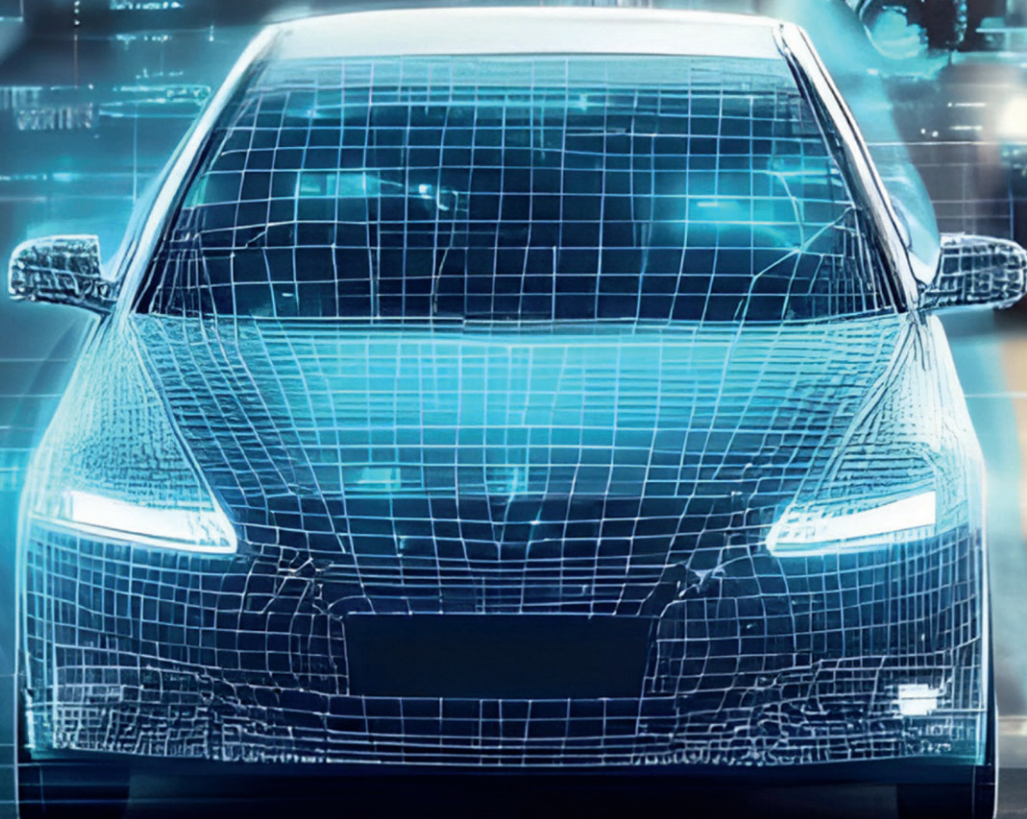


mérnök újság

| A MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA LAPJA

| XXXIII. évfolyam, 06. szám, 2026. június – Ár: 980 Ft



Hol kezdődik a közlekedés jövője?

Önvezetés a városban – Az autó már nem csak kifelé figyel – MI a közúti közlekedésben

KAMARAI TÖRVÉNYÜNK
SZÜLETÉSE

■ RAKPARTBÓL
VÁROSI ÉLMÉNY

■ KÖZÉPKORI
KOLOSTORKERTEK

■ LONDONI DISZNÓK,
PESTI CSATORNÁK

SZÓLJ BELE A KAMARA JÖVŐJÉBE!

A jövőt a mérnökök mindig megtervezik.
Most a saját szakmai közösségük következnek.



MONDD EL A VÉLEMÉNYED!

Segíts formálni a kamarai szolgáltatásokat és képviselőt!



LEGYÉL RÉSZE A KÖZÖSSÉGNEK!

A fiatal mérnökök hangja erősebbé teszi a kamarát!



VÁLTOZTASSUNK EGYÜTT!

Aktív részvétellel építjük a szakma jövőjét!

