempontból sikeresek és érdekesek, ugyanakkor az alkalmazott extrém terhelésből (sav, hőmérséklet, felszabaduló gázok) adódó kockázat miatt ezek a módszerek kizárólag szabályozott, ex-situ környezetben, talajkitermelést követően alkalmazhatóak.

Folyamatban lévő kutatásom alapján azt gondolom, hogy a deszorpció fokozásához szükséges feltételeket meg kell teremteni az egyes módszerek együttes, módosított alkalmazásával, továbbá egyéb eljárások és anyagcsoportok felhasználásával kell a deszorpciót fokozni az agyagos-iszapos talajokban. A kutatás első szakaszában iszapos-agyagos talajmintákat mesterségesen szennyeztem el réz, króm és ólom komponensekkel majd az adszorpciós egyensúly beálltát követően, különböző módszerekkel kísérleteztem, mellyel az adszorbeálódott szennyező deszorpcióját kívántam elősegíteni, azaz oldatba juttatni. Kezdetben oxidálószeres adagolását, közegsavanyítást és az emulzió hőmérséklet-emelésének hatását vizsgáltam. A kutatás második szakaszában már az elektromosság és egyéb savak hatását, illetve gáz/levegő-fluidum injektálását hatását vizsgálom.

A kutatás végére egy új kármentesítési eljárás kidolgozását célzom meg, avagy a jelenlegi alkalmazott kármentesítési eljárások hatékonyságát szeretném növelni a gyenge áteresztő képességű üledékeken adszorbeálódott nehézfém szennyezők esetében, viszonylagos olcsó beruházási költséggel és kiemelkedő hatásokkal.

⁵⁰ PhD hallgató, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar, Víz- és Környezetgazdálkodás Intézet, Hidrogeológusmérnöki Intézeti Tanszék

Design and construction of a modern radio-magnetotelluric instrument

Vincze László⁵¹

Nowadays, there is a growing interest in non-invasive geophysical research methods with shallow research depth and high horizontal and vertical resolution. The radio-magnetotelluric method can be considered an extended version of the popular VLF method in terms of frequency range. The main virtue of these methods is that they use existing radio transmitters, so the implementation of the expensive transmitter side can be saved. Another advantage is that the created space can be considered a plane wave, thus simplifying the data processing and interpretation procedures. This study presents a brief history of the development of VLF-RMT methods, the evolution of the instruments, then summarizes the design aspects of a modern RMT instrument and reports on the state of preparation of a prototype.

⁵¹ PhD hallgató, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar, Nyersanyagkutató Földtudományi Intézet, Geofizikai Intézeti Tanszék

AZ ENVIRONMENTAL ENGINEERING SEKCIÓ ELŐADÁSAI

The Fracture Patterns Reveal the Failing Mechanism of the Tailing Dam Breach at Kolontar, Hungary

Prof. Dr. Garai József⁵², Dr. Kovács Imre⁵³

The failure of the red sludge-tailing dam at Kolontar in 2010 was the most severe environmental disaster in the history of Hungary. The official investigations are confidential because the legal case has not been closed. The publicly accessible information from the breach of the dam is the photographs made by the media and news agencies. Collecting these images and analyzing the recorded fractures and displacements of the dam reveals the failing mechanism. The breach of the dam resulted from failing to sliding, which had been developed in three stages. This conclusion is consistent with the observed movements of the dam deduced from persistent scattered radar interferometry deformation analysis conducted between 2003 and 2010.

⁵² nyugalmazott egyetemi tanár, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Építőmérnöki Tanszék

⁵³ főiskolai tanár, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Építőmérnöki Tanszék

Why the Failure of the Geotechnical Structures is Less Frequent than Predicted?

Prof. Dr. Garai József⁵⁴, Vadai Zsolt⁵⁵, Dr. Kovács Imre⁵⁶

One of the most important unresolved problem in geotechnical risk assessment is that “Why are failures less frequent than our reliability studies predicts?”. Investigating the safety requirements of Eurocode 7 it has been concluded that the calculated Overall factor of safety, which represents the reliability of a geotechnical design, does not include the safety of soil mechanics parameters, which is induced by probability requirements. Not counting the safety of the soil mechanics parameters in the Overall Factor of Safety adds an additional safety, which is not taken into consideration. In order to define a reliable overall factor of safety for geotechnical engineering structures the probabilistic safety of the soil mechanics parameters must be transferred into factor of safety and be incorporated into the overall factor of safety. Method converting the probability requirements of the soil mechanics parameters to factor of safety is proposed. The newly defined overall factor of safety describes reliably the safety of the geotechnical structures.

⁵⁴ retired professor, University of Debrecen, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering

⁵⁵ University of Debrecen, Department of Civil Engineering

⁵⁶ University of Debrecen, Department of Civil Engineering

Application of Hybrid Coagulation-Filtration for Decentralised Greywater Treatment

Akpomie Frederick⁵⁷, Dr. Bodnár Ildikó⁵⁸

Greywater (GW) treatment and reuse is a major approach in sustainable and integral water management in present times to relieve the strain on fresh water sources and minimize the degree of pollution that is discharged into water bodies. It represents an attractive and viable approach to recycling water supply for residential, industrial, and agricultural usage. Although hybrid coagulants have been extensively studied in water and wastewater treatment technologies to be cost efficient and excellent as an antifouling mechanism for filtration membranes, there is little data about its efficiency in greywater treatment. As such, a bench-scale study was performed to investigate the efficiency of hybrid coagulation-filtration (CF) process in bathroom greywater treatment. Two inorganic coagulants, Iron(III) chloride (FeCl_3) and Lime ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) and a combination of them as a hybrid coagulation were comparatively assessed in synthetic bathroom greywater (SBGW) made from shampoo, shower gel, corn oil to represent corporal fats, and nutrient broth which represents the nitrogen and phosphorous compounds. The hybrid coagulation proved to be the most effective in a combined concentration of 250 mg/L of FeCl_3 and 148 mg/L of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ at which the zeta potential was optimized between -5 mV and 5 mV which corresponds to the effectiveness of coagulation and it showed the highest turbidity removal, 98.47% and a neutral pH – seemingly better than single inorganic coagulants. The findings were reiterated in the Jar test and other treatment conditions were tested such as mixing speed, mixing time, and settlement time. The efficiencies of different treatment conditions were compared, and it was shown that the applied best method lowered the pH of SBGW closer to neutral value, reduced the turbidity (97%) and removed the total organic content (56%). The zeta potential values in SBGW changed after treatment from a range of -15mV/-27.6 mV, which indicated stable colloidal suspension and poor flocculation, to a range of -8.3 mV/-7.9 mV, which indicated unstable suspension and good flocculation. Real bathroom greywater (BGW) from multiple sources was also treated with the identified best condition. The results were like the SBGW, but it was less defined because the quality of each source of GW differed. It was shown that the dose of FeCl_3 had a linear relation to the original zeta potential of bathroom greywater. The dose of FeCl_3 was regulated between 220 mg/L and 250 mg/L with a constant lime dose of 148 mg/L, according to the original BGW zeta potential value. The performance of the hybrid coagulation-filtration demonstrated high removal of turbidity (99.28%), chemical oxygen demand (COD) (99.81.3%), biochemical oxygen demand (BOD) (99.51), anionic detergent content (ANA) (100%), Escherichia coli (E.coli) (99%) Total Coliform Count (TTC) (99%) – all within the regulated standards (REGULATION (EU) 2020/741 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 25 May 2020) on minimum requirements for water reuse.

Overall, based on the bench scale study, hybrid coagulation was more effective than single coagulation applications and hybrid coagulation-filtration are indeed efficient for treatment decentralised greywater treatment.

⁵⁷ MSc student, University of Debrecen, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering

⁵⁸ college professor, University of Debrecen, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering

Towards Sustainable Water Systems: Evaluating the Column-based Filter Media Performance in Greywater Treatment

Hassanzad Mohammad⁵⁹, Dr. Bodnár Ildikó⁶⁰

The water sector currently confronts a multitude of challenges, including the impacts of climate change, demographic shifts, economic instability, rising energy costs, growing environmental concerns, and overpopulation. These issues have the potential to create tensions between the demand for resources and the limitations imposed, impacting various aspects. These factors have made the pursuit of sustainable water usage increasingly imperative, leading to a heightened emphasis on managing water resources to safeguard public health, ensure food security, and protect ecosystem services. Considering the non-regular availability of harvested rainwater and its decrease due to anthropogenic effects and climate change-related problems, any greywater (GW) source around a building can be valuable, regardless of its quality for various non-drinking purposes.

In this study, synthetic GW with known and specific components was prepared and used in all experiments. Three different column-based filter media were prepared using 100% granular activated carbon (GAC), 100% natural zeolite (NZ), and 50-50 % GAC and NZ. Experiments have been done in two phases. In the first phase, the GW sample was poured into the filter media with a 7 mL/min discharge rate following that the treated greywater samples were collected for further experiments. In the second phase of experiments, before pouring the GW samples into the filter media, it pretreated with Ferric Chloride (FeCl_3) with a concentration of 25.0 g/L stock solution as a coagulant. Then the pretreated samples were poured into the filter media with the same discharge rate as the previous experiment. The removal efficiency of analytical parameters including turbidity, TOC, COD, and BOD₅ for the first type of experiments (without using coagulation) for 100% GAC filter medium were 41.55 %, 90.11%, 81.07%, 72.41%, for 50-50 % GAC and NZ filter medium were 26.0%, 89.41%, 76.15%, 68.97%, and for 100% NZ filter medium were 8.07%, 57.45%, 40.19%, 37.93%, respectively. These results show that 100% GAC filter medium has the best performance in terms of removal efficiency among other types of filter media. However, the 50-50% filter medium has very close results to the GAC filter medium. Indeed, it can be used instead of a 100% GAC filter medium, which results in a more sustainable and cost-effective treatment system. The second type of experiment was more promising than the first one because using Ferric Chloride as a coagulant could significantly enhance the water quality parameters. In this regard, the removal efficiency of analytical parameters including Turbidity, TOC, COD, and BOD₅ for 100% GAC filter medium were 97.83%, 94.98%, 88.5%, 90.73%, for 50-50 % GAC and NZ filter medium were 96.67%, 95.14%, 88.33%, 90.73%, and for 100% NZ filter medium were 96.69%, 79.36%, 78.2%, 82.78%. Comparing the results, the second type of experiment (using a coagulant) led to enhanced water quality parameters for all filter media. Concerning the efficacy of removal, GAC and mixed filter media exhibited the most favorable performance. Moreover, in practice, 50% of GAC filter media can be substituted with NZ, as evidenced by the similarity between the outcomes of these two media filters. This not only preserves quality parameters but also mitigates issues such as GAC clogging during the treatment process and reduces the treatment cost.

⁵⁹ MSc student, University of Debrecen, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering

⁶⁰ college professor, University of Debrecen, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering

GIS based assessment of Total Hardness in groundwater: a case study of Asmara, Eritrea

Asghede Kabral Mogos⁶¹, Dr. Vágó János⁶², Hagos Dawit Berhane⁶³

Groundwater serves as a vital source of drinking water, particularly in arid and semi-arid regions of the world. In Asmara, the capital of Eritrea, groundwater plays a crucial role in meeting increasing water demands due to urbanization, especially as surface reservoirs struggle to keep up with demand amidst climate change. This research focuses on assessing groundwater quality, particularly total hardness (TH), using Geographical Information System (GIS) to address potential emergencies. TH, which can pose health risks beyond 300mg/L, stems from natural and human factors, necessitating spatial analysis to mitigate health impacts. Data from 82 wells were collected, analysed, and integrated into GIS for geostatistical modelling. Kriging was used to predict TH concentrations, categorized into three categories: potable (<300mg/L), potable in absence of alternatives (300-600mg/L), and non-potable (>600mg/L) based on standard classifications. Exploratory data analysis identified skewed data, rectified through log-transformation. From the semi-variogram analysis the spherical model is selected as the best-fit model, where the nugget to sill ratio shows an average result of 65%. TH concentrations ranged from 140 to 1140 mg/L, with a mean of 569.1 mg/L and standard deviation of 270.21 mg/L. The predicted values revealed that the desired TH concentration covered an area of 7.51km² (33.82%), while the acceptable level of TH covered an area of 10.80km² (48.67%). The rest of the study area (3.89km²) fell under the poor range (17.52%). The research findings offer valuable insights into water management and governmental decision-making. For broader applications of the model, it should be tested with other health-related water quality concerns in other parts of the nation.

Keywords: Groundwater quality, Total Hardness, Ordinary kriging, GIS, Eritrea

⁶¹ PhD student, University of Miskolc, Faculty of Earth and Environmental Science and Engineering, Geography and Geo-informatics

⁶² associate professor, Faculty of Earth and Environmental Science and Engineering, Geography and Geo-informatics

⁶³ consultant, Ministry of Land, Water and Environment, Eritrea

Arduino-based Smart Rainwater Harvesting System for Sustainable Water Supply

Abdullahi Magaji Bala⁶⁴

The escalating demand for water resources due to rapid urbanization and population growth leaving over 600 million people across the globe with the inaccessibility to good and healthy drinking water calls for an urgent implementation of sustainable solutions for water management. In this paper, rainwater harvesting, and purification systems enhanced with Arduino technology have been proposed and developed to address the increasing demand for sustainable clean water production. The system integrates advanced sensor technologies with Arduino microcontrollers to monitor various parameters such as rainfall intensity, water flow, tank levels, filtration, and water quality in real-time.

Through a combination of hardware implementation and software development, the proposed smart RWH system offers several advantages over traditional methods, including enhanced efficiency, scalability, and adaptability to varying environmental conditions. Moreover, its affordability and ease of installation make it accessible for deployment in both urban and rural settings, thereby promoting widespread adoption of sustainable water management practices. The research contributes to the advancement of smart water management technologies by proposing an innovative Arduino-based solution for rainwater harvesting. By harnessing the power of technology, this system offers a practical means to address water scarcity challenges and foster sustainable development in both urban and rural communities.

⁶⁴ student, University of Debrecen, Faculty of Engineering

Polynomial-Based Approaches in Signal Processing: A Comparative Study of Legendre, Chebyshev, Gegenbauer, and Jacobis Polynomials

Jlaiel Khouloud⁶⁵, Prof. Dr. Dobróka Mihály⁶⁶

In most of the scientific and engineering fields, the phases of data processing and interpretation play very important roles. The application of appropriate data processing steps makes it possible to reduce the signal components of unwanted or disturbing effects. Thus, the hidden but important relationships, which lead to a deeper understanding of the studied phenomenon or system, may become revealable. The effectiveness of the data processing method used has a high impact on the capacity to get good information from interpretation. The quality of the processing approach is critical in geophysics applications where interpretations are formed from data obtained at the earth's surface to predict subsurface properties

This study investigates the application of Legendre, Chebyshev, Gegenbauer, and Jacobi polynomials in signal-processing tasks. We aim to elucidate the specific strengths and suitable use cases for each polynomial type. We achieve this by exploring their mathematical properties and evaluating their effectiveness in signal approximation, spectral analysis, and noise reduction. The focus lies on highlighting the differences in terms of accuracy, computational efficiency, and robustness. These insights will provide valuable guidance for selecting the most appropriate polynomial-based approach for specific signal-processing challenges.

For each polynomial we introduce and assess the performance of innovative Fourier transformation techniques: Polynomials Least-Squares Fourier Transformation (Poly-LSQ-FT) and Polynomials Iteratively Reweighted Least-Squares Fourier Transformation (Poly-IRLS-FT). Poly-LSQ-FT tackles an overdetermined inverse problem by leveraging the Fourier transform to approximate the spectrum through a finite series of the used polynomials. However, LSQ-based methods are vulnerable to outliers, potentially leading to significant errors.

To mitigate this challenge, Poly-IRLS-FT integrates the Iteratively Reweighted Least Squares (IRLS) algorithm with Cauchy-Steiner weights, bolstering resilience against outliers. Both Poly-LSQ-FT and Poly-IRLS-FT utilize one of the previously mentioned polynomials as basis functions to represent the approximated spectrum, with coefficients determined through solving a non-linear inverse problem.

The efficacy of Poly-IRLS-FT will be rigorously evaluated against the traditional Discrete Fourier Transform (DFT) using synthetic and real-world datasets. We anticipate that Poly-IRLS-FT will outperform poly in terms of robustness and accuracy, positioning itself as a superior alternative for a wide array of signal processing applications.

In summation, this study aims to advance our understanding of polynomial-based approaches in signal processing. By providing empirical evidence and innovative methodologies, we endeavor to equip researchers and practitioners with the tools necessary to navigate the complexities of signal analysis effectively.