Felhívás a Magyar Mérnöki Kamara 40 év alatti tagjaihoz

A Magyar Mérnöki Kamara új akciótervet indít a fiatalabb mérnökgenerációk szakmai és kamarai bevonására. A cél egyszerű, de fontos: azt szeretnénk, hogy a 40 év alatti mérnökök ne kívülről nézzék a Kamara működését, hanem legyen valós lehetőségük beleszólni abba, milyen szakmai közösségben, milyen szolgáltatásokkal, milyen képviselő mellett szeretnének dolgozni.

A Magyar Mérnöki Kamara elnöksége arról döntött, hogy kezdeményezze az alapszabály módosítását annak érdekében, hogy a fiatal mérnökök képviselője erősödjön: a jövőben képviselőjük jelen lehessen a választmány munkájában, és három fiatal mérnök a küldöttgyűlés tagjaként is részt vehessen az országos kamarai döntéshozatalban. Ez fontos lépés, de önmagában nem elég. A képviselő csak akkor ér valamit, ha mögötte valódi vélemény, va-

lódí igény és valódi szakmai közösség áll. Ezért most arra kérjük a 40 év alatti kamarai tagokat, hogy mondják el őszintén: mit várnak a Magyar Mérnöki Kamarától?

Érdekel bennünket, hogy szerintetek

- miben tudná a kamara ténylegesen segíteni a pályakezdő és fiatal mérnököket;
- milyen szolgáltatásokra, képzésekre, mentorálásra, szakmai kapcsolatokra lenne szükség;
- milyen ügyekben kellene a kamarának határozottabban megszólalnia;
- hogyan lehetne a fiatal mérnököket bevonni a tagozatok, a területi kamarák és az országos kamara munkájába;
- mi az, ami ma távol tartja őket a kamarai élettől, és mi az, ami miatt szívesen vállalnának aktívabb szerepet.

Nem előre megírt válaszokat várunk, hanem valós véleményeket. Kritikusait is, kellemetlen és hasznosat is. A kamara akkor tud változni, ha pontosan hallja, hol szorít a cipő, és nem csak azt, amit protokollárisan illik mondani.

A felmérés eredményei alapján készül el a fiatal mérnökök kamarai integrációját szolgáló részletes akcióterv, amely érinti többek között a mentorprogramokat, a szakmai utánpótlást, a képzéseket, a döntéshozatalban való részvételt, valamint a fiatal mérnökök számára fontos kamarai szolgáltatásokat.

Ennek érdekében rövidesen egy felületet biztosítunk az ezzel kapcsolatos vélemények megfogalmazására, majd ezt követően egy felmérést adunk közre, amely kitöltése után kezdeményezni fogjuk a szükséges lépéseket.

Hol kezdődik a közlekedés jövője?



Dubniczky
Miklós

Ha megkérdeznénk az embereket, hogyan képzelik el a jövő közlekedését, valószínűleg sokan önvezető autókról, mesterséges intelligenciáról és sofőr nélküli robottaxikról beszélnének. Hollywood és a technológiai cégek kommunikációja is ezt a képet erősíti: a jövő közlekedésének főszereplője az egyre okosabb jármű. A valóság azonban ennél sokkal érdekesebb, és mérnöki szemmel jóval összetettebb.

Az előttünk álló évtizedek nagy kérdése nem az, hogy lesznek-e intelligens autók. Természetesen lesznek. A kérdés inkább az, képesek leszünk-e intelligens rendszereket építeni köréjük.

Nem feledjük, a közlekedés mindig is rendszer volt! Járművek, utak, hidak, jelzőlámpák, szabályok és emberek többé-kevésbé bonyolult együttműködése. A mesterséges intelligencia ezt a rendszert nem lecseréli, hanem új szintre emeli. Ma már olyan megoldások születnek, amelyek képesek előre jelezni a forgalmi torlódásokat, optimalizálni a jelzőlámpák működését, vagy akár a teljes városi hálózatot úgy szervezni, hogy egyszerre csökkenjen az utazási idő, a károsanyag-kibocsátás és a baleseti kockázat. A járművek hamarosan nemcsak érzékelni fogják környezetüket, hanem kommunikálnak is egymással és az infrastruktúrával. Ez azonban csak a történet egyik oldala. Az autó ugyanis már nem csupán kifelé, befelé is figyel. A legújabb fejlesztések képesek felismerni a vezető fáradtságát, figyelemkiesését, veszélyes testtartását, sőt akár egészségügyi problémák korai jeleit is. Kamera, radar, mikrofon, szenzor és mesterséges intelligencia dolgozik együtt azért, hogy a közlekedés biztonságosabb legyen. Joggal merül fel a kérdés: hol húzódik a határ a biztonság és a megfigyelés között? A válasz valószínűleg ugyanaz, mint minden új technológia esetében: nem önmagában az eszköz dönti el, hogy jó vagy rossz,

hanem hogy milyen szabályok, etikai normák és társadalmi konszenzus mellett alkalmazzuk.

De akad még egy ennél is fontosabb tanulság. Hajlamosak vagyunk azt gondolni, hogy a közlekedési problémák az utakon keletkeznek. A dugókat az autók okozzák, a torlódásokat a jelzőlámpák, a parkolási gondokat a helyhiány. Pedig a közlekedés sokszor csak következmény. Ha egy városban olyan lakónegyedek épülnek, amelyek csak autóval érhetők el, ha a munkahelyek és a lakóterületek távolodnak egymástól, ha a közösségi közlekedés fejlesztése nem tart lépést a területi változásokkal, akkor a közlekedési rendszer csupán leképezi ezeket a döntéseket. A forgalom jelentős része valójában nem az úton születik, hanem már a településfejlesztési tervekben, ezért a jövő közlekedésének egyik legfontosabb feladata az integrált gondolkodás. A közlekedésmérnök, a várostervező, az informatikus, az adatkutató és a döntéshozó munkája egyre kevésbé választható el egymástól.

Az önvezető járművek története erre különösen jó példa. Az elmúlt évek nemzetközi tapasztalatai azt mutatják, hogy a technológia fejlődése gyorsabb, mint a környezet alkalmazkodóképessége. Olykor a legkorszerűbb rendszerek is zavarba jönnek egy ideiglenes tereléstől vagy egy váratlan forgalmi helyzettől. Nem azért, mert rosszak, hanem mert átmeneti korszakban élünk, amikor ember és gép még együtt alakítja a közlekedést. És ez az átmeneti időszak különösen nagy felelősséget ró a mérnöktársadalomra. Nem elegendő intelligens járműveket fejleszteni. Intelligens infrastruktúrát, megbízható szabályozási környezetet és hosszú távú fejlesztési stratégiákat is létre kell hozni. Az automatizált közlekedés csak akkor lehet valóban biztonságos és fenntartható, ha az azt kiszolgáló utak, hidak, kommunikációs rendszerek és intézményi háttér elemei is felnőnek hozzá.

A közlekedés történetében minden nagy technológiai ugrás hasonló kihívásokat hozott. A vasút, az automobil vagy a repülés sem egyik napról a másikra vált a mindennapok természetes részévé. A technológiai fejlődést mindig követte a szabályozás, az infrastruktúra és a társadalmi alkalmazkodás. A mesterséges intelligencia és az önvezetés sem lesz kivétel. Talán ezért érdemes másként tekinteni a közlekedés jövőjére. Messze nem az a legfontosabb kérdés, mikor ülhetünk be végre egy teljesen önvezető autóba. A jövő közlekedésének igazi mércéje az lesz, hogy képesek vagyunk-e a járműveket, az infrastruktúrát és az embert egyetlen, együttműködő rendszerként kezelni. ■