⁶⁵ PhD student, University of Miskolc, Faculty of Earth and Environmental Sciences and Engineering, Department of Geophysics

⁶⁶ University of Miskolc, Faculty of Earth and Environmental Sciences and Engineering, Department of Geophysics

Application of Nutrient-Enriched Natural Zeolites from Greywater as Slow-Release Fertilizers for Plant Production

Tommalieh Rami⁶⁷, Izbékiné Szabolcsik Andrea⁶⁸, Dr. Bodnár Ildikó⁶⁹

The ability of natural zeolite (NZ) to recover nutrients from greywater (GW) by the process of adsorption can be applied in agriculture to replace conventional chemical fertilizers which have been proven to cause detriment environmental and health effects. In this study, the efficiency of two NZ samples were evaluated for the simultaneous recovery of NH_4^+ and PO_4^{3-} from laboratory prepared synthetic GW. Subsequently, the enriched-NZ samples were evaluated for their effectiveness as soil amendments through the early growth of white mustard (*Sinapis alba*) in sandy soil. Nutrient loading onto the NZ was evaluated by determining the ionic composition of synthetic GW before and after treatment using the Ion Chromatography (IC) method. In addition, water quality parameters were analysed using routine analytical methods to evaluate the efficiencies of NZ samples in treating GW for water reuse purposes. By evaluating the data obtained for Biological Oxygen Demand (BOD₅), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Organic Carbon (TOC), Total Nitrogen (TN), pH, turbidity, Zeta potential, Electrical Conductivity (EC), and Anionic Detergent Content (ANA), it was evident that the treatment of GW with NZ improves the water quality characteristics of the effluent water, while reducing the levels of NH_4^+ and PO_4^{3-} . Plant growth indicators were measured including root/shoot ratio, plant biomass, and moisture content. Furthermore, elemental analysis of the plant samples was performed using the microwave plasma atomic emission spectrometry (MP-AES). It was important to generate synthetic GW with constant quality parameters (pH=8.207±0.196, turbidity=118.4±49.1 NTU, TOC=328.8±31.4 [mg.L]⁻¹, BOD₅=384.4±72.6 [mg.L]⁻¹, COD=1,545±139 [mg.L]⁻¹, TN=79.04±3.04 [mg.L]⁻¹, Zeta potential=-32.28±1.73 mV, EC=1.644±0.088 mScm⁻¹) to evaluate the efficiency of NZ as a treatment material. Nutrient adsorption capacity of NZ was determined by increasing the dose of the applied NZ while maintaining constant test conditions (i.e. temperature, pressure, and mixing speed and duration). The quality parameters of the effluent water improved linearly with higher dose of NZ, but improvement rates varied between the two NZ samples. The analysis of ionic concentrations using the IC method showed that the maximum ammonium loading capacity onto the two NZ samples were 0.0543 mg NH_4^+ -N/g NZ and 0.0434 mg NH_4^+ -N/g NZ, respectively. While, the maximum phosphate recovery achieved for the two NZ samples were 0.0361 mg PO_4^{3-} -P/ g NZ and 0.0167 mg PO_4^{3-} -P/ g NZ, respectively.

Keywords: Natural zeolite; Nutrients recovery; Ammonium adsorption; Ion exchange

⁶⁷ MSc student, University of Debrecen, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering

⁶⁸ assistant lecturer, University of Debrecen, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering

⁶⁹ college professor, University of Debrecen, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineer

Unlocking Chlorella Vulgaris Growth Potential: CO₂ Dosing and Nutrient Solution Interactions

Spahiu Rozafa⁷⁰, Péter Tamás Nagy⁷¹, Tamás Magyar⁷²

Microalgae, e.g. *Chlorella vulgaris* cultivation could contribute to achieve several sustainable development goals (SDGs), such as zero hunger, clean water and sanitation as well as affordable and clean energy. Moreover, microalgae are known as the most efficient biological sequesters, since the photosynthetic process results in the conversion to carbohydrates and oxygen from the captured CO₂, meanwhile a large amount of biomass is generated that can be used as animal feed, substrate for biofuel production and a protein supplement.

The objective of the research was to investigate the biomass productivity of *Chlorella vulgaris* microalgae in a self-developed, optimized N:P ratio nutrient solution (T3) with variable CO₂ injection (0 ml·min⁻¹ (reference), 2 ml·min⁻¹, 3.5 ml·min⁻¹ and 5 ml·min⁻¹). In order to characterize the biomass growth as well as the nutrient consumption over the 6-week-long experiment, several biological (chlorophyll concentration and microalgae activity rate) and physico-chemical (NH₄⁺, NO₃⁻, K⁺, PO₄³⁻, COD, pH, EC and temperature) parameters were monitored weekly.

These parameters across altered CO₂ injection rates have shown distinct patterns of fitting. Notably, the type of fitting for these parameters varied depending on the CO₂ injection rate, with logarithmic and linear trends observed. The decrease in these parameters suggests that the microalgae are effectively utilizing nutrients for growth, emphasizing the potential of optimized N:P ratio nutrient solutions coupled with variable CO₂ injection to enhance microalgae biomass productivity. During the cultivation process, a pH drop was observed in all samples due to the CO₂ injection, therefore a 0.1 mol dm⁻³ NaOH solution was used for the pH stabilization. Overall, it was found that 2 ml·min⁻¹ of CO₂ injection could significantly enhance the photosynthetic activity resulting in higher chlorophyll concentration with 60.65% compared to the control, while 5 ml·min⁻¹ inhibited the microalgae cultivation.

Keywords: microalgae; biomass productivity; sustainability; nutrient solution; carbon-dioxide sequestration

⁷⁰ student, University of Debrecen, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering, University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Water and Environmental Management

⁷¹ University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Water and Environmental Management

⁷² University of Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Water and Environmental Management

A REPÜLÉSTUDOMÁNY SZEKCIÓ ELŐADÁSAI

A repülésben használt Ethernet alapú adathálózat az AFDX

Albert Csongor⁷³, Jámbor Krisztián⁷⁴, Dr. Békési Bertold⁷⁵

A légijárművek üzem közben számos érzékelő adatát használják fel és ezen adatok eljuttatása a megfelelő szabályzást végző döntéshozó szervek vagy a megjelenítő eszközök felé létfontosságú és ezek mellett szigorú minőségi követelményeknek kell megfeleljen. Ezeket korábban különféle adatbuszok segítségével végezték, azonban ezeket napjainkban a gépjárműiparhoz hasonlóan ethernet alapú megoldásra cserélik le. Ezt az indokolja, hogy a régebbi járművekhez képest a maiakban jelentősen több érzékelő adatát kell a feldolgozóegységek felé továbbítani, melyeket a régebbi adatbuszok már kevésbé képesek hatékonyan megvalósítani.

A repülésben használt ethernet alapú adathálózat az AFDX, azaz az Avionics Full Duplex kapcsolt ethernet hálózat, melyet az ARINC-664 szabvány ír le. A hétköznapi életben alkalmazott ethernet működését az IEEE 802.3 szabványgyűjtemény írja elő, melynek egy kiegészített, módosított verziójaként felfogható megvalósítása az ARINC-664. A módosítás eredményeként egy hibátűrőbb, redundáns, a hálózattal szemben támasztott szigorúbb követelményeknek is jól megfelelő adathálózat valósítható meg. Két független, azonos topológiával rendelkező hálózat, statikus útválasztás, végponti redundancia kezelés és további szolgáltatás minőségi eljárások biztosítják a magas elvárásokat.

⁷³ honvéd tisztjelölt, Nemzeti Közszerológálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Repülőfedélzeti Rendszerek Tanszék

⁷⁴ egyetemi szakoktató, Nemzeti Közszerológálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Repülőfedélzeti Rendszerek Tanszék

⁷⁵ egyetemi docens, Nemzeti Közszerológálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Repülőfedélzeti Rendszerek Tanszék

Drón-ökoszisztéma a repülőtereken a 21. században

Dr. Major Gábor⁷⁶, Dr. Szilvássy László⁷⁷, Dr. Békési Bertold⁷⁸

A levegőbe emelkedett gépek számának növekedésével elkezdődött egy küzdelem, ami egyre több veszélyt hordozott magában. Versenyfutás a legtöbb utasért, a legnagyobb távolságért egy felszállással, a legnagyobb teherkapacitásért, a leggyorsabb csomagszállításért, a legveszélyesebb helyekre repülés képességéért, amely küzdelmekben valaki mindig alul maradt, akár az életével fizetve érte. Ezeknek a kihívásoknak az egyre fokozódó veszélyei mutattak rá arra, hogy az emberi életre leselkedő fokozott igénybevétel csak úgy csökkenthető, ha a gépet irányító személy nincs a veszélyhelyzet epicentrumában. Ennek felismerésével egy új korszak kezdődött a repülés világában. Az új időszámítás magával hozott számos olyan technikai, technológiai vívmányt, amelyek egyesével, önállóan is nagyszerű teljesítményt mutatnak az újítók részéről, de miután rendszerré összesimulva állnak az emberek szolgálatába, az mutatja meg igazán a jövőbe vezető út nyomvonalát.

A drón-ökoszisztéma egy technikai, innovációs ökoszisztémaként, szervezetrendszerként értelmezhető. Ez a szervezetrendszer minden ismert tudományterületi értelmezésben komplex jelenségre utal, így ezért a rendszert alkotó elemek közötti interakcióknak számos formáját és minőségét tudjuk megkülönböztetni. Ebből következően az interakció a kölcsönös viszonyt és az egymásra utaltságot, szimbiózist jelenti, míg az együttműködés már egy szorosabb kapcsolatot feltételez a felek között, közös, de legalább koordinált munkát vetít előre. Ennek a kooperációnak az értelme és fontossága, egy közös cél tényleges megvalósítása. Mi lehet közös cél a 21. századi repülésben a repülőtereken a drónok és az ember által vezetett légi járművek között? Természetesen az együttműködés közben elsődleges cél a repülésbiztonság biztosítása, legyen az bármilyen tevékenység gyakorlása. Ezeket munkafolyamatokat három nagyobb területre bonthatjuk, amelyekben a pilóta nélküli légi járműveket biztonsággal és magasfokú hatékonysággal használhatjuk. Az egyik főbb terület a repülőtéri infrastruktúra ellenőrzése, védelme, ami kiterjedhet a repülőtéri építmények, a közüzemi ellátó rendszer elemei, a guruló utak és futópálya felülete és környezete, valamint a területet körülvevő kerítésrendszer minden elemére. A következő a légi járművek műszaki jellegű ellenőrzése, monitorozása, karbantartási folyamatainak egyszerűbbé tétele, felgyorsítása. Ebbe beletartozhat a repülőeszközök szerkezeti ellenőrzése, de akár a téli időszakban a jegesedés megelőzése is. A harmadik terület pedig az ember által vezetett repülőgépek földi mozgásának elősegítése és biztonságosabbá tétele a termináltól a futópályáig.

⁷⁶ adjunktus, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Repülőfedélzeti Rendszerek Tanszék

⁷⁷ tanszékvezető, egyetemi docens, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Repülőfedélzeti Rendszerek Tanszék

⁷⁸ egyetemi docens, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Repülőfedélzeti Rendszerek Tanszék

Katonai pilóta nélküli légi járművek műveleti területen történő, nem harcászati célú felhasználása

Mátrai Áron⁷⁹, Dr. Major Gábor⁸⁰, Dr. Békési Bertold⁸¹

Az elmúlt és jelenleg is folyó háborúk, fegyveres konfliktusok cselekményei megmutatták számunkra, hogy a harctéren, avagy akár a harcérintkezés közben is a pilóta nélküli légi járműveknek azaz drónoknak vannak olyan felhasználási lehetőségei, amelyek nem magára a harc megvívására vagy, az ellenséges élő erő vagy technika megsemmisítésére korlátozódnak, hanem humanitárius jellegű. A harci cselekmények mellett, egy fegyveres konfliktus során igen fontosak azok a feladatkörök, amelyeket drónokkal látnak el, legyenek ezek akár a civil lakosság támogatására, vagy akár a harcban részt vevő katonák támogatására kialakított specifikusan drónos feladatkörök. Ilyen lehet például a megfigyelés, információszerzés, amely során a harctér és annak környezetének megfigyelése, ellenséges erők, csapatok mozgásának megfigyelése, követése a cél. Aztán lehet a térképezési feladat, ahol a pilóta nélküli légi járművek tökéletesen felhasználhatóak az adott terület topográfiájáról történő adatgyűjtésre, vagy, akár ha csak szeretnének feltérképezni az előttünk elterülő területet vízrajzi, földrajzi épületelrendezési tekintetben. Ilyen feladat lehet még a kommunikáció támogatása, amely esetben a drónokat használhatnánk a kommunikációs infrastruktúra támogatására, például mobil bázisállomások vagy kommunikációs relék létrehozására azokon a területeken, ahol a hagyományos kommunikációs eszközök nem működnek megfelelően, vagy a harci bevetések következtében sérülést szenvedtek, vagy teljesen megsemmisültek. A következő nagyobb terület az ellenőrzés és biztonság kérdésköre, ahol a drónok segíthetnek a csatatéren lévő területek biztonságosabbá tételében azáltal, hogy ellenőrzik a határokat, megfigyelik a kritikus infrastruktúrát, vagy akár keresési és mentési műveleteket is végezhetnek. Végezetül ebben a megközelítésben a logisztika feladatok és az ellátmány biztosítása valósítható meg a pilóta nélküli légi járművekkel, amikor segíthetnek az élelmiszer ellátmány és az eszközök szállításában a csatatéren, mint például a kritikus felszerelések, vagy gyógyszerek eljuttatásában az előretolt egységekhez, vagy a civil lakosság számára. Ezek a példák és feladatkörök segíthetnek röviden betekintést nyerni a harcterek és az azokkal határos területek egy speciális világába, ahol katonai, vagy katonai célra kifejlesztett pilóta nélküli légi járművek hajthatják végre ezeket a tevékenységeket.

⁷⁹ honvéd tisztjelölt, Nemzeti Közszerződési Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Repülőfedélzeti Rendszerek Tanszék

⁸⁰ adjunktus, Nemzeti Közszerződési Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Repülőfedélzeti Rendszerek Tanszék

⁸¹ egyetemi docens, Nemzeti Közszerződési Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Repülőfedélzeti Rendszerek Tanszék

A H225M helikopter elektromos energiaellátó rendszere

Dr. Békési Bertold⁸²

A Zrínyi Honvédelmi és Haderőfejlesztési Programhoz kapcsolódóan 2018. december 14-én került aláírásra az a megállapodás, amelynek keretében a Magyar Honvédség 16 db Airbus H225M típusú, a harctéren is bizonyított, többcélú katonai helikoptert vásárol.

A H225M az Airbus Super Puma/Cougar családjának legfejlettebb tagjaként bizonyította megbízhatóságát és tartósságát olyan harci körülmények között és válságövezetekben, mint Libanon, Afganisztán, Csád, Elefántcsontpart, a Közép-afrikai Köztársaság, Szomália és Mali, miközben támogatta a NATO által vezetett líbiai műveleteket is. A H225M helikoptert számos ország alkalmazza a haderejében: Franciaország, Brazília, Mexikó, Malajzia, Indonézia, Kuvait, Szingapúr és Thaiföld.

Valódi többcélú és sokoldalú katonai eszközként a H225M lehetővé teszi a katonai erők bevetését, ahol és amikor csak szükséges. Hajókról és szárazföldről egyaránt – még téli körülmények között is – ez a helikopter minden időjárási képességgel rendelkezik, amelyet éjjellátó szemüveg kompatibilitás is támogat.

A helikopter mozgatóját két nagy teljesítményű Makila 2A1 gázturbinás hajtóművel meghajtott ötlapátos forgószárny és négy lapátos faroklégcsavar biztosítja. A H225M helikopter a fedélzeti rendszereit tekintve rendkívül modern, kifinomult típusnak tekinthető. A fedélzeti rendszerei vonatkozásában fontos szerep jut az elektromos energiaellátó rendszernek, amely az egyéb rendszerek elektromos energiával történő táplálását végzi normál üzemben vagy vészüzemben is meghibásodás esetén. Az elektromos rendszer egyik feladata a hajtóművek indítása az indítómotor/generátor segítségével. A cikkben kizárólag a H225M helikopter energiaellátó rendszere kerül bemutatásra.

⁸² egyetemi docens, Nemzeti Közsolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Repülőfedélzeti Rendszerek Tanszék

Pilóta nélküli légi járművek használatának repülésbiztonsági kockázatai

Gajdács László⁸³

Pilóta nélküli légi járművek egyre növekvő számban jelennek meg a környezetünkben. Így jelenlétükkel már egyre több hétköznapi ember is találkozhat.

Azonban váratlan megjelenésük számos veszélyforrást rejt magában. Ennek bizonyítékát szolgálják azok az ún. drón incidensek, amiket a nem szabályszerű drónos repülések idéznek elő szerte a világban. Továbbá ezt támasztják alá azok a hazai és nemzetközi esettanulmányok, amik bemutatják azt, hogy az incidensben résztvevő drónok milyen mértékben veszélyeztették a közvetlen és közvetett környezetüket egyaránt.

A drónok repülésük folyamán veszélyeztethetik a környezetükben közlekedő egyéb légi járműveket, továbbá nem jogszabályszerű használatuk folyamán okozhatnak esetleg személyi sérülést és anyagi károkat is.

A pilóta által vezetett légi járművek repülésbiztonságának a mértékét számos tényező befolyásolja. Ezek közül vannak ismert (objektív, szubjektív) és ún. rejtett vagy fel nem fedett tényezők, amik közvetve vagy közvetlenül képesek hozzájárulni egy esetleges repülési esemény kialakulásához.

Hasonlóképpen a pilóta nélküli légi járművek biztonságos feladat végrehajtását is számos tényező befolyásolja, amelyek hatással lehetnek a drónok repülési környezetére. Drónok üzemeltetése folyamán számos veszélyforrás jelentkezik. Az üzemeltetőknek tisztában kell lenni ezekkel a lehetséges veszélyforrásokkal, illetve hogy ezeknek a veszélyeknek milyen méretű lehet a nagysága, súlyossága és nem utolsósorban mekkora a várható események bekövetkezésének a valószínűsége. Nagyon fontos, hogy ha nem ismerjük a légi jármű üzemeltetése folyamán felmerülő veszélyeket, akkor több mint valószínű, hogy azokat majd az adott időben nem leszünk képesek biztonságosan lekezelni. Így a drón üzemeltetése folyamán felmerülő kockázatnak a mértéke is nőni fog, ami pedig megalapozza egy repülésemény lehetséges kialakulását.

Ezekre történő tudatos felkészülés, továbbá a pilóta nélküli légi járműveknek a „tudatos” jogszabályszerű üzemeltetése nagymértékben segítheti egy esetleges veszélyes helyzet elkerülését, amikor is egy pilóta nélküli légi jármű veszélyesen megközelít egy másik pilóta által vezetett légi járművet, esetleg összeütközik vele.