13

A műszaki kérdések mögött mindig látnunk kell az embert

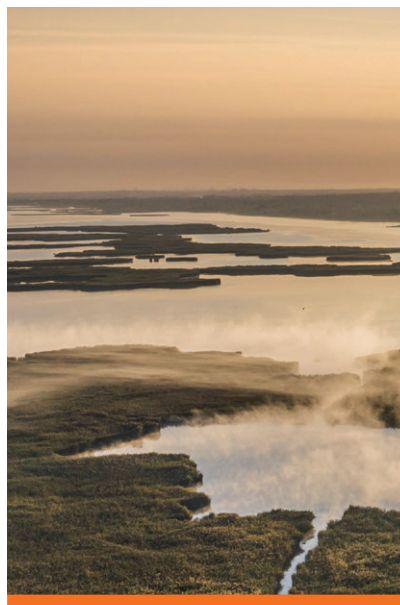
Egy mérnök számára a hibák előbb-utóbb mindig láthatóvá válnak. Talán ezért sem véletlen, hogy Barna Zsolt közúti közlekedésért felelős államtitkár a közszolgáltatban is ugyanazt a szemléletet szeretné képviselni, amit építőmérnökként vallott.



22

MI alkalmazása a közúti közlekedésben

Szinte nincs olyan mérnöki terület, ahol ne volna jelen ez a technológia, amelynek célja általában az optimalizáció.



42

Velencei-tó: az alacsony vízállás okai

A több éve tartó csapadékhiányos időszak következtében a tó vízmérféje a negatív tartományba került, ami azt jelenti, hogy az évi vízvesztés nagyobb, mint a csapadékból történő hozzáfolyás.



18

Az autó már nem csak kifelé figyel

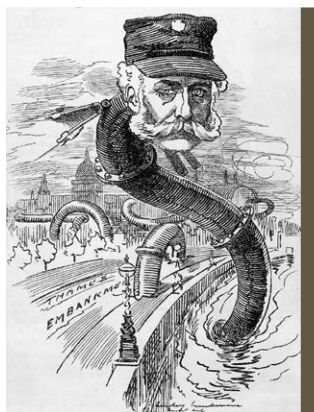
Dr. Oliver Lange a Bosch MI-alapú utastérfigyelő rendszereiről



49

Tudás nélkül nincs innováció

*A tudás nem politikai
vélemény vagy társadalmi
konstrukció, hanem az
emberi akarattól függetlenül
létező valóság felismerése.*



54

Londoni disznók, pesti csatornák

*Minden valamirevaló településnek van
legalább egy saját visszajáró szelleme.*



52

Kamarai törvényünk születése

*A jubileumi 30 esztendőhöz
még hozzá kell számítanunk
8 évet: az ötlettől
a megvalósulásig.*

**Hol kezdődik
a közlekedés jövője?** 3

**A HÓNAP ESEMÉNYEI
MOZAIK** 6
10

INTERJÚ

Dubniczky Miklós

**A műszaki kérdések mögött
mindig látnunk kell az embert** 13
Beszélgetés Barna Zsolt közúti közlekedésért
felelős államtitkárrel

FÓKUSZ – KÖZLEKEDÉS

Rozsnyai Gábor

Az autó már nem csak kifelé figyel 18
Dr. Oliver Lange a Bosch MI-alapú
utastérfigyelő rendszereiről

Molnár Attila

**Mesterséges intelligencia alkalmazása
a közúti közlekedésben** 22

Bortei-Doku Shaun

**Önvezetés a városban
– áldás vagy átok?** 26
Milyen entitás ül mellénk a sofőrülésbe?

Vakula Réka

**Hogyan lesz a rakpartból
városi élmény?** 30
Parti mobilitás Szegeden

PRAXIS

Molnár László Árpád

**Mitoszok és valós feszültségek
a hazai közlekedésben – 2.** 33

Dr. Zákányiné dr. Mészáros Renáta – dr. Zákányi Balázs Zsolt

**Mérnöki eszköztár a munkahelyi
kockázatcsökkentés
új paradigmájában** 37

Tóth Sándor

**Velencei-tó: az alacsony vízállás
okai és vízpótlási lehetőségek** 42

Bölkei Blanka

**Középkori kolostorkertek
öntözőrendszerei és vízmegtartási
gyakorlati** 46

EGYETEMES

Dr. Anisits Ferenc

**Tudás nélkül nincs innováció,
innováció nélkül nincs jóléti
társadalom** 49

HISTÓRIA

Dr. Hajtó Ödön

Kamarai törvényünk születése 52
Szükség van „köztes” testületekre is

Laczk Bálint

Londoni disznók, pesti csatornák 54

Könyvajánló 58



A MAGYAR
MÉRŐKŐ KAMARA
HIVATALOS LAPJA

A szerkesztőbizottság elnöke: **Wagner Ernő** • Szerkesztőbizottság: **Bezegh András, Holló Csaba, Kéry Tamás, Madaras Botond, Szilágyi András, Szöllőssy Gábor, Zsigmondi András** • Főszerkesztő: **Dubniczky Miklós**
Tervezőszerkesztő: **Németh Csaba** • Olvasószerkesztő: **M. Környei Éva**
Hirdetési vezető: **Soós-Dulka Ágnes** – tel.: +36-30/627-8843, e-mail: dulka.agnes@mmk.hu
Kiadja a Magyar Mérőkő Kamara • Alapítva 1994-ben, alapító főszerkesztő: **dr. Hajtó Ödön**
Szerkesztőség: 1118 Budapest, Budaörsi út 125/A • Tel.: 455-7087, e-mail: dm@mmk.hu
www.mernokvagok.hu

Megjelenik havonta • Tagdíjaztató kamarai tagok ingyen kapják, másnak előfizetési díj egy évre: 5600 Ft • Magyar Mérőkő Kamara, 1118 Budapest, Budaörsi út 125/A
Ügyfélszolgálat: +36-1/455-7080 • Nyilvántartási szám: B/SZ 12344/1994 • ISSN 1218-5450 • Nyomda: EDS Zrt., 2600 Vác, Nádas utca 8.
Felelős vezető: Csontos Csilla vezérigazgató • Minden jog fenntartva! • Lapunk következő száma 2026. július 10-én jelenik meg.

IMEDIA

Az MMK országos küldöttgyűlése

Felelősség, kritika, újratervezés

A Magyar Mérnöki Kamara május 29-én, a fővárosi Lurdy Házban tartotta beszámoló küldöttgyűlését, melyen a területi kamarák és a szakmai tagozatok 122 küldöttje vett részt a szavazásra jogosult 183 főből. A küldöttgyűlés levezető elnöke ezúttal is Csohány Kálmán volt.



„A Himnusz és az iménti csend után az ember nem kezdhet úgy beszélni, mintha csak egy rendes éves napirend elején állnánk. Ilyenkor óvatosabban bánik a szavakkal, mert érzi, hogy a közösség nemcsak a jelenlévőkből áll, hanem azokból is, akik már nincsenek közöttünk, és akiknek a munkája, tartása, vitái, hibái és jó döntései nélkül ma nem volna miről beszámolnunk, nem volna mit őriznünk, és nem volna mit továbbépítenünk” – hangsúlyozta köszöntőbeszédében Wagner Ernő.

Elmentünk a falig

„Az elmúlt évek után ilyen pillanatban vagyunk. Balzac regényének címe, az Elveszett illúziók, sokáig irodalmi címként él az ember fejében, aztán egyszer csak kiderül, hogy vannak korszakok, amikor nem könyvcímként, hanem közérzetként tér vissza. Nem nagy, látványos összeomlasként, hanem lassú kijózanodásként; annak felismeréseként, hogy nem ugyanaz a közeg, nem ugyanaz a rend és nem ugyanaz a partnerség várt bennünket, mint amelyben hinni szerettünk volna.