⁸³ tanársegéd, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Repülőfedélzeti Rendszerek Tanszék

Kitekintés a nemzetközi drónszabályozás világába

Dr. Major Gábor⁸⁴, dr. Kardos Krisztina⁸⁵

A pilóta nélküli repülés fejlődése világszerte hatalmas léptékű. A bejelentett repülések száma mára vetekszik az ember által vezetett légi járművekkel történő repülések számával, ami egyre inkább növekvő tendenciát mutat. Ezeknek a repüléseknek valamiféle keretet kell szabni, hogy mindenki épségben érhesse az úticéljához. Ehhez mind nemzetközi, mind pedig hazai szinten olyan jogszabályi kereteket kell felállítani, amiben a lehető leghatékonyabban tud kiteljesedni a repülőipar.

A közlekedési ágazatokkal kapcsolatos jogi szabályozás megismerése valójában a mindennapi életünk része, beülünk az autóba, vagy ráülünk a kerékpárunkra, rögtön a KRESZ hatálya alatt állunk, elmegyünk evezni a Tiszára és máris a hajózási szabályok érvényesek ránk. És mi van a levegővel, ami folyamatosan körülvesz bennünket? Fontos, hogy a felettünk lévő légtér védelme érdekében nagyon szigorú szabályok érvényesüljenek annak érdekében, hogy a mindennapjainkat biztonságban élhessük. Már az idők kezdete óta foglalkoztatta az embert a repülés gondolata és annak szabadsága. A repülési álmot az emberiség az első levegőben töltött perc óta hajszolja, és ezt teszi a mai napig is, sőt amíg a Marsra el nem jut, addig fel sem fogja adni, talán utána sem. Kezdetekben könnyedén repülő, a levegőnél könnyebb gépekkel próbálkoztak, majd a levegőnél nehezebb gépeket építettek az ég meghódítására és az ellenség „megtréfálására”. Miután felismerték, hogy nemcsak csodálatos élmény a repülés, de rengeteg veszélyt is rejt, a jogszabályi háttérrel is megteremtették a biztonságos repüléshez. A repülőtechnika dinamikus fejlődésével adottá váltak a lehetőségek arra, hogy az emberek védelme érdekében a pilóták nélkül, távoli irányítással hajtsák végre a bevetéseket. Egészen eddig. De mi vár ránk ezután?

A történelmi lépések, valamint a nemzetközi jogszabályi rendelkezések megismerése segít abban, hogy az általunk szűk keresztmetszetben megismert drónok „munkásságáról” pontosabb képet kapjunk erről a napjainkban legdinamikusabban fejlődő közlekedési formájáról, szem előtt tartva természetesen a repülésbiztonság szabályait.

A nemzetgazdaság és a társadalom működésének alapja az infrastruktúra, a nemzetgazdaság legfontosabb infrastruktúrája pedig a közlekedés. A közlekedés az emberiség létezése óta hosszú időn keresztül csupán kettő ágazatban működött, közúti és vízi közlekedésként. A közúti közlekedés további két részre bontható: közúti járműközlekedés és gyalogos közlekedés. Hazánkban 1850-ben mintegy 2000 km volt a szilárd útburkolattal ellátott országos és megyei kőutak hossza, ez a XX. század elejére 30.000 km-re nőtt.

Körülbelül két évszázaddal ezelőtt jelent meg a harmadik közlekedési ágazat, a vasúti járműközlekedés. Hazánkban az első országos vasúti pálya Pest-Vác útvonalon 1846-ban épült, majd 1847-ben elkészült a Pest-Szolnok közötti vasúti pálya. Ezt követően gyors ütemben, roppant dinamikus fejlődött ezen ágazat, az első világháborúig hazánkban már 21.000 km vasúti pálya működött.

Végül több mint egy évszázaddal ezelőtt megjelent, és azóta is hihetetlen gyorsasággal fejlődik a közlekedés negyedik ágazata: a légiközlekedés.

⁸⁴ adjunktus, Nemzeti Közszerzői Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztviselőképző Kar, Repülőfedélzeti Rendszerek Tanszék

⁸⁵ bírósági titkár, Szolnoki Törvényszék

A repülőterek környezetvédelmi célú beruházásainak gazdasági kérdései a fenntarthatóság és az ágazati célok megvalósításának feltételei között

Dr. Tóth József⁸⁶, Csajbók Sándor Marcell⁸⁷

Az elmúlt évtizedekben a légi közlekedési ágazat olyan kihívásoknak kellett, hogy megfeleljen, melyek a környezetvédelemmel, a fenntarthatósággal, a körkörös gazdasággal voltak kapcsolatosak. Ezeknek a kihívásoknak való hatékony megfelelés az ágazat hosszú távú céljai között szerepel. Ennek érdekében nemzetközi szervezetek szabályzókat dolgoztak ki, ajánlásokat tettek közzé, illetve olyan rendszereket működtetnek, melyek direkt módon vagy közvetve megoldást jelenthetnek a környezeti és gazdasági célok eléréséhez. Az egyik ilyen rendszer az ICAO keretein belül működő CORSIA (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation) rendszer, mely a nemzetközi kereskedelmi repülés széndioxid kibocsátásának csökkentésére irányul. A másik, témánk szempontjából kitüntetett szereppel bíró rendszer, az ACI Europe által létrehozott Airport Carbon Accreditation program, amely egy olyan globális, repülőtér-specifikus szén-dioxid-szabvány, amely nemzetközileg elismert módszerekre épül.

A légi közlekedés teljes folyamatrendszerét tekintve a repülőtereknek is – melyeknek ebben a rendszerben kitüntetett szerepe van – az előbb említett kihívásoknak kell, hogy hosszú távon megfeleljenek.

A repülőterek fejlesztése, esetleg új repülőterek létrehozása azonban beruházás igényes feladat. A repülőtereket üzemeltető vezetők, a menedzsment olyan döntési helyzetbe kerül, amely igényli a beruházásokkal kapcsolatos gazdasági pénzügyi számításokat.

Az előadás, valamint az ennek nyomán készülő publikáció azokat a módszereket, eljárásokat kívánja összevetni, értékelni, melyek a beruházási döntésekkel kapcsolatos pénzügyi számításokkal hozhatók összefüggésbe. A repülőterek hosszútávú, stratégiai szintű döntésével kapcsolatosan arról kell elsődlegesen döntést hozni, hogy a repülőtér fejlesztése vagy létrehozása esetén maga a repülőtér hogyan pozicionálja a helyzetét. Ezt követően azokat a folyamatokat szükséges rögzíteni, melyek fejlesztése a repülőtér számára a továbblépést, a korábban említett kihívásoknak való magasabb szintű, hatékony megfelelést célozza.

A tanszékünkön jelenleg folyó „Green Airport” elnevezésű kutatási projekt keretében célunk és feladatunk az, hogy megtaláljuk azokat az eljárásokat és módszertanokat, amelyek a repülőtereknek a korábban említett stratégiai céljainak megvalósításához hozzá tudnak járulni úgy a kereskedelmi repülésben, mint az állami légitársaságokban. Jelen előadás az eddigi kutatási eredményeket kívánja bemutatni.

⁸⁶ egyetemi docens, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Repülő Sárkány-hajtómű Tanszék

⁸⁷ Nemzeti Közszolgálati Egyetem

Az alternatív tüzelőanyagok a katonai repülésben

Dr. Kavás László⁸⁸, Dr. Óvári Gyula⁸⁹, Megyaszai Kevin⁹⁰

Közimert, hogy a „környezetkímélő” tüzelőanyagok repülésben való használhatósága már kellően előrehaladott fejlődési stádiumban van. A légiközlekedési ipar jelenleg az ASTM D7566 szabvány szerint használja az olyan „alternatív tüzelőanyagok” meghatározást, amelyeket már az iparág hajtóanyag gyártói és repülésbiztonságot garantáló hatósági szereplői jóváhagytak, és a kereskedelmi repülőgépekben való használatra biztonságosnak minősülnek. A kiforrott eljárások eredményeképpen a XXI. század kezdeti évtizedeire öt különböző hajtóanyag előállítási módot definiálhatunk. A repülőgépek, helikopterek üzemeltetői szemléletes beszámolókkal, károsanyag kibocsátási mérésekkel tudják alátámasztani az új tüzelőanyag fajták használhatóságát. Mindezen eredmények azonban főként a civil repülésben érhetőek tetten.

A katonai légierők repülőgépei egy NATO elvárás eredményeképpen módosított elvárások, követelmények szerinti üzemeltetésre készülnek.

A publikációban éppen ezért a szerzők - külön kitérve a katonai légijárművekre,- megvizsgálták a légieszközök fizikai jellemzőit, teljesítmény mutatóit és hajtóműveit. Ezek alapján repülési órára viszonyított tüzelőanyag fogyasztások számíthatók az egész flottára. A különböző típusú katonai légieszközök (harci jet, gázturbinás teherszállító, dugattyús kisrepülőgép, gázturbinás helikopter) fajlagos tüzelőanyag kibocsátása és a számított fogyasztás értékekből a szennyezőanyag kibocsátások jól becsülhetők.

A jól behatárolható nemzetközi károsanyag kibocsátási törekvések mellett azonban egy másik, markáns elvárás/előírás rendszer, az ún. Single Fuel Policy ha nem is formálja teljesen át a környezet kímélő repülésre törekvést, minden esetre alapos változtatásokat eredményez a katonai repülésben, kiemelten a repülőterek károsanyag kibocsátásában.

Sok NATO-nemzet nagy erőfeszítést tett annak érdekében, hogy a katonai arzenálban megtalálható összes szárazföldi erők katonai repülőgépei, helikopterei, de még a belsőégésű hajtóművel működő drónjai is, továbbá a kiszolgáló járművek és gépi meghajtással működő felszerelések egyetlen katonai üzemanyagot használjanak. Az ötlethez kiválasztott üzemanyag a JP-8 (F-34) katonai repülőgép-üzemanyag, amely az F-35 (Jet A-1) polgári repülőgép-üzemanyagon alapul. A publikáció az e területen keletkezett tapasztalatok bemutatását is céljával tűzte.

⁸⁸ tanszékvezető, egyetemi docens, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Repülő Sárkány-hajtómű Tanszék

⁸⁹ professor emeritus, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Repülő Sárkány-hajtómű Tanszék

⁹⁰ hallgató, Nemzeti Közszolgálati Egyetem

A hazai drónszabályozás múltja, jelene és jövője

Dr. Major Gábor⁹¹, Dr. Kardos Krisztina⁹²

Hazánk pilóta nélküli légitársaság szabályozása jó ideje váratott magára. A 2019-ben megjelent uniós rendeletek hatályba lépését követően nagyon is sürgető volt a nemzeti szabályozás kibocsátása.

Több éves kodifikációs munka előzte meg azt a folyamatot, amely a pilóta nélküli légitársaságokkal kapcsolatos kategorizálási és felhasználási szabályokat rendezte. Magyarország 2004 óta az Európai Unió tagja, ezt megelőzően is számos nemzetközi szervezet tagja volt, amely szervezetekkel szoros együttműködve hazánk légitársaságokkal kapcsolatos szabályokat volt köteles a jogrendszerébe átültetni. Az összeurópainak vagy mindinkább globálisnak tekinthető témában számos rendelkezés született a légitársasággal kapcsolatosan a repülésbiztonság megteremtése érdekében, azonban a pilóta nélküli légitársaságok működtetésével kapcsolatos részletszabályok nem voltak kidolgozva.

A régi EASA Basic regulation, amelyet az Európai Unió polgári célú légitársaságok alapkönyveként tartottak számon, a 150 kg feletti pilóta nélküli légitársaságokat uniós, az e tömeghatár alattiakat tagállami szabályozási hatáskörbe utalta. Az új EASA szabályozás azonban a pilóta nélküli polgári légitársaságok teljes körét összeurópai szabályozási körbe vonta. A drónok korábban kizárólag eseti légtérben repülhettek, mivel így biztosították ezen repülőeszközök hagyományos légitársaságoktól való biztonságos elkülönítését. Ám megállapítható, hogy a korábbi drón szabályozás nem volt életszerű, mivel az engedélyezési eljárás részben a szakhatósági eljárások beszerzése miatt hosszadalmasabb volt, részletszabályok egyáltalán nem voltak fellelhetők. A korábbi rendelkezések nem fordítottak kellő figyelmet a sűrűn lakott területekre, és hiányoztak azok a garanciális szabályok, amelyek megteremtették a biztonságos drónhasználatot.

Az új előírások jelentős változásokat hívtak életre, amelyek a felhasználást szabályozzák, és kötelezik a felhasználót a szabályok betartására, a megfelelő szintű repülésbiztonság fenntartása érdekében. Az új szabályok alapjaiban változtatták meg a drónhasználatot. Az uniós rendeletek nem önmagában a drónt, hanem a hozzájuk tartozó pilóta nélküli légitársaság rendszert kezelik. A cél nem csupán a légtér biztonságának védelme volt, hanem a magánélet és a személyes adatok megóvása is.

A rendelkezések közös célja egyértelműen a biztonságos drónhasználat elősegítése, és a repülésbiztonság fenntartása, aminek érdekében minden felhasználónak ismernie kell, és maradéktalanul be kell tartania a repülési szabályokat, teljesítenie kell a regisztrációs kötelezettséget, valamint az oktatási követelményeket.

A jövőt pedig ezeknek a szabályozóknak a megszilárdított alapzatára építi a pilóta nélküli légitársaságokat tervezők, építők, felhasználók, finanszírozók és a jogszabályi keretet megalkotók együttesen, egymást segítve.

⁹¹ adjunktus, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztviselőképző Kar, Repülőfedélzeti Rendszerek Tanszék

⁹² bírósági titkár, Szolnoki Törvényszék

AZ ÉPÍTETT KÖRNYEZET SZEKCIÓ ELŐADÁSAI

A szepeshelyi (Spišská Kapitula, Szlovákia) Szent Márton-templom és gótikus oltárainak 3D szkeneres felmérése

Dr. Bereczki Zoltán⁹³

A szepességi és a Szepesség környéki későgótikus oltárok az egyetemes gótika szempontjából is jelentős alkotások. A szepeshelyi templom ezen belül azért is fontos, mert innen nem vitték el az oltárokat múzeumba, tehát az eredeti építészeti környezetükben találhatjuk őket. A kutatókat a későgótikus oltárok kapcsán többnyire az oltárokon látható képzőművészeti alkotások: festmények, szobrok foglalkoztatják, az architektonikus keretnek (oltárkoronák, architektonikus faragások) alárendelt szerepet tulajdonítanak. Pedig ezek, elsősorban az oltárkoronák a gótikus geometria legösszetettebb alkotásai közé tartoznak. A XIV. század közepétől a gótikában a határok a három dimenziós művészetek között egyre inkább eltűntek, ezenkívül a későgótika jellemzője, hogy az anyagok közötti határok is feloldódnak: a fémből készült ötvösművek, fából faragott oltárkoronák, a kőből faragott szentségházak ugyanazon geometriai elvek alapján készültek. Ebből a szempontból is releváns a fából készült oltárkoronák vizsgálata.

A szepeshelyi templomban öt későgótikus oltár maradt fenn: a főoltár, a Mária halála-oltár, a Szent Mihály arkangyal-oltár, a Háromkirályok-oltár, és a Mária megkoronázása-oltár. Ezek közül csupán az utóbbinak maradt fenn az eredeti oltárkoronája. Egy ilyen, nagy magasságban lévő, összetett geometriájú, hátulról megvilágított, áttört szerkezet 3D szkennelése több problémát felvet. A projekt során a teljes templom belsejét felmértem lézerszkennelssel, a külsőt fotószkeneres eljárással, az oltárokat lézerszkennelssel, fotószkeneres eljárással is és kézi lidar-eszközzel is. Előadásomban ezeket a módszereket is bemutatom a szepeshelyi példán, előnyeiket, hátrányaikat kiemelve.

⁹³ adjunktus, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Építőmérnöki Tanszék

A magyar városok területhasználatának dinamikája: okok és következmények

Prof. Dr. Csomós György⁹⁴, Farkas Jenő Zsolt⁹⁵, Szalai Ádám⁹⁶

Világszerte megfigyelhető a városok beépített területének terjeszkedése, amelyet alapvetően két folyamat hajt: a gyors népességnövekedés és az azt kísérő gazdasági fejlődés. Ezzel szemben a kelet-közép-európai régió számos országára jellemző, hogy a városok beépített területének expanziója, stabil népességcsökkenés mellett megy végbe, vagyis a kiváltó okok eltérnek a globális mintától. Az elemzésben a hazai nagyvárosok földhasználati változásait vizsgáljuk meg 2006 és 2018 között az Urban Atlas (UA) adatai alapján, magyarázatot keresve a gyorsuló ütemű városnövekedés okaira. A közeljövő trendjeinek bemutatásához Debrecen választottuk esettanulmányként annak érdekében, hogy felhívjuk a figyelmet az UA adatok alapján előre jelezhető és a tényleges földhasználat-változások közötti különbségek mértékére. Eredményeink azt mutatják, hogy a földfoglalás jelenlegi dinamikáját alapvetően két erő mozgatja: a kormány újraiparosítási politikája, valamint a lakosság otthonteremtésre rendelkezésre álló forrásainak (jövedelem és támogatások) növekedése. A kutatásunk szerint az is szerepet játszik a folyamatban, hogy a települési önkormányzatok korlátozott lehetőségekkel rendelkeznek a földhasználati konverziók megállításában, és ha lenne is ilyen szándékuk, a kormányzati tervek azt bármikor felülírhatják. Véleményünk szerint a túlzott földfoglalás visszafogásának eszközei a következők lehetnek: 1) a települések beépített területén belül a barnamezős és alulhasznosított területek intenzívebb felhasználása; 2) az önkormányzatok közigazgatási területének hasznosításával kapcsolatos lokális döntési jogkörök maradéktalan visszaállítása; 3) az extenzív iparfejlesztést támogató politika újragondolása, és K+F orientált magas hozzáadott értéket előállító iparágak vonzása legalább azokba a városokba, ahol ehhez magasan képzett munkaerő is rendelkezésre áll. A kutatásunk az OTKA K_142121 projekt keretében valósult meg.