Mi, mérnökök, nem vagyunk különösebben hajlamosak a romantikára. Aki hidat, közművet, utat, energetikai rendszert, vízgazdálkodási megoldást, ipari létesítményt vagy épületet tervez, az pontosan tudja, hogy a valóság nem alkalmazkodik az óhajokhoz. A fa sem nő az égig, bármennyire szép is volna elhinni; a sta-

tika, a talaj, a víz, az energia, az anyag és a pénz előbb-utóbb minden túlzott várakozásra választ ad. Csak az a kérdés, hogy ezt a választ idejében halljuk-e meg, vagy csak akkor, amikor már kárként, költségként, elmaradt beruházként, elvesztegetett mérnökóráként és megkopott bizalomként jelenik meg.

Az elmúlt években sokan akarták velünk elhitetni, hogy a fák az égig nőnek. Hogy most már tényleg jön a szemléletváltás. Hogy most már nemcsak új névtábla kerül az ajtóra, hanem új gondolkodás is mögé. Hogy a mérnöki tudás végre a döntések elején kap helyet, nem a végén, amikor a kész akarat mellé műszaki indokolást kell keresni. Mi pedig – mert a kamara nem kívülálló kommentátor, hanem köztestület – újra és újra leültünk, javaslatokat tettünk, anyagokat készítettünk, egyeztettünk, leveleztünk, és amikor kellett, más szakmai kamarákkal együtt is megszólaltunk.

Elmentünk a falig. Nem egyszer. Sokszor. A kata ügyében, amikor a szakmai kamarákkal közösen a köztársasági elnökhöz fordultunk. Az építészeti törvény ügyében, amikor elmondtuk, hogy az építésgazdaság nem szűkíthető le egyetlen, bármilyen fontos szakmai nézőpontra. A beruházási, közbeszerzési, közmű-, víz-ügyi és energetikai ügyekben, amikor újra és újra azt képviseltük, hogy a mérnöki tudás nem dísz, nem aláíró szerep, nem utólagos kellék, hanem a működőképesség egyik feltétele. És mégis, sokszor a cselekvés látszatával éltünk együtt. Azzal az ígérettel, hogy

most már jönnek a tettek, most már lesz valódi rendszer, most már lesz döntés, most már lesz forrás, most már lesz szakmai súly. Egy idő után az embernek óhatatlanul eszébe jut Beckett: várjuk Godot-t, beszélünk róla, szervezzük a várakozást, még értelmet is próbálunk adni neki – aztán Godot nem jön.

És itt kell őszintének lennünk önmagunkhoz is. Tudhattuk volna korábban is, hogy nem jön? Talán igen. Mondhattuk volna bátrabban? Talán igen. Hibáztunk? Meglehet.

De egy szakmai köztestület vezetése nem irodalmi hősiességi verseny. Nem elég bátran kimondani valamit, ha közben huszonötezer mérnök köztestületét tesszük ki olyan kockázatnak, amelyben nemcsak egy vélemény, hanem maga az intézményi működés sérülhet. Volt időszak, amikor minden szakmai kamara pontosan láthatta, hogy a kritika nem mindig partneri jelzéseként, hanem elenséges cselekményként értelmeződik. Ilyenkor a hallgatás és a megszólalás között nem gyávaság és bátorság, hanem felelősség és következmény között kell mérlegelni."

Sérelmi leltár helyett

Wagner Ernő emlékeztetett: „Antall Józsefnek tulajdonítják azt a mondatot, hogy »Tetszetek volna forradalmat csinálni«. Erős mondat, és mint minden jó politikai mondat, többnyire akkor kerül elő, amikor már mindenki pontosan tudja, hogy a helyzet bonyolultabb volt. A mi helyzetünkben is lehetett olykor forradalmi levegő, de a helyzet mégsem volt forradalmi. Egy szakmai kamara nem barikádra való intézmény. A mérnök nem azért mérnök, hogy a rendszer felrobbantásában keresse az igazság pillanatát, hanem azért, hogy lássa, hol reped, hol süllyed, hol hibás a teherátadás, hol kell megerősítés, hol kell új alap, és hol kell végre kimondani, hogy a szerkezet így tovább nem viselhető biztonsággal.