⁹⁴ egyetemi tanár, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Építőmérnöki Tanszék

⁹⁵ tudományos főmunkatárs, HUN-REN KRTK Regionális Kutatások Intézete

⁹⁶ tudományos segédmunkatárs, HUN-REN KRTK Regionális Kutatások Intézete

A fib Model Code 2010 javaslata a nyírási ellenállás fokozatos közelítéssel történő meghatározására

Dr. Kovács Imre⁹⁷

A fib Model Code 2010 (MC 2010) a már általános alkalmazott MSZ EN 1992-1-2010 (Eurocode 2) szabványban ismertetett nyírási tervezési folyamattal szemben alapjaiban új eljárásrendszert ismertet. Az ezt felváltani hivatott legújabb fib Model Code 2020 (MC2020) már megjelent, így várható, hogy az MC 2010 alapösszefüggései hamarosan az Eurocode alapú szabványokban is változást hoznak a nyírási teherbírás, ill. a nyírásra történő méretezés menetében. A már az MC 2010-ben is megtalálható nyírásra történő méretezés módszerének célja, hogy a mérnök számára rugalmasságot biztosítson a bonyolult méretezési összefüggések és a méretezés pontossága közötti optimális eljárás megválasztásában legyen szó egy új szerkezeti tervezéséről vagy akár egy már meglévő szerkezet értékeléséről, teherbírásának ellenőrzéséről. Az új javasolt eljárás négy "közelítési szintet" (LoA) alkalmaz. Az I. szint a legegyszerűbb számítást biztosítja, mely egyben a további közelítési szintekkel összevetve a legkonzervatívabb – az EC alapú szabvány eljárásához hasonló – módszernek is tekinthető. A II. szint a bonyolultság és a pontosság szempontjából egy kiegyensúlyozottabb modell, míg a III. szint a legpontosabb és legáltalánosabb közelítés, de a többi szintnél bonyolultabb számítást igényel. Mindhárom első szint használható a mindennapi mérnöki gyakorlatban számítógépes eszközök használata nélkül is. A IV. szint egy további lehetőség, amely elsősorban nemlineáris végeselemes eljárásokban használható. Az előadás keretében az I-III. közelítési szintek alapvető felépítése, továbbá a Debreceni Egyetem Építőmérnöki Tanszékének Anyag- és Szerkezetvizsgáló Laboratóriumában valamint a szerző korábban elvégzett gerendakísérleteinek eredményei kerülnek értékelésre a fib MC 2010 javaslatában szereplő "közelítési szint"-ek alkalmazásával.

⁹⁷ tanszékvezető főiskolai tanár, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Építőmérnöki Tanszék

Karakterisztikák és indikátorok a fenntartható városi zöldterület kezelésben - akkomodáció, inkluzivitás, utilitás a gyakorlatban

Dr. Czédli Herta⁹⁸

A globalizációs tendenciák ellenére egyre nyilvánvalóbb, hogy a lokalitás és a városok szerepe felértékelődik. Azon települések jutnak tartósan versenyelőnyhöz, amelyek sikeresen tudják a fiatalokat megszólítani és megtartani. A városközpontok minősége és a kínált szolgáltatások mellett a városi zöldterületek minősége és hozzáférhetősége is fontos szempont. A fenntartható és hatékony városi zöldterület kezelés igénye és módszertana egyre hangsúlyosabb szerephez jut napjaikban. Magyarországon az egy főre eső zöldterület aránya településenként igen tág intervallumon értelmezhető. Az ideális lakókörnyezet kialakítása és megőrzése szempontjából a zöldterületek mennyiségi eloszlása, minősége mellett egyéb karakterisztikák és indikátorok is kulcsfontosságúak. Egy zöldterület abban az esetben képvisel kimagasló értéket, ha a fenntarthatóság kritériumait figyelembe véve környezeti, társadalmi, gazdasági és rekreációs hasznot biztosít a településnek és a lakosságnak egyaránt. A lakosság rekreációs igénye, a fenntartható városi életforma támogatása az egészséges városi zöldterületek megfelelő kialakítása révén valósítható meg. A komplex fejlesztések következtében az urbanizációt kísérő környezeti és egészségügyi ártalmak és problémák mérséklődése figyelhető meg. A városok élhetőségét és a mentális jólétet befolyásolja a természetes környezethez való kapcsolódás lehetősége, a humán komfortérzet (szél-, zaj-, napvédelem, árnyék) a szociális humán zónák jelenléte, az esztétikum, a sokrétű térhasználat lehetősége, a különböző korosztályok együttes jelenléte és a befogadó-támogató városi atmoszféra. Városi zöldterületek vonatkozásában vizsgáltam az akkomodáció, inkluzivitás és utilitás szerepét, az ökológiai és humán állapotjellemzők tulajdonságait. A kondicionáló és rekreációs funkcióval rendelkező zöldterületek minősége a városi lakosság egészségére és életvitelére is hatást gyakorol. A városi vegetáció, a nagyobb zöldterületek rendszeres monitoring vizsgálatának eredményei adnak valós képet az urbanizált környezet állapotáról, támogatva a további korszerű és innovatív tervezési folyamatokat.

⁹⁸ egyetemi docens, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Építőmérnöki Tanszék

A topolyai Sarlós Boldogasszony templom - építéstörténet és rekonstrukció

Dr. Lovra Éva⁹⁹

A topolyai (Bačka Topola, RS) Sarlós Boldogasszony templom 19. században építésének történetét a fennmaradt építési napló, valamint az épület vizsgálatával rekonstruálhatjuk. A templom esztétikáját és tartószerkezetét jelentős szerkezeti és technológiai innovációk is alakították. A szabadkai zsinagógánál is alkalmazott rabc mennyezet öntartó szerkezete a topolyai templom esetében sem csak műszaki jelentőséggel bírt, hiszen könnyített tömegén, és dimenziói nőttek. A mennyezet magassága, illetve a szintén újdonságnak számító vasbeton oszlopok karcsúsága elegáns, impozáns belső teret hozott létre. A művezető szakmérnök az építkezés alatt számos problémával nézett szembe, az időjárás, a munkások hanyagsága és az eredeti tervezés hiányosságai hátráltatták a templom időben történő befejezését. Raichle J. Ferenc műépítész eredeti tervei és Jeney Miklós művezető szakmérnök javaslatai együttesen alakították ki az épületet, amelynek rekonstrukciós tervei a 2020-as években készültek el, mintegy 110 évvel a templom felszentelése után.

⁹⁹ egyetemi adjunktus, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Építőmérnöki Tanszék

A komponens módszer módosított alkalmazása homloklemez-eszlop-gerenda kapcsolatok nyomatéki ellenállásának meghatározására

Dr. Radnay László¹⁰⁰, Fülöp Soma¹⁰¹

Az MSZ EN 1993-1-8 szabvány szerint a nyomatékkel terhelt homloklemez acélszerkezeti kapcsolatok ellenállását az egyes csavarsoroknál, soronként több komponens - oszlop gerinc húzása, oszlop öv hajlítása, csavar húzása, homloklemez hajlítása, gerenda gerincének húzása - figyelembevételével meghatározott húzási ellenállások alapján tudjuk számítani. Amennyiben az erőpár másik tagját jellemző ellenállások - az oszlop gerincének nyomási ellenállása, a gerenda nyomott övének nyomási ellenállása, vagy az oszlopperinc nyírási ellenállása - bizonyulnak mértékadónak, akkor a húzott oldal ellenállásának egy részét el kell hanyagolnunk. Erre az MSZ EN 1993-1-8 6.2.7.2 pontja ad útmutatást. E szerint a számítást a nyomott oldaltól legtávolabb elhelyezkedő csavarsorral kell kezdeni és folyamatosan kell haladni a közelebbi csavarsorok felé. Amennyiben a vizsgált csavarsor számított ellenállását a felette lévő csavarsorokra kimutatott ellenállásokkal összegezve az összeg meghaladja a csoportos húzási tönkremenettel meghatározott ellenállás értéket, a nyomási komponensek ellenállásának értékét, vagy a nyírási komponens ellenállásának értékét, akkor a legkisebb ellenállás figyelembevételével úgy kell csökkenteni a vizsgált csavarsorunkban feltételezett erőt, hogy az erőpár ki tudjon alakulni. Ez az egyszerűsítés azt eredményezi, hogy a húzott csavarsorokban fellépő erők eredője távolabb fog elhelyezkedni a nyomott zónától, mint ahogyan azt egy rugós kapcsolatmodell felhasználásával kapnánk, vagy amit a merevségszámításnál használunk. Ez azt is jelenti, hogy a Szabvány hivatkozott pontjának előírásait követve nagyobb nyomatéki ellenállást kapunk pontosabb módszerek alkalmazásához képest.

Előadásunkban egy alternatív módszert mutatunk be, ami a rugós kapcsolatmodell felépítése nélkül számítja az ott kapott erő értékeket az egyes csavarsorokra. Számításainkat az SMath program segítségével végeztük a komponens módszer alapján. Az előkészítés során csavarkép geometriája alapján megállapítjuk a tönkremenetel alakját és hogy egyedi vagy csoportos tönkremenetel várható. Ez után meghatározzuk a vizsgált kapcsolathoz szükséges komponensek ellenállását és merevségét. Mindenképp csavarsoronként dolgozunk. Ha a vizsgált elrendezés mellett a csoportos tönkremenetel a mértékadó, a csoportos effektív hosszat a csoportban résztvevő csavarsorok között leosztva vesszük figyelembe, ahogyan ezt a MSZ EN 1993-1-8 6.2.4.2 pont második bekezdése lehetővé teszi. Ez után egy while-ciklus alkalmazásával addig növeljük kis lépésekben az oszlopöv és a homloklemez közötti elfordulási szöveget, míg az egyes csavarsorokban a rugók megnyúlása, merevsége és határereje alapján meghatározott erők összege el nem éri az összesített húzási ellenállás, nyomási ellenállások, vagy a nyírási ellenállás legkisebbikét. A kapott rugóerőkből a nyomatéki ellenállás meghatározható.

¹⁰⁰ egyetemi docens, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Építőmérnöki Tanszék

¹⁰¹ BSc hallgató, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Építőmérnöki Tanszék

A jövő építőanyagai – természetesen az organikus megoldások a leginkább környezetkímélők

Igaz Titusz¹⁰²

Régóta ismert tény, hogy az épületek létrehozása és üzemeltetése rendkívüli mértékben járul hozzá az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásához és a környezet szennyezéséhez. Az épületek készítéséhez használt anyagok bányászata, szállítása, átalakítása, beépítése, majd életútjuk végén az ártalmatlanítása szintén óriási környezetterhelést jelent. Előzőknél csak az épületek üzemeltetésével, különösen a fűtés-hűtés és használati melegvíz előállításával, járó környezetszennyezés jelentősebb. Mivel otthonaink, munkahelyeink, kapcsolódási és közösségi eseményeink, lényegében majdnem minden emberi tevékenység épített környezetben zajlik, ezért is rendkívül fontos a témára irányítani a figyelmet.

Az épületek energiahatékonyságának javításával az utóbbi évtizedekben sikeresen foglalkoztak döntéshozói és szakmai körökben, vannak is számottevő eredmények, bár messze nincsenek még kiaknázva a témában rejlő lehetőségek. Még ennél is több a tennivaló az építőanyag választás tudatossága kapcsán. Mind szakmai körökben, mind döntéshozói szinten, mind felhasználóként vannak bőven tennivalók. Az információhiány elleni küzdelem az egyik első lépés, a témában folytatott kutatás-fejlesztési tevékenység nagyon fontos, hogy minden érintett megfelelő ismerettel rendelkezessen a megalapozott döntések, szakmai lépések megtételéhez.

Bemutatásra kerülnek különböző szempontok szerint vizsgálva a természetes építőanyagok előnyei és hátrányai, alkalmazási lehetőségei és a konvencionális építőanyagok helyettesíthetősége. Világszerte érdekes példákat lehet találni, melyek egy részéből inspirálódva, továbbá a hazai vernakuláris és népi építészeti emlékekből és hagyományokból is merítkezve kiváló hazai megoldások születésére találhattunk példát eddig és remélhetünk továbbiakat is. Végezetül saját kutatási és gyakorlati tapasztalatok alapján néhány épület példáján keresztül ismertetésre kerül a hazai jogszabályi környezet, a tervezési és engedélyezési lehetőségek, valamint a kivitelezés, majd az üzemeltetés tapasztalatai. A konklúziók levonása után javaslatok kerültek megfogalmazásra, melyek jó gyakorlatok bevezetését és további kutatási irányok kijelölését célozták meg.

¹⁰² tanársegéd, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Építőmérnöki Tanszék

Településeink rendezettségének energiatakarékos megteremtése és fenntartása

Németh Géza¹⁰³

Ha egy település önkormányzatának van költségvetése, lakossága nincs teljesen megnyomorítva a lehetetlen élet- és munkakörülmények által, akkor a rendezett környezet kialakítása szinte csak az egyes ember és kisközösség igényességén múlik. Természetesen ezt a kizárólagosságot árnyalnunk kell. Munkahelyeink nagy része nem elégíti ki az alkalmazottak megfelelően változatos mozgásigényét, ezért az egyes ember és kisközösség egészségmegőrzése érdekében a megfelelő fizikai állapot fenntartására is időt kell szánni.

Közterületek, önkormányzati, közösségi és egyéni tulajdonú kertek rendjéért a megfelelő önkormányzat, közösség és egyén a felelős. Bizonyos felelősséget átvállalhat a nagyobb egység a kisebbtől, de az átjárás fordítva is lehetséges. Cikkünkben a fenti három szempontot szeretnénk részletesebben kifejteni, és a lehetőségekhez mérten összekapcsolni, gyakorlati példákkal szemléltetve, sőt bizonyítva, hogy nem távoli ideákról beszélünk.

1. Igényesség jelentése

a.) Igényes vagyok a közutak és járdák, buszmegálló és kerti bútorok állapotára, a gondozott zöld területekre – gyepek és bokrok rendszeres nyírására, fák időnkénti metszésére, pótlására, virágok ültetésére, öntözésére.

b.) A nem közterületre való tárgyak (szerves és szervetlen hulladékok) és feliratok (falragaszok, falfirkák) mennél hamarabb történő eltávolítása.

c.) Nem csak másokkal, hanem magammal szemben is igényes vagyok, igyekszem lehetőségeimhez mérten részt vállalni a rendezett környezet fenntartásában.

Hogyan lehet a kultúrát terjeszteni? Volt-e olyan a történelemben, hogy a békés egymás mellett élés szabályai betartása mellett az alacsonyabb környezeti kultúrájú csoport átvett valamit a magasabbétól? El tud-e fogadni az ember (kényszer nélkül) egy jobb szokást, 18 éves kora után?

2. Mozgásigény kielégítése

Egyénileg és csoportosan is végezhető. Szerencsés az ember, ha a munkába járással össze tudja kapcsolni. A kertművelés is ide sorolható. Előre jelezzük, hogy ez utóbbiban látjuk a legnagyobb lehetőségeket cikkünk fő kérdésével kapcsolatban.

3. Rendezettség

Szükség van olyan önkormányzati alkalmazottakra, akik szakértelmükkel segítik a rend fenntartását. Tekintve, hogy a munkanélküliség mértéke alacsony, nincs feltétlenül szükség arra, hogy kizárólag közmunkások végezzék helyettünk a fűnyírást, vagy az eldobott hulladék összegyűjtését.

¹⁰³ adjunktus, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Gép- és Terméktervezési Intézet

AZ ÉPÜLETGÉPÉSZET SZEKCIÓ ELŐADÁSAI

Investigating the possibility of exergetic optimization for absorption chillers

Dr. L. Szabó Gábor¹⁰⁴

The escalating energy crisis prompts the European Union to enforce increasingly stringent energy awareness goals. Traditional means of meeting these goals through enhanced energy efficiency are becoming less viable; the quality of energy must also be factored into the analyses and recommendations. Heat pumps and refrigerators are capable of both cooling and heating simultaneously, yet their use can be adapted to cooling alone (refrigerator, chiller), heating only ('only' heat pump), or both chilling and heating (polyvalent heat pump). Consequently, heating and cooling can be understood as qualitative indicators characterized by exergetic efficiency. Given the stricter targets, optimizing machines for specific functions by focusing on qualitative indicators becomes imperative.

The presentation focused on absorption chillers optimization for cooling and its repercussions on other primary indicators. This optimization necessitates enhancing the minimum cooling exergy efficiency of absorption chillers. Analysing the effects of this enhancement on primary indicators demands describing them using secondary indicators. This description facilitates the identification of intervention points to enhance qualitative and quantitative indicators. Results indicate that altering the generator and condenser temperatures noteworthy influences cooling optimization.

¹⁰⁴ egyetemi docens, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Épületgépészeti és Létesítménymérnöki Tanszék

Fal hőátadási tényezőjének változása az év során

Dr. Szodrai Ferenc¹⁰⁵

Az épületek energiaigényeinek meghatározásához jól megszokott számítási módszerek alakultak ki. A számítási mód egyes elemei egyszerűsítéseket tartalmaznak, amelynek a mértéke ismeretlen mértékű hibákat is tudnak okozni az energiaigények mértékében. Az egyik ilyen a hőátadási tényező.

A hőátadási tényező segítségével egy falszerkezetnél meg lehet adni a felületi hőmérsékletet, ha a környezet hőmérséklete és a falban átáramló transzmissziós hőáram adott. Az energetikai számítások során mindig egy stacionárius állapotot feltételezünk, továbbá, hogy a hőáram a belső és külső hatások együtteseként jön létre.

A kutatásomban megvizsgáltam egy tipikus meteorológiai évben egy tetszőleges épületre, a külső hőátbocsátási tényező változását a külső tényezők (szélsebesség, hőmérséklet napsugárzás) hatására.

A külső környezetben lévő épület így állandósult állapotban három állapotot vehet fel, egyensúlyban van, fűtési vagy hűtési igénye van.

Feltételezve, hogy a házból kiáramló hő a pozitív irány és azt, hogy ekkor a külső fal hőmérséklete magasabb, mint a környezeté, a hőátadási tényező pozitív. Ekkor az épületet fűteni kell az egyensúlyi állapothoz.

Ellenkező esetben is, ha a környezet melegebb a fal felületénél és hő áramlik be az épületbe. Ekkor pedig a hőt el kell vonni az épületből.

Ezen tények alapvetőek, de a hőátadási tényező lehet negatív előjelű is, mivel a falszerkezet hőcsillapítása nagy, továbbá a légköri mozgás alakíthat ki átmeneti állapotokat. Mint például, egy meleg épületet hideg levegő vesz körül, vagy hideg épületet meleg levegő vesz körül így a hűtési vagy fűtési igényei lecsökkennek. Vagy akár a napsugárzás kedvezőtlenül a falat felfűtve egy viszonylagosan hideg környezetben további hőterhelést adhat az épületnek.

Ezért a Newton hűtési törvényét és a meteorológiai adatokat felhasználva becslést tettem arra, hogy az év mekkora részében fordulhatnak elő átmeneti időszakok.

A számítás sok megkötést is tartalmaz, nem üvegezett homlokzati falra történt a vizsgálat, továbbá a belső hőmérséklet és hőátadási tényezőt állandónak vettem.

¹⁰⁵ egyetemi docens, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Épületgépészeti és Létesítménymérnöki Tanszék

Napkollektoros rendszerek létjogosultsága napjainkban energetikai szempontból

Bodó Béla¹⁰⁶

Az elmúlt évtizedekben a napkollektoros rendszerek fontos szerepet kaptak az energetikai területen. Azonban az elmúlt években technikai és gazdasági szempontból háttérbe szorultak. Az energiaágazat átalakulása miatt indokolt ezeknek a rendszereknek az újragondolása és az energetikai kihasználhatóságuk felülvizsgálata. A napkollektoros rendszereket általában két kategóriába sorolják méretük alapján: kisteljesítményű rendszerek, melyeket főként komfort épületekben alkalmaznak, valamint nagy teljesítményű rendszerek, melyeket technológiai és balneológiai területeken használnak. Ebben az előadásban áttekintjük a nagy teljesítményű napkollektoros rendszerek felhasználási területeit, kihasználtságukat és technikai problémáikat, miközben érintjük a kisebb, komfort kategóriájú rendszerekkel kapcsolatos problémákat is. A vizsgálatok és bemutatások során fő hangsúlyt kapnak az energetikai szempontok.

¹⁰⁶ mesteroktató, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Épületgépészeti és Létesítménymérnöki Tanszék

Debreceni Egyetem Infektológia: A légtechnikai rendszer kihívása egy egészségügyi intézményben

Hámori Sándor¹⁰⁷

Az egészségügyi intézmények tervezése és fenntartása komplex kihívásokat rejt magában, különösen a gépészeti rendszerek terén. Magyarországon az egészségügyi létesítmények jelentős része az elmúlt évszázad során épült, és a régebbi épületekben a gépészeti infrastruktúra gyakran elavult, nem felel meg a modern egészségügyi követelményeknek. Az Infektológia épületének tervezése és kialakítása során különös figyelmet fordítottunk a légtechnikai rendszer kihívásaira és megoldásaira.

Az esettanulmány fókuszában az aktuális nemzetközi egészségügyi ajánlások és szabványoknak való megfelelés állt, különös tekintettel a COVID-19 járványhoz kapcsolódó speciális követelményekre. Az épületben alkalmazott légtechnikai megoldásoknak hatékonyan kell kezelniük a levegő minőségét és a fertőzések terjedését, de a megfelelő zajszintet is. A rendszer tervezésekor fontos szempont volt a folyamatos üzembiztonság biztosítása, valamint az energiahatékonyság és fenntarthatóság szempontjainak figyelembevétele.

Az előadás során részletesen bemutatjuk az Infektológia légtechnikai rendszerének tervezését és kialakítását, kiemelve az egyedi megoldásokat és a környezetbarát technológiák alkalmazását. Az esettanulmány a gépészeti tervezés fontosságára hívja fel a figyelmet az egészségügyi intézmények modernizálása és hatékony működése érdekében.

¹⁰⁷ mesteroktató, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Épületgépészeti és Létesítménymérnöki Tanszék

Design of the fan-coil cooling-heating system of an office building – a case study

Béni Emese¹⁰⁸, Dr. L. Szabó Gábor¹⁰⁹

The presentation focuses on the thermal sizing of an office building, especially the design of fan coil units for an office building scenario. For the thermal sizing of the building, two sizing methods were considered. One method was applied in sizing the engineering experience practice, while the other utilized only standard data.

The calculation procedures of the two methods were identical (in winter according to MSZ EN ISO 12831 and in summer according to MSZ 04140), with differences only in the selected calculation basis data. Despite this, sizing based on engineering empirical data produced results that were 16% higher in winter but 68.6% higher in the summer.

Of the two methods, the one imposed by standards served as the foundation for designing the heating-cooling system since it provided a more intriguing engineering challenge.

Before designing the system, the aim was to select the best option from numerous possibilities. Due to the office function of the building, special attention had to be paid to the work environment of the building occupants. Another consideration was to provide heating in the winter and cooling in the summer with as few building modifications as possible. For this reason, the fan coil system was chosen.

In the final points of the presentation, the energy-related aspects of the planned building will be introduced. According to the directive of the European Parliament and the Council, 40% of the Union's energy consumption is linked to buildings. As this percentage is likely to increase, reducing it is the goal. In the presentation, a possible solution was shown.

¹⁰⁸ hallgató, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Épületgépészeti és Létesítménymérnöki Tanszék

¹⁰⁹ egyetemi docens, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Épületgépészeti és Létesítménymérnöki Tanszék

Jegesvizes puffertárolók hűtési alkalmazhatóságának vizsgálata egy irodaépület esetén

Józsa Szabolcs¹¹⁰, Dr. L. Szabó Gábor¹¹¹

A klímaváltozás következtében az épületek energiaszükséglete jelentősen átalakult. A jelenlegi és az elkövetkezendőkre várható körülményeket is figyelembe véve, az épületek hűtése elengedhetetlen az emberek komfortigényeinek kielégítéséhez. Azonban a hűtőberendezések kompresszorának hatékony működését biztosító körülmények rendelkezésre állása és a hidegenergia-igény között időbeli eltérés van. Az energiafelhasználás hatékonysága növelhető például a hidegenergia tárolásával, mivel így a csúcsterhelés egy része a csúcsidezőszakon kívülre tolható. A hidegenergia huzamosabb idejű tárolását, ezáltal a gazdaságos működtetést lehetővé tehetik a fázisváltásban rejlő lehetőségek.

Az általunk vizsgált jegesvizes puffer használata különösen vonzó lehet lakossági alkalmazásokban a könnyű hozzáférhetősége és nem mérgező volta miatt. Jelen tanulmányban egy irodaépület jégakkumulációs puffertartállyal ellátott hűtési rendszerét hasonlítottuk össze egy hagyományos, hidegvizes puffertárolóval ellátott hűtési rendszerrel. Ismertettük a választott hűtőberendezés, illetve a primer- és szekunder hidegenergia rendszer jellemzőit. Bemutattuk a számításokat és az alkalmazhatóságot befolyásoló főbb paramétereket. Az összehasonlítások hatékonyabb szemléltetéséhez egy referencia rendszert is alkalmaztunk. A hűtőgép működési idejének függvényében ábrázoltuk a két rendszer mintanaponkénti szükséges hűtőkapacitását, illetve a referencia rendszerhez viszonyított pufferek térfogatát és a folyadék-hűtők munkáját. Megvizsgáltuk előre meghatározott puffertérfogatok függvényében a rendszerek referencia rendszerhez viszonyított hűtőtéljesítményét és végzett munkáját. Végül pedig összefüggéseket határoztunk meg további speciális esetekre.

¹¹⁰ hallgató, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Épületgépészeti és Létesítménymérnöki Tanszék

¹¹¹ egyetemi docens, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Épületgépészeti és Létesítménymérnöki Tanszék

Analysing Heating and Cooling System Design Considerations for a Nursery Building – A Case Study

Molnár Dániel¹¹², Dr. L. Szabó Gábor¹¹³

The presentation focuses on the design considerations of the heating and cooling system for a nursery building. A meticulous approach was adopted throughout the design phase, prioritizing durable and efficient mechanical solutions to guarantee optimal temperature regulation within the building over an extended period. The building's structural aspects (including heat transfer coefficients to ensure adherence to specified standards) are examined. Heat load and heat loss are rigorously calculated to utilize the relevant industry standards.

Various potential systems were scrutinized, with a keen eye on energy efficiency, sustainability, and the optimal environmental comfort for the occupants, particularly children. System selection was guided by a synthesis of client preferences and an extensive literature review. The proposed wet and dry systems belong to the radiant heating and cooling solutions, each demanding unique implementation approaches.

Attention was also directed toward mitigating potential moisture-related challenges within the cooling system. The presentation will examine the disparities between energy certifications conducted under the obsolete 7/2006 TNM regulation and the currently enforced 9/2023 ÉKM regulation within this case study building context. Furthermore, it will explore two noteworthy potential expansion options by industrial practices. Firstly, a solar panel system integration will be investigated as a strategic response to increasingly stringent EU regulations, with the potential to mitigate operational costs. Secondly, a concept for a comprehensive air handling system proposal is considered. This concept can improve ventilation and maintain ideal air quality in the premises.

¹¹² hallgató, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Épületgépészeti és Létesítménymérnöki Tanszék

¹¹³ egyetemi docens, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Épületgépészeti és Létesítménymérnöki Tanszék

Légfertőtlenítő berendezések alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata

Németh Báborka¹¹⁴

A koronavírus lassan ötödik éve az életünk részévé vált, ami eleinte borzasztó akadályok elé állította az egész emberiséget. A kezdeti megszorítások egyike volt a sávós időrend és lezárások. Az egészségügyi szervezetek javasolták a többszöri légcserét. A természetes szellőzés ellenőrizhetetlen. Természetes szellőztetés esetén nem tudjuk szabályozni a hőfokot és páratartalmat csak a külső levegő tulajdonságai állnak rendelkezésünkre. Ráadásul a nyitott ablakon beszűrődhet kellemetlen mennyiségű zaj és por. Mesterséges szellőzéssel esetén tudjuk szabályozni a hőfokot és páratartalmat és biztosítani tudjuk a friss levegő mennyiségét. A cégek különböző megoldásokon dolgoztak. Az egyik ilyen megoldás a légfertőtlenítő berendezés. A berendezés a működés első fázisában mechanikus tisztítást végez: leválasztja a levegőben lévő szilárd szennyeződések, a második fázisban pedig erős UV-C sugárzással elpusztítja a szűrőn átjutott kórokozókat. Komfort szempontjából való méréseim során a kitüntetett magasságokban mértem a huzatarányt, turbulenciát, hőmérsékletet és légsebességet és kategorizáltam eredményeimet az MSZ CR 1752 szabvány szerint. A Klíma és légtechnika laboratóriumban elhelyezett légfertőtlenítő berendezésen végeztem az első méréseimet, ahol a fal színe fekete annak érdekében, hogy a légáramokat füstölve minél jobban láthatóbb legyen a tartózkodási zónába behatoló levegő. A légfertőtlenítő berendezésből a primer légáram a tartózkodási zóna felett kerül bevezetésre úgy, mint a mesterséges szellőzés esetében és itt történik a két légáram találkozása is. A két légáram ütközve ennek következtében egymást erősítve hatolnak be a tartózkodási zónába. A laboratóriumban a második mérés során vizsgáltam légfertőtlenítő berendezés és a mesterséges szellőzés együttes működését abból a célból, hogy feltárjam, hogy van-e olyan helyzet kombináció, ahol nem felel meg együttes működésük a komfort kritériumainak. Az elmúlt időszakban a gépi szellőzés mellett több épületben is beépítésre kerültek a légfertőtlenítő berendezések is. Ezért vizsgáltam együttes hatásukat a tartózkodási zónára. Eddigi vizsgálataim alapján a jövőben az energiahatékonyság mellett egyre inkább a tartózkodási zóna megfelelő fertőtlenítése és átöblítése fontos szempont lesz a tervezés során és épületüzemeltetésben.

¹¹⁴ hallgató, Debreceni Egyetem Műszaki Kar Épületgépészeti és Létesítménymérnöki Tanszék

Indirekt Evaporatív léghűtő rendszer vizsgálata.

Biró Bence¹¹⁵, Kostyák Attila¹¹⁶

Napjainkban egyre nagyobb problémát okoznak a növekvő energiaárak, valamint az éves szinten emelkedő hőmérsékleti értékek. Ezen jelenségek miatt, egyre nagyobb szerepet töltenek be az energiahatékony és gazdaságos megoldások. Egy épület energiafelhasználásában igen jelentős részt tesznek ki a légtechnikai rendszerek, azon belül is a hűtési folyamatok.

A növekvő komfortigényeket egyre nagyobb energiabefektetéssel tudjuk fedezni, amelyek nagyrészen a fokozatosan melegedő éghajlati viszonyok miatt alakulnak ki.

A hűtési rendszerek optimalizálásával és fejlesztésével jelentős mennyiségű energiát és pénzt takaríthatunk meg. Erre adhat remek megoldást, az evaporatív hűtési eljárás.

A direkt evaporatív hűtést (Direct Evaporative Cooling - DEC) már régóta alkalmazzák az iparban mivel alacsony energiafelhasználás mellett képes nagy hűtési teljesítményt elérni, valamint szignifikánsan javíthatóak a hűtőköri folyamatok az eljárással. A magas minőségű komfort terekben kívánt befűvási légállapotot, csak korlátozott kiinduló külső légállapotok mellett képes előállítani. A hűtés során nagy mennyiségű vízgőz párolog a levegőbe, amely erősen növeli a levegő abszolút-, és relatív nedvességtartalmát. Ez rendkívül negatív hatással van a komfortérzetre. Komfortterekben az a cél, hogy a relatív nedvességtartalmat egy viszonylag szűk zónán belül tartsuk, ez viszont jelentősen korlátozza a DEC kihasználható hűtési potenciálját.

Az elmúlt években egyre nagyobb figyelem és több kutatás irányul a téma felé. A kutatások célja az, hogyan lehetne kiaknázni a DEC-ben rejlő hűtési potenciált úgy, hogy ne növeljük a bejuttatott levegő nedvességtartalmát. Erre nyújthat jó megoldást az indirekt evaporatív hűtés (Indirect Evaporative Cooling - IEC). Az eljárás során kezelt levegő nem jut közvetlenül a komforttérbe, így nem növeli annak nedvességtartalmát. Leggyakrabban úgy alkalmazzák, hogy a légkezelő által elszívott levegő kerül adiabatikus hűtésre, majd a légkezelő hővisszanyerőjén átáramoltatva a bejuttatni kívánt friss levegő kerül előhűtésre vele. Az IEC-nek köszönhetően jelentősen csökkenthető a hagyományos alacsony hőmérsékletű hűtők energiafelhasználása. A fenti felhasználási mód számos tanulmányban megjelent, mint kiegészítő hűtési eljárás, azonban előfordul, hogy az elszívott levegő minősége nem teszi lehetővé a hővisszanyerést (pl.: a levegő magas szennyezettség tartalma). Ilyen esetek főleg ipari területeken fordulnak elő, ahol a technológia által elszívott levegőt, befűvó légkezelők segítségével pótolják. Ebben az esetben az IEC eljárás a kültérből szívott munkalevegő segítségével valósítható meg. A szakmai cikkben bemutatásra kerül az kültéri levegő indirekt úton történő hűtésének vizsgálata.

¹¹⁵ hallgató, Debreceni Egyetem Műszaki Kar Épületgépészeti és Létesítménymérnöki Tanszék

¹¹⁶ egyetemi tanársegéd, Debreceni Egyetem Műszaki Kar Épületgépészeti és Létesítménymérnöki Tanszék

AZ ANYAGTUDOMÁNY, ANYAGVIZSGÁLAT SZEKCIÓ ELŐADÁSAI

A hidrogén kitétség hatása csőtávvezeték szakaszok viselkedésére

Prof. Dr. Lukács János¹¹⁷, Nagy Nóra¹¹⁸

A hidrogén csővezetékes szállításának három lehetséges módja van: az első a hidrogénnek a meglévő földgázvezeték-rendszerbe való bekeverése (blending), a második a földgázszállító csővezeték-rendszer felhasználása (tiszt) hidrogén szállítására (repurposing vagy retrofitting), a harmadik pedig egy új csővezetékrendszer kiépítése (tiszt) hidrogén szállítására (constructing). Műszakilag és gazdaságilag egyaránt indokolt a megvalósítást a hidrogén bekeverésével kezdeni, amely előtt szükséges annak elemzése, hogy a működő rendszer hogyan reagál a megváltozott közegre. Az elemzés történhet irodalmi adatok feldolgozásával, próbatestes vizsgálatok elvégzésével a meglévő rendszer cső anyagminőségein és kísérleti csőszakaszokon végzett vizsgálatokkal. Utóbbi két esetben a vizsgálatokat hidrogén kitétség nélküli és hidrogénnek kitétt mintákon is el kell végezni. Az elemzések, illetve a vizsgálatok célja a csőanyag és hegesztett kötéseinek komplex viselkedésének megismerése nagynyomású hidrogén kitétség esetén. A vonatkozó irodalmi adatok feldolgozása mellett P355NH alapanyagból készült csővezeték szakaszokat vizsgáltunk hidrogén expozíció nélkül és tiszt hidrogén expozícióval (100% hidrogén tartalom), ahol az expozíciós idő 41 nap és 92 nap volt. A körvarratok hegesztésére huzalelektrodás, védőgázos ívhegesztéssel és hibrid hegesztéssel (volfrámelektrodás, védőgázos ívhegesztés és huzalelektrodás, védőgázos ívhegesztés) került sor. A kísérleti csőszakaszokon elvégzett repesztővizsgálatok után szakító- és hárompontos hajlítóvizsgálatokat, keménységméréseket, továbbá mikroszerkezeti vizsgálatokat végeztünk, mind az alapanyagon, mind a csővezeték szakaszok körvarratain. A vizsgálati eredményeket elemeztük és összehasonlítottuk egymással (alapanyag – hegesztett kötések, expozíció nélkül eset – expozíciós esetek, különböző hosszúságú expozíciós idők), valamint a szakirodalomban található adatokkal. A próbatestes vizsgálatok esetében a hidrogén elridegedés kimutatására különböző mérőszámokat alkalmaztunk, a teljes csőszakaszok vizsgálataiban pedig biztonsági tényezőket értelmeztünk és azok arányát használtuk. A különböző mennyiségek alkalmasak voltak a hidrogén okozta elridegedés kimutatására, annak mértékét azonban nem egyformán jelenítették meg.