A mérnök sok mindent elvisel. Ebben van valami abból az angol úriemberből, akit Benedek Miklós olyan felejthetetlenül tudott megjeleníteni: lehet a hátán szíjat hasítani, marad tartása, marad modora, marad önuralma – de amikor a teájától fosztják meg, akkor vége a civilizált türelemnek. A mi teánk nem kényelmi apróság. A mi teánk a szakmai racionalitás, a józan ész, a valóság tisztelete, a mérnöki munka becsülete és az a minimális elvárás, hogy a szakmai érvelés ne utólagos zavaró tényezőnek, hanem a jó döntés feltételének tekintsék. Ezt nem lehet a végtelenségig elvenni tőlünk.

De éppen ezért ma nem visszafelé kell néznünk. Az elveszett illúziók és az elvesztegetett – olykor elvesztegetésre kényszerített – évek után nem az a feladatunk, hogy sérelmi leltárt készítsünk. A sérelmi leltár rövid távon igazságérzetet ad, hosszú távon azonban nem épít semmit. Nekünk pedig ez a dolgunk: építeni, helyreállítani, működőképessé tenni, és ahol kell, újratervezni.

A kérdés most már nem az, hogy mit hittünk egy rendszerről, hanem az, hogy mit vagyunk képesek józanul helyreállítani. A szakmai autonómia becsületét. Az érdekvédelem jogát. A mérnöki tudás helyét a döntések elején. A partnerség kultúráját. A felelősség személyhez kötött rendjét. Azt a köztestületi tartást, amely nem pártok mellett és nem pártok ellen szólal meg, hanem a valóság, a szakmai tisztesség és a közjó mellett.

Ezt a különbséget fontos őriznünk. A Magyar Mérnöki Kamara nem politikai mozgalom, nem ellenzéki klub, nem kormányzati háttérroda, és nem is panaszkönyv. Köztestület vagyunk. Ez egyszerre jelent jogot, korlátot és kötelességet. Jogot arra, hogy

megszólaljunk; korlátot abban, hogy ne tévezzük össze a szakmai ügyet a pártpolitikai indulattal; és kötelességet arra, hogy amikor a mérnöki józanságot, a szakmai autonómiát vagy a közérdeket látjuk sérülni, akkor ne hallgassunk tovább kényelmesen.

A mérnöktársadalom ugyanis az elmúlt években – minden csatlódás, minden fékezett pálya, minden elmaradt döntés és minden félbehagyott folyamat ellenére – megőrizte valamit, ami ma különösen értékes. Megőrizte a józanságát. Nem lett a közéleti zaj segédcsapata, nem süllyedt bele a plakátok, jelszavak, felkorbácsolt indulatok és kölcsönös megvetések világába. Ez nem passzivitás volt, hanem tartás. És nem kevés dolog, ha egy országban, ahol oly sok minden a hangosságokról szól, van egy közösség, amely még mindig a ténnyt, az arányt, a következményt és a működőképességet tartja mércének. Ebből kell most előre indulnunk. Nem illúziókkal, mert abból volt elég. Nem sértettséggel, mert abból nem lesz rendszer. Nem forradalmi szövegekkel, mert a mi szakmánkban a rosszul méretezett lendület legalább akkora kárt okozhat, mint a gyávaság. Hanem azzal a higgadt, de immár határozottabb mérnöki önérzettel, amely tudja: a szakmai tudás nem kér kegyet, hanem helyet kér ott, ahol a döntések megszületnek.

Ma beszámolókat fogunk tárgyalni, szabályzatokról döntünk, választást bonyolítunk, és elvégezzük mindazt, amit egy küldöttgyűlésnek el kell végeznie. De a mai ülésnek van egy ennél mélyebb kérdése is: képesek vagyunk-e a kijózanodásból erőt csinálni. Képesek vagyunk-e úgy lezárni az elveszett illúziók korszakát, hogy ne keserűség, hanem pontosabb beszéd, fegyelmezettebb munka és erősebb közösségi tartás következzen belőle. Én ebben hiszek.