¹¹⁷ egyetemi tanár, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Anyagszerkezet-tani és Anyagtechnológiai Intézet

¹¹⁸ tanársegéd, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Anyagszerkezet-tani és Anyagtechnológiai Intézet

Gumiabroncsok fáradásos bordatörés-vizsgálati lehetőségeinek kifejllesztése laboratóriumi körülmények között

Dr. Kiss Zsolt Péter¹¹⁹, Kassai Zsolt¹²⁰, Szente Márk¹²¹

A mezőgazdasági gumiabroncsok egyik jellemző meghibásodása a bordák kifáradásos törése. Az ilyen jellegű meghibásodások gyakoriságának csökkentése, illetve a bordák élettartamának növelése érdekében a gumiabroncs gyártója folyamatosan fejleszti a gyártás technológiáját, ill. az alkalmazott anyagösszetételt. Nehézséget jelent azonban, hogy az elvégzett módosítások hatásának ellenőrzését csak hosszadalmas és költséges vizsgálati módszerrel (tartósüzemi teszttel) végzik. A tanulmány célja egyrészt egy olyan vizsgálati módszer kidolgozása, amelynek segítségével reprodukálható módon előidézhető az előzőekben ismertetett fáradásos bordatöréses meghibásodás. A korábbi évtizedekben végzett gumiabroncs vizsgálataink tapasztalatai alapján kiválasztottunk és kidolgoztunk egy olyan vizsgálati módszert és kifejllesztettünk egy olyan berendezést, melynek segítségével lehetővé vált az ilyen jellegű meghibásodások laboratóriumi körülmények közötti, gyors és reprodukálható módon történő vizsgálata.

¹¹⁹ főiskolai tanár, Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, Közlekedéstudományi és Infotechnológiai Tanszék

¹²⁰ Nyíregyházi Egyetem

¹²¹ Nyíregyházi Egyetem

Gumiabroncs pirolízis során keletkező termékek vizsgálata

Tóth Csenge Emese¹²², Dr. Nagy Gábor¹²³

Napjaink egyik jelentős problémája a hulladékok rohamosan növekvő mennyisége. Az autóipar dinamikus fejlődése révén évente körülbelül 1,5 milliárd darab hulladék gumiabroncs keletkezik világszerte, vagyis naponta körülbelül 4 millió gumiabroncs éri el a selejtezési normákat, melynek mennyiség a jövőben tovább fog növekedni. Mivel a hulladék gumiabroncsok teljes lebomlása a természetben több mint 100 év, ezek megfelelő kezelése és ártalmatlanítása kiemelten fontos. Az életciklusának végeztével a gumiabroncsok hulladéklerakókban történő elhelyezése a talaj- és a vizek szennyeződéséhez vezethet, káros hatással lehetnek a helyi ökoszisztémára, valamint potenciális életteret biztosít számos kártevő számára. A gumiabroncsot viszonylag nagy fűtőértéke (körülbelül 28-37 MJ/ kg) alkalmassá teszi energetikai hasznosításra égetés, elgázosítás vagy pirolízis révén.

Kísérleteink során a pirolízist, mint lehetséges hulladékkezelési módszert vizsgáltuk laboratóriumi léptékben. A folyamat során az alapanyagot oxigénmentes vagy oxigénszegény atmoszférában, 400-1000 °C közötti hőmérsékletre hevítik, ahol a szerves anyagok bomlása lezajlik. Ez a technológia régóta ismert, de gumiabroncs hulladékok tekintetében egy innovatívnak tekinthető eljárás, amely során három termék keletkezik: pirolízis gáz-, illetve olaj és kocsz. Alapanyagként aprított gumiabroncsot használtunk, melyhez különböző adalékanyagokat (tojáshéj, kagylóhéj, dolomit, alginit, zeolit, kalcinált kagylóhéj, kalcinált tojáshéj, kalcinált dolomit, kalcinált alginit, kalcinált zeolit) kevertünk 1:1 tömegarányban annak érdekében, hogy feltárjuk az anyagok között létrejövő szinergikus hatásokat. A pirolízis reaktorba 60 g keverékeket töltöttünk, majd inert atmoszférában hevítettük 1 órán keresztül. A kísérletek során képződő olaj-, szilárd és gáz termékeket is gyűjtöttük, majd azokat különféle vizsgálatoknak vetettük alá. Ilyen volt a termékek mennyisége, elemi összetétele és égéshőjének változása, melyek alapján az energetikai és a vegyipari alkalmazások tekintetében értékeltük az eredményeket.

¹²² PhD hallgató, Miskolci Egyetem, Anyag- és Vegyészmérnöki Kar, Energia-, Kerámia- és Polimertechnológiai Intézet

¹²³ egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Anyag- és Vegyészmérnöki Kar, Energia-, Kerámia- és Polimertechnológiai Intézet

A Tiszta nyírás hatása a próbatest oldalárányára és az alakváltozási mezőre gumi esetén

Vass Dominik¹²⁴, Dr. Huri Dávid¹²⁵

Gumi próbatest vizsgálata tiszta nyírásra Végeselem-módszerrel, majd kísérlet tervezése, és a kapott eredmények összehasonlítása kiértékelése. Olyan módszertan megalkotása, ami akár különböző anyagokra is alkalmazható.

A gumi termékek manapság nagyon elterjedt alkatrészek az ipar minden területén, többek között a járműiparban is. A mesterségesen alapanyagú gumikeverékek előtérbe kerülése segítette elő ezen alkatrészek elterjedését és alkalmazását a járműiparban, mint például rezgéscsillapító elemek, tömítések. Többek között energiát tudnak elnyelni, ütköző elemként használva, de tömítő hatásuk is nélkülözhetetlen.

A kutatásom fő célja az egy olyan egységes eljárás definiálása lenne, a fent említett termékek gyorsabb és hatékonyabb vizsgálatára, mellyel jelentős időt és pénzt lehetne megtakarítani. Továbbá szándékomban áll akár más anyagokra is kiterjeszteni eme vizsgálatokat.

¹²⁴ hallgató, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék

¹²⁵ adjunktus, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék

S1100M nagyszilárdságú acél hőhatásövezeti tulajdonságainak fizikai szimulációra alapozott vizsgálata

Kovács Judit¹²⁶

A kutatómunka első lépéseként az Oului Egyetem munkatársainak segítségével JMatPro szoftverben, a vizsgált S1100M anyagminőség vegyi összetételének megadását követően, becslésre kerültek a hőmérsékletfüggő fizikai jellemzők. Ezután a szívósságcsökkenés szempontjából kritikusnak vélt hőhatásövezeti sávokban végeztünk fizikai szimulációs vizsgálatokat, különböző $t_{8/5}$ hűlési idők alkalmazása mellett. A vizsgálatokhoz a szimulációs programokat a fizikai szimulátor manuális programozásával állítottuk elő, a hőmérsékletfüggő fizikai jellemzők figyelembe-vételével kiszámított idő-hőmérséklet pontok segítségével. A vizsgált hőhatásövezeti hőkiklusok esetén a csúcshőmérséklet kiválasztásának a célja az volt, hogy a hőhatásövezetben előforduló legkisebb szívóssággal rendelkező sávokat állítsuk elő, ezért a választás a durvaszemcsés, az interkritikus és – a komplex hőhatásövezeti sávok közül – az interkritikus durvaszemcsés sávra esett. A hegesztési paraméterek és a hűlési időintervallum meghatározásához a huzalelektrodás védőgázos ívhegesztést vettük alapul. Ahhoz, hogy szimulálni tudjunk egy kis, egy közepes és egy nagy fajlagos hőbevitellel történő huzalelektrodás védőgázos ívhegesztést, a vizsgálatok során három különböző hűlési időt állítottunk be, amelyek $t_{8/5} = 5$ s, 15 s és 30 s voltak. A fizikai szimulációs kísérletek után lézer scanning mikroszkópos, valamint az alapanyagon pásztázó elektronmikroszkópos felvételeket készítettünk, amelyek alapján a vizsgált alapanyag szövetszerkezete megeresztett martenzites volt. A durvaszemcsés hőhatásövezeti sávban a prior ausztenit szemcseméretet (PAG) is kiszámítottuk; a kapott eredmények alapján a hűlési idő növelésével a PAG méretek is nőttek. A mikroszkópos felvételek elkészítése után HV10 keménységméréseket végeztünk, amelyek alapján átlag keménység értékeket határoztunk meg a hőhatásövezet különböző vizsgált részein. A keménységmérések eredményei alapján megfigyelhető volt, hogy mindhárom vizsgált hőhatásövezeti sávban negatív hatása van a hűlési idő növelésének az átlagkeménységre. A fizikai szimulációs kísérletek után műszerezett ütővizsgálatokat végeztünk. A kapott eredmények alapján az alapanyag ütőmunkájához képest a vizsgált hőhatásövezeti sávok mindegyikében jelentős csökkenést tapasztaltunk. Megállapítottuk továbbá, hogy a vizsgált esetek mindegyikében $t_{8/5} = 5$ s-os hűlési idő mellett voltak a legnagyobbak az ütőmunka értékek. A műszerezett ütővizsgálat során kapott adatok kiértékeléséből azt is meghatároztuk, hogy mekkora volt a repedésindításhoz szükséges energia százalékos aránya a teljes ütőmunkához képest, amelynek segítségével részletesebb információkat kapunk a vizsgált anyag képlékeny/rideg viselkedéséről.

¹²⁶ tudományos segédmunkatárs, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Anyagszerkezet-tani és Anyagtechnológiai Intézet

A magyar földgázz szállító rendszeren található gázátadó állomások hidrogénállósága 2-20-100 tf% hidrogénbetáplálás esetén

Tomkóné Nyiri Katalin¹²⁷

A magyar földgázz szállító infrastruktúra folyamatos fejlesztés alatt áll mind a jelen, mind a jövő igényeinek kiszolgálása céljából. Az aktuális célt természetesen a földgáz szállításával kapcsolatos teendők ellátása jelenti, hiszen hazánkban a földgáz továbbra is rendkívül népszerű energiaforrás a háztartási fogyasztók és az ipari felhasználók körében egyaránt. A jövő azonban a hidrogénnel kevert földgáz formájában egészen más kihívások elé állíthatja a szállító hálózatot és annak üzemeltetőjét. Mivel a földgáz felhasználása során jelentősen hozzájárul a szén-dioxid és egyéb, üvegházhatású gázok kibocsátásához, szükség van egy alternatív megoldásra, mely képes helyettesíteni minőségben és mennyiségben egyaránt. A jövőben a hidrogén alkalmas lehet erre, hiszen tökéletes égése során csak víz keletkezik. Különböző megfontolások alapján azonban egyelőre a hidrogén és a földgáz keverése az, ami a jelenlegi klímacélokhoz is megfelelő, a környezet megóvása mellett képes lehet kielégíteni a fogyasztói igényeket, hiszen a megújuló energiaforrásból származó hidrogén betáplálása a már üzemelő földgázz szállító hálózatba sokkal alacsonyabb emisszióval jár, mint a tiszta földgáz elégetése. Dedikált, 100%-ban hidrogént szállító, üzembiztosan működő infrastruktúra már található az országban, tehát a kihívást nem a hidrogén, hanem a hidrogén-földgáz keverék szállítása jelenti. A hidrogén és a metán, mely a földgáz fő összetevőjeként azonosítható, lényegesen eltérő tulajdonságokkal rendelkeznek, ezen tulajdonságok pedig alapvetően meghatározzák a gázkeverék viselkedését a szállítórendszerben. Mivel a fokozatos átmenet jelenti a biztonságos megoldást a kérdésben, fontos megvizsgálni azt, hogy milyen hatással van egyáltalán a földgáz szállítására dedikált rendszer elemeire a hidrogén betáplálása, illetve a betáplált mennyiség növelése. Továbbá, azt is fontos megemlíteni, hogy a földgáz-szállító infrastruktúra különböző egységekből áll, mégpedig gázátadó állomásokat, kompresszorállomásokat, vezetéki csomópontokat és szűrő-mérő állomásokat kapcsolnak fizikailag össze a távvezeték elemek. Minden állomás-típust jellemzik az oda beépített szerelvények és műszerek, melyek vizsgálata kulcsfontosságú a hidrogén-betáplálás lehetőségeinek vizsgálata során. A gázátadó állomások esetében a szűrés, előmelegítés, hőcserélés, nyomásszabályzás, nyomásbiztosítás, mérés és szagosítás technológia funkciók folyamatos, zavartalan biztosítása a cél. Ezen munka pedig a gázátadó állomás működését biztosító szerelvények hidrogéngázzal szemben tanúsított viselkedését vizsgálja.

¹²⁷ PhD hallgató, tudományos segédmunkatárs, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar, Bányászat és Energia Intézet, Gázmérnöki Intézeti Tanszék

Hidrogénnek kitett acél csőtávvezeték szakaszok viselkedésének megítélése teljes méretű szerkezeti elemeken végzett mechanikai vizsgálatok alapján

Nagy Nóra¹²⁸, Prof. Dr. Lukács János¹²⁹

A hidrogén csővezetéken történő szállításának három lehetséges módja van: a hidrogén bekeverése a meglévő földgázvezeték-rendszerbe; földgázszállító-rendszer használata (100%) hidrogén szállítására; új csővezetékrendszer építése 100% hidrogén szállításához. Mindhárom esetben ismerni kell a csővezeték anyagának és hegesztett kötéseinek viselkedését a nagy nyomású hidrogén hatására. A kutatásaink során P355NH alapanyagból készült csővezeték szakaszokat vizsgáltunk hidrogénnek való kitettség nélkül és hidrogénnel, 41 és 91 napos expozíciós idővel. A hegesztett kötések elkészítéséhez MIG és hibrid AWI/MIG eljárásokat alkalmaztunk. Szakító-, hárompontos hajlító és keménység vizsgálatokat, valamint mikroszerkezeti vizsgálatokat végeztünk mind az alapanyagon, mind a csővezeték szakaszok hegesztett kötésein. A vizsgálati eredményeket elemeztük és összehasonlítottuk egymással, valamint a szakirodalomban található adatokkal, valamint következtetéseket vontunk le a vizsgált cső alapanyag és hegesztett kötéseinek viselkedésére vonatkozóan.

¹²⁸ tanársegéd, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Anyagszerkezet-tani és Anyagtechnológiai Intézet

¹²⁹ egyetemi tanár, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Anyagszerkezet-tani és Anyagtechnológiai Intézet

Égetett kerámiák nyomószilárdságának növelése természetes adalékanyag hozzáadásával

Hamza Alexandra¹³⁰, Dr. Kocserha István¹³¹

Napjainkban az EU 2050-es klímacéljaival összhangban, az építőipar minden területén történnek fejlesztések a CO₂ kibocsátás csökkentés érdekében. Ennek megfelelően egyre inkább előtérbe kerül a lakóépületek energiahatékonyságának növelése. A jelenlegi energetikai szabályozás szerint, egy újonnan épített lakóépület falazatának hőátbocsátási tényezője nem lehet nagyobb, mint 0,24 W/m²K. Az energiamegtakarítás növeléséhez elengedhetetlen a gazdaságos fűtési rendszerek kialakítása mellett a jó hőszigetelő képességű falazó építőelemek alkalmazása, melynek azonban megfelelő nyomószilárdsággal is rendelkezniük kell. A legújabb égetett kerámia vázkerámia termékek, nagy üregtérfogattal (50-70 V/V%) rendelkeznek, azonban ehhez rendkívül vékony, néhány milliméter vastag belső bordázatú szerkezeti felépítés tartozik. A változó üregtérfogat azonban változó mértékben csökkenheti a nyomószilárdságot a tömör termékekhez képest. Kihívást jelent ezen építőanyagok hőszigetelő képességének további javítása a szabványban rögzített minimum szilárdsági értékek megtartása mellett.

Kutatásunkban azt vizsgáltuk, hogy lehetséges-e nagy üregtérfogatú égetett kerámia építőelemek szilárdsági értékeinek növelése természetes eredetű adalékanyag hozzáadásával. Adalékanyagként kovaföldet alkalmaztunk, amely egyfajta üledékes kőzet, ún. kovamoszatok megkövesedett maradványaiból áll, melynek fő összetevője amorf SiO₂.

Laborkísérletünkben alapanyagként közepes kalcit (8-10 m/m%) tartalmú magyarországi bányanyagot használtunk, melyhez 0, 5 és 10 m/m% adagoltunk kovaföldet. A vizsgálatokhoz hengeres próbatesteket készítettünk laboratóriumi vákuum extruderrel, ezt követően tömegállandóságig szárítottuk a mintákat, majd 870 °C-on laborkemencében kiégettük őket. A szárítást és égetést követően figyelemmel kísértük a próbatestek geometriai változásait, a lineáris és térfogati zsugorodásokat, a hőmérséklet hatására bekövetkező tömegváltozásokat, a vízfelvételi, valamint a mechanikai tulajdonságokat. Az eredmények azt mutatták, hogy a kovaföld bekeverése előnyösen hat a mechanikai tulajdonságokra, miközben a többi tulajdonságok csak kis mértékben változtatja meg. A legfontosabb eredmény, hogy az adalékanyag hozzáadásával a kiégetett próbatestek esetében a nyomószilárdsága akár 30-40%-kal növelhető.

¹³⁰ PhD hallgató, Miskolci Egyetem, Anyag- és Vegyészmérnöki Kar, Energia-, Kerámia- és Polimertechnológiai Intézet

¹³¹ egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Anyag- és Vegyészmérnöki Kar, Energia-, Kerámia- és Polimertechnológiai Intézet

A MÉRNÖKPEDAGÓGIA SZEKCIÓ ELŐADÁSAI

A sztochasztikus modellezési készség fejlesztése hallgatói projekteken keresztül

Prof. Dr. Kocsis Imre¹³², Codruta Bendea¹³³

Bár a determinisztikus és sztochasztikus modellek egyaránt fontos szerepet játszanak a mérnöki tudományokban, a mérnökhallgatók sztochasztikus modellezési képességeinek fejlesztése kevésbé hangsúlyos, ráadásul a középfokú oktatásban sem jelennek meg érdemben nem a sztochasztikus modellezés alapfogalmai. Az előadásban a Kockázat és megbízhatóság tantárgy keretében végzett vizsgálat tapasztalatait mutatjuk be, mely a műszak menedzser mesterszak egy tárgya. A vizsgálatban magyar és külföldi hallgatók egyaránt részt vettek 2023 őszén. Az oktatási módszer alkalmazása több mint öt évre nyúlik vissza. A hallgatói projektek témája egy választott rendszer, folyamat kimenetének statisztikai elemzése. A mintát a nagy számú véletlen bemenet hatására keletkező kimenetek alkotják (Monte Carlo szimuláció). A projekt folyamatvizsgálat, adatgyűjtés, modellillesztés (bemeneti valószínűségi változók eloszlásának vizsgálata), nagy számú véletlen bemenet generálását, a kimeneti minta sokrétű statisztikai elemzését és következtetések levonását tartalmazza, és projekt beszámolóval (prezentációval) zárul. Az alkalmazott módszer lényege a lépések szerepének és a kapcsolódó fogalmak, módszerek megértése, amihez a Monte Carlo szimuláció megfelelő keretet ad, de az oktatási cél egyéb modellezési technikával is elérhető.

¹³² tanszékvezető egyetemi tanár, dékánhelyettes, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar

¹³³ University of Oradea

Nehézségek és lehetőségek a mérnökhallgatók matematika oktatásában

Dr. Árvai-Homolya Szilvia¹³⁴

A felsőoktatásba felvett hallgatók felkészültsége ugyan sosem volt egységes, de az utóbbi években a belépők elvártnál alacsonyabb kompetenciaszintje egyre nagyobb kihívások elé állítja a felsőoktatás szereplőit. Ennek okai többek között a Z-generáció megváltozott tanulási szokásai, a COVID járvány idején bevezetett online oktatás következményei, illetve a megváltozott felvételi követelmények. A felsőoktatási intézményeknek folyamatosan alkalmazkodniuk kell ezekhez a változásokhoz, annak érdekében, hogy hatékonyan támogassák a diákok fejlődését, előrehaladását és a későbbi sikeres munkavállalói pályafutását. A szakmai ismeretek átadása mellett egyre hangsúlyosabbá válik az egyéb kompetenciák fejlesztése is. Ezen kompetenciák közé tartozik például a kritikai gondolkodás, problémamegoldó képesség, kommunikációs készségek és csapatmunka. A felsőoktatási intézményeknek fel kell készülniük arra, hogy olyan tanulási környezetet teremtsenek, amely támogatja ezeknek a kulcsfontosságú készségeknek a fejlődését is.

Mivel a műszaki képzési területen az egyetemi matematika anyag elsajátításához, valamint a továbbhaladáshoz nélkülözhetetlen a megfelelő alaptudás, a hiányosságokkal rendelkező hallgatók többsége már az első félévben szembesül a nehézségekkel. Ezek a nehézségek gyakran összetett jellegűek, és jelentős kihívást jelentenek mind a diákok, mind az oktatók számára. A problémák kezelése érdekében az oktatóknak időben kell beavatkozniuk, új tanítási módszereket kell alkalmazniuk és támogató rendszereket kell bevezetniük. Fontos azonban, hogy a megoldás keresése ne egyoldalú legyen. A hallgatók aktív részvétele és motivációja kulcsfontosságú a tanulási folyamatban, a teljesítmény javításában, a sikeresebb tanulmányaik előmozdításában.

Előadásunkban az előzőekben felsorolt nehézségekre és lehetőségekre adunk példákat az Analízis I. és II. oktatása során szerzett tapasztalatok alapján. Kiemeljük, hogy a matematikai tárgyak abszolválása során felmerülő kihívások nemcsak az adott tantárgyokhoz kapcsolódnak, hanem átfogó készségeket és attitűdöket is fejlesztenek, amelyek elengedhetetlenek a változó körülményekhez és kihívásokhoz való rugalmas alkalmazkodáshoz a jövőben.

¹³⁴ egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Matematikai Intézet

Térszemlélet fejleszthetőségének lehetőségei a lemorzsolódás csökkentése érdekében egyetemi hallgatók körében

Szilvásiné Dr. Rozgonyi Erika¹³⁵

Ha azt mondjuk térszemlélet, nem biztos, hogy mindenki meg tudja fogalmazni, vagy teljesen ugyanarra gondolunk. A Magyar Nyelv Értelmező Szótárát fellapozva, a térszemlélet címszónál ezt találjuk: „Az a lelki képesség, tulajdonság, amelynek birtokában az ember a tárgyakat alakjuknak, kiterjedésüknek, nagyságuknak, illetve másához való térbeli viszonyuknak megfelelően érzékeli, illetve egységes összképbe tudja állítani”. (A Magyar Nyelv Értelmező Szótára, 1962) A pedagógiában a térszemléletet „a tárgyak kép alapján történő elképzelésére, rekonstrukciójára való térlátási képességként” értelmezik (Drahos, 1988). John Eliot pszichológus így fogalmazza meg egyik írásában: „a tárgyak egymáshoz viszonyított elhelyezkedéséről való tudomásunk és képességünk, készségünk, hogy ezt a tudást mentális és fizikai problémák megoldására felhasználjuk” (Eliot, 1987). Ez a képesség nagyrészt mindenkinél veleszületett, de fejleszthető is többféleképpen.

A térszemlélet fejlesztésére vonatkozóan számos publikáció, doktori értekezés is született külföldön és hazánkban is. Egyik ilyen B. Babály doktori disszertációja (2020), melyben a térszemlélet fejleszthetőségének lehetőségét vizsgálta kreatív, konstruáló feladatokkal mérnökhallgatók körében.

A matematikai tananyag változásai miatt a gimnáziumokból érkező tanulók nagy része a középiskolai tanulmányai során szerkesztésekkel nagyon keveset találkozik. Előnyben vannak velük szemben azok a technikumból érkező tanulók, akiknek géprajz, szakrajz tárgyai már voltak középiskolai tanulmányaik alatt. Tapasztalatom az, hogy a mai középiskolai tanulók a matematikai feladatokban szereplő összefüggések rajzban történő megjelenítésében sem jeleskednek, így jó néhányuknak nehezebbé esik teljesíteni az egyetemen például a felsőbb matematikai tárgyakat, a fizikát, az ábrázoló geometriát, vagy a géprajzot. Ezért jó néhány erre irányuló kutatási anyagot tanulmányoztam át. (Petri, Cs. 2022, Nagy Lehoczky, Zs., Tóth, A. 2022,...). Ennek egyik oka a téri intelligencia alacsony szintje jó néhány hallgatónál.

Ezen cikk megírásakor a térszemlélet fejlesztésére irányuló lehetőségek megvizsgálása volt az elsődleges cél, majd egy jövőbeli terv készítése a Miskolci Egyetemen tanuló mérnökhallgatók téri intelligenciájának felmérésére. A felmérés eredményétől függően pedig a terveim között szerepel a kutatás folytatásaként a téri kompetencia erősítésére irányuló javaslatok készítése a Miskolci Egyetemen tanuló mérnökhallgatóknak.

¹³⁵ egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Matematikai Intézet, Ábrázoló Geometria Tanszék

Szakmai tanárképzés – kihívások és megoldások

Nagyné Dr. Kondor Rita¹³⁶

A műszaki technikai képzés és szakképzés megfelelő színvonala kulcsfontosságú, célja a térségbe települő iparvállalatok számára versenyképes tudással rendelkező munkaerő biztosítása, lehetővé téve a diákok számára a szakterülethez kapcsolódó alapvető ismeretek és készségek elsajátítását, valamint a szükséges szakmai képesítéssel rendelkező, kreatív, kritikára nyitott és kritikus szemlélet kialakítását, és az innovációkhoz, a változásokhoz való alkalmazkodás képességét. Az érettségire épülő szakképzések esetén az oktatóknak komoly pedagógiai kihívást jelent az elméleti ismeretek és a gyakorlati tudás egyidejű átadása.

2019. szeptemberben a Debreceni Egyetem Műszaki Karán a Debreceni Szakképzési Centrummal együttműködve három szakirányon indult újra Mérnök-tanári szak. 2023-ban a szakirányok száma ötre bővült. A törvényi szabályozás változása miatt a 2020-tól az elnevezés szakirány helyett specializációra változott, 2023-tól új specializációkkal bővült a kínálat. Jelenleg az öt specializáció: Elektrotechnika-elektronika, Építő-építészeti, Gépészet-mechatronika, Környezetvédelem-vízgazdálkodás, Műszaki-gazdasági. A Mérnök-tanári mesterképzésre való jelentkezés feltétele a specializációnak megfelelő mérnöki alap- (BSc) vagy mester (MSc) diploma. 2023. szeptembertől törvényi szabályozás változása következtében az addigi 4 féléves képzésen a képzési idő 3 félévesre rövidült. Így a jelenleg érvényben lévő képzési formák a 2 féléves és a 3 féléves képzés. A specializációkon szerzett diploma meghatározott szakmacsoportok tárgyainak oktatására jogosítja fel a végzeteket.

A Mérnök-tanár képzés része az iskolai tanítási gyakorlat, amely a vezetőtanár irányításával történik. Itt a tanulók oktatása, nevelése és a szaktárgyakkal kapcsolatos tanári munka megfigyelése, elemzése a feladat, illetve a leendő tanárok az önállóan megtartott tanórák, foglalkozások keretében bizonyíthatják a tanári pályára való felkészültségüket. Az iskolai gyakorlatok száma, tartalma függ a képzési formától és a közoktatásban tanítással eltöltött időtől.

Jelen tanulmányban a Mérnök-tanár képzés kapcsán felmerülő kihívásokról és megoldásokról számolunk be.

¹³⁶ egyetemi docens, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Műszaki Alaptárgyi Tanszék

A folyamatos online számonkérés hatékonysága

Dr. Burján-Mosoni Boglárka¹³⁷, Vámosiné Dr. Varga Adrienn¹³⁸

A pedagógiai gyakorlat azt mutatja, hogy a számonkérések gyakoriságának növelésével, a hallgatókat rákényszerítjük a rendszeres tanulásra, mely által a hosszútávú memóriába való bevésést segítjük elő. Azonban az időhiány és a javítással járó plusz terhek miatt, a középfokú oktatáshoz képest a felsőoktatásban a számonkérések száma jóval kevesebb.

A Covid-járvány idején szükség volt a diákok Moodle használatával történő tanítására, vizsgáztatására. Az akkor készült tananyagok és a Moodle segítségével történő tesztelés módja hasznos lehet a hagyományos tantermi oktatás során is.

Egy vizsgálatban külföldi és magyar hallgatók teljesítményét figyeltük meg a Debreceni Egyetem Műszaki Karán, a Matematika 2 tantárgy keretében. Az angol nyelvű képzésben résztvevők és a magyar hallgatók egy része a félév során több alkalommal írt rövid, a tananyaghoz kapcsolódó online tesztet. Feltételezésünk az volt, hogy azok a hallgatók, akiknél folyamatos a számonkérés, magasabb pontszámot érnek el, ezáltal magasabb érdemjegyet kaphatnak a félév végén, mint akik csak a zárthelyi dolgozatokra készülnek. A kontrollcsoportban olyan magyar hallgatókat vizsgáltunk, akik ugyanazon oktatóhoz tartoztak, tehát ugyanazokat a zárthelyi dolgozatokat írták, mint a fókuszcsoportban lévők, ezáltal kizárva a különböző nehézségű feladatok okozta eredménybeli eltérést.

Az évközi jegy a következő módon tevődött össze: a féléves tananyag három nagyobb fejezetre volt felosztva és az egyes részekhez tartozó elméleti és gyakorlati zárthelyi dolgozatokon a maximálisan elérhető pontszám az 50 pont (15 pont + 35 pont) volt. Így zárthelyi dolgozatok által összesen 150 pontot lehetett elérni. A hallgatók motivációjának fenntartása érdekében öt alkalommal volt lehetőség rövid online tesztek kitöltésére, melyekért pluszpontot lehetett kapni. A helyesen kitöltött tesztekkel a zárthelyi dolgozatok által elérhető pontok 10%-a volt megszerezhető, ezzel ösztönözve a rendszeres tanulásra a hallgatókat. Az évközi tesztek segítik a hallgatók önértékelését a tanulási folyamatban, tisztább képet kapva hiányosságairól.

Az eredmények összehasonlításánál a zárthelyi dolgozatokon elért pontszámokat vizsgáltuk, figyelmen kívül hagyva a pluszpontokat. A félév végén a hallgatókkal elégedettségi kérdőívet töltöttünk ki, melyben felmértük, hogy mennyire tartották hasznosnak a félévközi online teszteket, mennyire érezték a tesztek figyelemfenntartó hatását az egyes tananyagrészekre vonatkozóan.

Az előadásban bepillantást nyerhetünk egy teljes Moodle statisztikai elemzésbe. Mindez hasznos információkat adhat azok számára, akik nem használják ezt a rendszert.

Ezen módszer megkönnyíti az oktatók munkáját is, hiszen a javítás automatikus, a Moodle rendszer által történik. Az online tesztek előnye továbbá, hogy kimutatható az egyes feladatokkal töltött idő, azaz képet kapunk arról, hogy mennyi idő szükséges az előhíváshoz és a logikus következtetéshez az elméleti és gyakorlati feladatokat illetően.

¹³⁷ adjunktus, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Műszaki Alaptárgyi Tanszék

¹³⁸ egyetemi docens, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Műszaki Alaptárgyi Tanszék

Az épített környezeti nevelés a bizonytalanság korában

Szakács Beáta¹³⁹

A társadalmi, politikai és gazdasági problémák, a globális világjárvány jelentős hatással vannak az oktatásra és az oktatáskutatásra. A pedagógusok és oktatáskutatók mindig is élen jártak a társadalmi változásokra való reagálásban. Ebből a szempontból az elmúlt néhány év rendkívüli kihívást jelentett az oktatási rendszer és az oktatási szakemberek számára.

Az állampolgárok életük jelentős részét oktatási rendszerbe ágyazva töltik. Ennélfogva az oktatás hatással van a polgárok társadalmi értékekkel kapcsolatos felfogására mind a tudás, mind a viselkedés tekintetében. Következésképpen az oktatás homogenizáló hatást gyakorol a polgárokra. Attól függően, hogy MIT és HOGYAN tanítunk és értékelünk, a tudás, az értékek sokfélesége lehet elismerhető és befogadható, de lehet elhallgatható és elutasítható. Kulcsfontosságú az a szerep, amelyet az oktatás játszhat az ember és a természet közötti szakadék áthidalásában, az épített környezetünk alakításában.

Az UNESCO 17 fenntartható fejlődési célt fogalmazott meg. Mindegyik fenntartható fejlődési célt kognitív, szociális-érzelmi és viselkedési célokra bontották tovább. A 4. cél az inkluzív, méltányos és minőségi oktatás biztosítása, a 11. cél a fenntartható városokra és közösségekre összpontosít. Ez a dokumentum az oktatást kulcsfontosságúnak nevezi. Több nyelvben is használatos a „civic education in architect” kifejezés, amely azt sugallja, hogy az adott ország az építészeti nevelést az állampolgári nevelés részének tekinti. Az épített környezeti nevelés eszközöket ad a gyerekek és fiatalok kezébe, hogy meg tudják fogalmazni igényeiket, értékítéletet tudjanak alkotni, képesek legyenek környezetük formálására, érzékenyen reagáljanak az őket körülvevő világra, rendelkezzenek azzal a készségekkel, hogy kritikusan átgondolják és megkérdőjelezzék döntéseik következményeit, és felelős, aktív felnőtt váljon belőlük.

A nemzetközi felhívások ellenére azonban kevés bizonyíték van az oktatási rendszerben bekövetkezett változásra. Konkrétan arra keresem a választ, hogy az épített környezeti nevelés mekkora hangsúlyt kapott a NAT 2020-ban, az épített környezeti nevelés tartalma, úgymint építészet, esztétika, szociológia, tervezői gondolkodás, mely tantárgyak tematikájába jelenik meg, mennyire szakszerű, milyen mértékben történik meg a nevelés és mire terjed ki. A vonatkozó szakirodalom feltárása mellett dokumentumelemzést végzek, a Nemzeti Alaptanterv (5/2020. (I. 31.) Kormányrendelet) hatályos szövegét felhasználva.

¹³⁹ mesteroktató, Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Építőmérnöki Tanszék

A MUNKAVÉDELEM SEKCIÓ ELŐADÁSAI

A mesterséges intelligencia alkalmazásának lehetőségei a munkavédelemben

Dr. Zákányi Balázs¹⁴⁰, Fodor Ádám hallgató¹⁴¹, Dr. Zákányiné Dr. Mészáros Renáta¹⁴²

Bár már régebb óta léteznek mesterséges intelligencián alapuló szoftverek, a technológia fejlődésének köszönhetően az utóbbi években került központi szerepbe és szépen lassan mindennapjaink részévé válik. A mesterséges intelligencia lényegében egy olyan terület, amely különböző informatikai rendszerek fejlesztésével foglalkozik. Ezek a rendszerek képesek feladatokat megoldani az emberi gondolkodáshoz hasonló módon. A mesterséges intelligencia jelenleg rohamosan fejlődik, így minden iparág próbálja kiaknázni az általa kínált lehetőségeket a hatékonyság növelés érdekében. A kutatásunk célja, hogy áttekintést nyújtsunk az MI alkalmazásának lehetőségéről a munkavédelemben. Ennek megvalósítása érdekében röviden bemutatjuk a mesterséges intelligenciák fejlődésének különböző szakaszait és a mesterséges intelligencia általános működését. A vizsgálatok második részben bemutatjuk, hogy milyen módon járulhat hozzá a mesterséges intelligencia a munkavédelem hatékonyságának növeléséhez. Konkrét példákon keresztül prezentáljuk, hogy az MI milyen potenciállal rendelkezik ezen a területen.

¹⁴⁰ egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar, Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet

¹⁴¹ munkavédelmi szakember, Miskolci Egyetem

¹⁴² főmunkatárs, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar, Alkalmazott Földtudományi Kutatóintézet

A munkavédelemben alkalmazható mesterséges intelligencia alkalmazásának morális és etikai kérdései

Dr. Zákányi Balázs¹⁴³, Fodor Ádám hallgató¹⁴⁴, Dr. Zákányiné Dr. Mészáros Renáta¹⁴⁵

Az emberi élet- és egészség védelmének a fejlett iparban kiemelt fontosságot kell tulajdonítani. A munkavédelem területe hosszú időkre tekint vissza és folyamatos fejlődést mutat. A technológia folyamatos fejlődésének köszönhetően új lehetőségek nyílnak a munkavédelem területén, amelyek közül a jövőben az egyik fontos szereplő a mesterséges intelligencia lesz. A kutatásunk első szakaszában a mesterséges intelligencia működését szabályozó jelenlegi jogi környezetet ismertetjük. A második felében elemezzük, hogy a mesterséges intelligencia munkavédelemben történő alkalmazásának milyen morális és etikai kérdéseket vet fel. Három különböző iparágban végeztünk kérdőíves felmérést, hogy feltérképezzük a munkavállalók véleményét a mesterséges intelligencia gyakorlati alkalmazásával kapcsolatban a munkavédelem területén.

¹⁴³ egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar, Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet

¹⁴⁴ munkavédelmi szakember, Miskolci Egyetem

¹⁴⁵ főmunkatárs, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar, Alkalmazott Földtudományi Kutatóintézet

Munkavédelem vizsgálata a régészeti feladatellátásban

Dr. Zákányi Balázs¹⁴⁶, Páll Gergely¹⁴⁷, Dr. Zákányiné Dr. Mészáros Renáta¹⁴⁸

A régészettudomány legfontosabb jellemzője, hogy a természet- és társadalomtudományok több ágának módszerét alkalmazza és következtetéseinek megfogalmazásakor szigorú tárgyilagosságra törekszik és mivel holisztikus szemléletű, azaz minden érdeklő, ami az ember bármely múltbeli tevékenységével kapcsolatos, kitűnően alkalmas arra, hogy a történeti adatokat régészeti módszerekkel egészítse ki, vagy akár ellenőrizze, pontosítsa azokat.

S bár a múzeumokban már millió számra őriznek régészeti leleteket, a kutatás napjainkban is folytatódik és folyamatosan fejlődik, hiszen az emberiség történetének megismeréséhez egyre újabb és újabb adatokra van szükségük, a technika fejlődésével pedig egyre pontosabb és minőségileg a korábbiaktól eltérő információkat tudnak gyűjteni a szakemberek, a legkülönbözőbb technikai vívmányok (digitális helymeghatározó eszközök, talajradarok, drónok, fémdetektorok stb.) használatával és alkalmazásával, így mondhatjuk, hogy egy dinamikusan fejlődő ágazatról van szó, melyhez a munkavédelmi, munkabiztonsági előírásokat, szabályokat folyamatosan igazítani szükséges, a szabványokkal, rendeletekkel és jogszabályokkal harmonizálva.

Vizsgálataink célja, hogy a régészeti terepi munkafolyamatok során a munkavégzésből eredő veszélyforrásokat meghatározzuk, amelyek a munkafolyamatokat végző személyekre, illetve munkavégzés hatókörében tartózkodókra egészségkárosodást feltételező veszélyt jelenthetnek. Célunk továbbá a kockázatértékeléshez szükséges szempontok meghatározása, melyek alapján becsléses alapon a kockázat mértéke meghatározható.

¹⁴⁶ egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar, Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet

¹⁴⁷ munkavédelmi szakmérnök, Miskolci Egyetem

¹⁴⁸ főmunkatárs, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar, Alkalmazott Földtudományi Kutatóintézet

Elektromos hajtású autók szervizelésének munkabiztonsági elemzése

Dr. Zákányi Balázs¹⁴⁹, Hasulyó Gábor¹⁵⁰, Dr. Zákányiné Dr. Mészáros Renáta¹⁵¹

Az IPCC éghajlatváltozás mérséklésére vonatkozó összefoglaló jelentése szerint az üvegházhatású gázok (továbbiakban ÜHG) kibocsátásának csökkentésében nagy szerepe van a környezettudatosabb villamos energiával hajtott elektromos gépjárműveknek. A legnagyobb CO₂-mentesítési lehetőséget a szárazföldi közlekedésben, életciklus-alapon az alacsony ÜHG-kibocsátású nagy potenciállal rendelkező elektromos járművek kínálják.

A gépjárművek elektromos meghajtása több évtizedes múlttal rendelkezik és lényeges piaci térhódítása az utóbbi években figyelhető meg, amely új műszaki megoldásokat követel azok karbantartásához és szervizeléséhez, amelyre sok meglévő szerviz még nincs felkészülve. Az elmúlt években majdnem minden autógyártó piacra dobott tisztán elektromos hajtású autót. Bár az elektromos járművek részesedése a teljes járműparkhoz viszonyítva még csekély, ennek ellenére a szervizeknek már fel kell készülni arra, hogy a jövőben egyre több elektromos hajtású jármű felülvizsgálatát vagy javítását kell elvégezniük, mert az elektromos hajtás elterjedésével megváltoztak az alkalmazott alapvető karbantartási stratégiák is.

Számos kockázatot hordoz magában az elektromos gépjárművek szervizelése. A hagyományos belső égésű motor meghajtású gépjárművekkel szembeni szignifikáns különbség a nagyméretű akkumulátor. Vizsgálatainkban az elektromos autó szervizelés kockázataival, veszélyforrásaival és ezek elkerülésére vonatkozó kockázatcsökkentő lehetőségekkel foglalkoztunk. Célunk az, hogy meghatározzuk a tisztán elektromos gépjármű szervizeléséhez szükséges képesítéseket, oktatási anyagot, egyéni védőeszközöket, és a karbantartásához elengedhetetlen szerszámokat és berendezéseket. További cél ismertetni a biztonságos elektromos autó javítást megelőző lépéseket, intézkedéseket. Végső következtetéseink támpontot nyújthatnak az elektromos gépjárművek biztonságos szervizeléséhez.

¹⁴⁹ egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar, Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet

¹⁵⁰ hallgató, munkavédelmi szakmérnök, Miskolci Egyetem

¹⁵¹ főmunkatárs, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar, Alkalmazott Földtudományi Kutatóintézet

Olajtartalmú veszélyes hulladék előkezelő vákuum bepárló technológiával történő fejlesztésének munkavédelmi kérdései

Dr. Zákányiné Dr. Mészáros Renáta¹⁵², Árvai Károly¹⁵³, Dr. Zákányi Balázs¹⁵⁴

Tekintettel az olajtartalmú folyékony hulladékok és az emulziók mennyiségének folyamatos növekedésére, a hulladékkezeléssel foglalkozó szakcégeknek rendelkezniük kell ezeknek a hulladékoknak a szállítására és kezelésére alkalmazható fejlett technológiákkal, járművekkel, berendezésekkel. Amennyiben az olajtartalmú hulladékok közvetlenül a talajba kerülnek, a felszín alatti vizekbe – esetlegesen az ivóvízbázisokba – eljutva, azokat elszennyezve jelentős környezetvédelmi, illetve társadalmi kockázatot jelenthetnek. Munkánkban áttekintően bemutatjuk és – a fejlesztési lehetőségek szempontjából – megvizsgáljuk egy hulladékkezelő telep által jelenleg, az olajos vizek, olajos iszapok és emulziók kezelésére vonatkozó tevékenységet. Néhány kiválasztott technológia áttanulmányozása alapján részletes elemzést végzünk az emulziók kezelése céljából alkalmazható modern emulzióbontó berendezés telepíthetőségére vonatkozóan. Megvizsgáljuk az új kezelési technológia integrálhatóságát a jelenleg végzett hulladékkezelési tevékenységekbe. Értékeljük a telephelyen bevezetésre kerülő új hulladékkezelési technológia munkavédelmi kockázatait, összehasonlítva a jelenleg alkalmazott technológia kockázataival. Továbbá megvizsgáljuk, hogy a tervezett fejlesztés jelent-e többletkockázatot a munkavállalók számára.

¹⁵² főmunkatárs, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar, Alkalmazott Földtudományi Kutatóintézet

¹⁵³ hallgató, munkavédelmi szakmérnök, Miskolci Egyetem

¹⁵⁴ egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar, Víz- és Környezetgazdálkodás Intézet

A víziközművek által foglalkoztatott munkavállalók számára ágazati ajánlás az egyéni védőeszköz juttatási rendre vonatkozóan

Dr. Zákányiné Dr. Mészáros Renáta¹⁵⁵, Bartha Xénia¹⁵⁶, Dr. Zákányi Balázs¹⁵⁷

A víziközmű-szolgáltatásról szóló 2011. évi CCIX. törvény módosításával olyan integrációs folyamat vette kezdetét, amelyben a legfőbb törekvés a szolgáltatási ág gazdaságos és fenntartható működtetésének optimális kialakítása. Az ágazatban tevékenykedő munkavédelmi szakemberek számára kihívást jelent az integráció eredményeként koncentrálódó foglalkoztatott-szám, és a vállalatok szerteágazó specifikus tevékenységi körei. Ennek tükrében az 1. és 2. veszélyességi osztályba tartozó szennyvíz- és ivóvíz szolgáltató vállalatok számára egyéni védőeszköz juttatási rend ajánlást dolgozunk ki, amelynek keretében feltárjuk az ágazatban jellemző munkakörök kockázatait, azonosítjuk a csak egyéni védőeszköz juttatással csökkenthető kockázatokat, és megfogalmazzuk az egyéni védőeszközökkel szemben támasztott minimum követelményeket.

¹⁵⁵ főmunkatárs, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar, Alkalmazott Földtudományi Kutatóintézet

¹⁵⁶ hallgató, munkavédelmi szakmérnök, Miskolci Egyetem

¹⁵⁷ egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar, Víz- és Környezetgazdálkodás Intézet

Ivóvízkezelésben alkalmazott klóralapú oxidálószeres munkavédelmi szempontú értékelése

Dr. Zákányiné Dr. Mészáros Renáta¹⁵⁸, Dr. Zákányi Balázs¹⁵⁹, Friesz Patrik¹⁶⁰

Az EU követelményeinek megfelelően 2023. évtől az ivóvíz-minőséget szabályozó új Kormányrendelet újabb paraméterek vizsgálatát követeli meg, mint pl. a klorát, amely a klór alapú oxidálószeres egészségre káros bomlásterméke. A vízkezelésnél ez főként a nátrium-hipoklorittal végzett törésponti-klórozás során kerülhet nagy koncentrációban ivóvízbe. A szigorodó követelményeknek való megfelelést a hypo-oldatos törésponti klórozás helyett a munkabiztonság szempontjából kockázatosabb, klórgázos technológiára való áttérés jelentheti. Az ezzel járó veszélyek bemutatása érdekében a vízkezelésben alkalmazott klór alapú oxidáló- és fertőtlenítőszeres munkavédelmi szempontból vizsgáljuk. Ennek keretében az egyes anyagok és azok alkalmazásának bemutatása mellett áttekintjük a vonatkozó jogszabályokat, vizsgáljuk az alkalmazásukkal járó kockázatokat, majd javaslatot teszünk a kockázatok kezelésére.

¹⁵⁸ főmunkatárs, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar, Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet

¹⁵⁹ egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar, Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet

¹⁶⁰ hallgató, munkavédelmi szakmérnök, Miskolci Egyetem

Georadar használata úthibák felett

Szilvási Marcell¹⁶¹, Bese Marcell¹⁶²

Napjaink közlekedésében elengedhetetlen a jó minőségű aszfalttal borított utak megléte. Amint egy utat megépítenek és a gépjárművek elkezdik használni, óhatatlanul elkezdődik a különféle deformációja annak. Alapos tervezési-, anyaghasználati- és kivitelezési munkával a tényleges, már zavaró hibák jelentkezési ideje sok évre lelassítható. A legtöbb esetben sajnos elmarad a várt precizitás valamelyik előbb említett pillérben és néhány éven belül különböző módokon deformálódhat az út felszíne, vagy az alépítmény. Magyarországon több mint 215000 km-nyi országos és helyi közút található 2024-ben, ami a nagy számok törvénye alapján rengeteg úthibát tartalmazhat. Ezek felkutatására, rögzítésére, valamint megelőző célú vizsgálatokra a georadar egy kiváló eszköz. A roncsolásmentes technológiájával az út felszínéről is képes az alépítmény szerkezetéről információkkal szolgálni. Ezt úgy éri el, hogy elektromágneses hullámokat juttat le az adó egység az altalajba és a jelre érzékeny réteghatárokról annak egy része visszaverődik, amit a vevőegység rögzít a felszínen. A módszer nagyon érzékeny a fém tárgyak és az üregesedés kimutatására. A jellemző gyakorlatban használt frekvencia tartománya 100-3000 MHz között van. Minél kisebb a frekvencia, annál mélyebbre (néhány méter) tud behatolni a jel, de annál kisebb lesz a felbontás (akár több deciméter), az apró objektumokról, változásokról nem kapunk megfelelő információt. Nagyobb frekvencia esetén ugyan a felbontás akár néhány centiméteres is lehet már, de a behatolási mélység lecsökken néhány centi-deciméterre. Jelen tanulmányban 500 MHz-es adót használtunk, hogy az útnak az alépítményéről is kapjunk jeleket. Útvizsgálatoknál nem érdemes ennél sokkal kisebb frekvenciát alkalmazni, mert a mesterségesen kiképzett al- és felépítményből álló út alatt általában valamilyen zavart közegű anyag található, amiben gyorsan csillapodik a kibocsájtott elektromágnes jel. Amennyiben csak a kopóréteg vizsgálata a fontos akkor hasznos lehet a GHz frekvencia feletti adók használata. A rögzített felvételeket a MatGPR nevezetű szabad hozzáférésű szoftverben dolgoztuk fel a szakmai kiértékelés előtt. A jellegzetes, felszínen is megjelenő úthibák megjelenési helyén mért radarképek közti összefüggések tanulmányozása történt meg.

¹⁶¹ tanársegéd, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar, Földrajz-Geoinformatikai Intézet, Geodéziai és Bányamérési Intézeti Tanszék

¹⁶² BSc hallgató, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar

Low Cost szenzor tesztelés az Éghajlatváltozási Multidiszciplináris Nemzeti Labor 7b alprojekt keretein belül

Szamosi Attila¹⁶³, Dr. Szalontai Lajos¹⁶⁴

Kutatásunk témáját az Éghajlatváltozás Multidiszciplináris Nemzeti Laboratórium 7b alprojekt szolgáltatja. Ebben kiemelt fontossággal bír a szállópor koncentrációjának időbeli és térbeli elemzése, mivel ez hatással van mind az éghajlatra, mind pedig az emberi egészségre. Az alacsony költségvetésű szenzorok egyre elterjedtebbek, melyek segítségével a szállópor koncentrációját vizsgálják, vizsgálhatják. Kutatásunk során tesztelés alá vontunk egy Sensirion által fejlesztett Low Cost szenzort, ami több környezeti paramétert is képes mérni, mint például a szerves vegyületeket, oxidáló gázokat, páratartalmat és hőmérsékletet. A szenzor könnyen integrálható különböző alkalmazásokba, és a gyártás során kalibrálják is. Az összeállításhoz a Sensirion Gadget BLE Library könyvtárt használtuk az ESP32 platformon.

A szenzort egy műanyag házba helyeztük, és az Arduino platformot használtuk programozásra. Az adatokat a Sensirion MyAmbience alkalmazáson keresztül gyűjtjük, tároljuk és elemizzük. Jelen tanulmányban az általunk tesztelt mintapéldány kalibrálását, összehasonlítását - más működő szenzorokkal – mutatjuk be a PM 2.5 részecskék mérési területén. Az adatok elemzéséhez lineáris és másodfokú polinom modelleket alkalmaztunk.

Az eredmények alapján mind a lineáris, mind pedig a másodfokú polinom modell jól illeszkedett az adatokhoz. Összességében minden mérés hatékonyan becsülte meg a PM2.5 részecskék koncentrációját.

Az alacsony költségű szenzorok több előnnyel járhatnak, például pontosabb megfigyelési lehetőséget biztosítanak, csökkentik a költségeket és növelik a mérési hatékonyságot. Az ilyen sokoldalú szenzorok lehetőséget nyújtanak az időjárás változásainak komplexebb értelmezésére és azok különböző alkalmazásokban történő felhasználására. A Sensirion szenzor jól korrelált a referencia szenzorokkal, és további mérésekre kerül sor referencia mérések céljából.

¹⁶³ tanszéki mérnök, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar, Földrajz-Geoinformatika Intézet

¹⁶⁴ egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar, Földrajz- Geoinformatika Intézet