Hiszek abban, hogy a magyar mérnöktársadalom nem halabb, hanem pontosabb lesz. Nem dühösebb, hanem bátrabb. Nem udvariatlanabb, hanem világosabb. Hiszek abban, hogy a kamarának nem az a dolga, hogy mindenáron konfliktust keressen, de az sem, hogy mindenáron elkerülje. A józan ellenvetés nem rombolás, hanem szolgálat. A kritika nem hadüzenet, hanem felelősség. És ha ezt valaki nem érti, akkor nekünk nem az a dolgunk, hogy elhallgassunk, hanem az, hogy még pontosabban mondjuk el. A fák nem nőnek az égig. Godot nem jött el. A falig elmentünk. Most ajtót kell nyitnunk. Dolgozzunk úgy, ahogy mérnökként is dolgoznunk kell: higgadtan, pontosan, felelősen, de most már a szükséges bátorsággal is" – zárta beszédét az MMK elnöke.

Versenyképesebb díjak

A küldöttgyűlés tisztségviselőinek megválasztása, valamint a rendezvény napirendjének megszavazása után a küldöttek tájékoztató előadást hallgathattak meg a kamarai biztosító szövetkezet létrehozásának előkészítéséről. Szolga Dániel és Csergő Vencel biztosítási szakemberek Londonból jelentkeztek be előben a küldöttgyűlésre. Mint elhangzott, a kötelező felelősségbiztosítás előírása nem csupán adminisztratív teher, hanem egy olyan piaci kényszer, amelyre a Magyar Mérnöki Kamara innovatív, közösségi választ készít elő. A cél az, hogy ne csak érintettek, hanem irányítói pozícióban legyünk ebben a helyzetben. A tervezett biztosító legfontosabb megkülönböztető jegye a szövetkezeti forma. Ez azt jelenti, hogy a biztosító tulajdonosai maguk a mérnökök és a területi kamarák lennének. Ebben a struktúrában a megtermelt „nyereség" nem külső befektetők zsebébe vándorol, hanem a tagi közösségnél marad: a biztosítási díjak csökken-

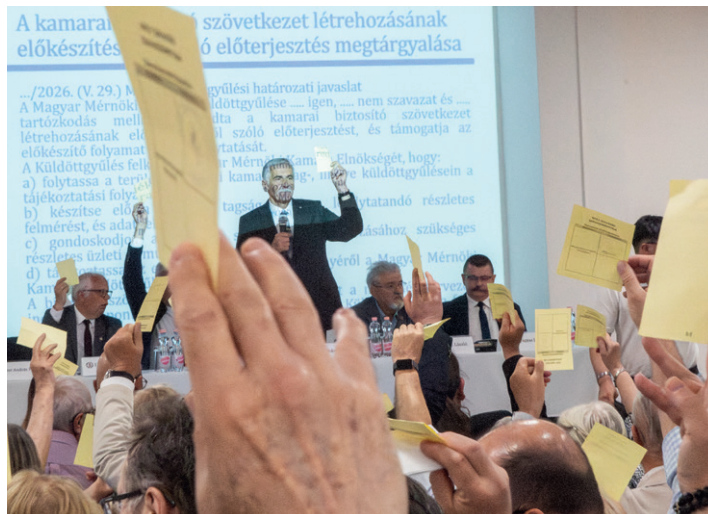
tésére, a szolgáltatások minőségének javítására vagy hozam szerű kifizetésekre fordítható. A szövetkezeti forma erős kontrollt biztosít a tagság számára. A mérnök így nem csupán egy ügyfél lesz a sok közül, hanem saját biztosítójának résztulajdonosa is, aki küldöttgyűlésen keresztül beleszólhat a biztosító tevékenységébe. A piaci biztosítókkal szemben a kamarai biztosító elsődleges célja a mérnöktársadalom biztosítási igényeinek kiszolgálása. A 19 területi kamara aktív részvételével és az MMK országos koordinációjával egy olyan adatbázis és szaktudás áll rendelkezésre, amely lehetővé teszi a kockázatok pontosabb árazását, a különböző biztosítási folyamatok mérnök központú kivitelezését, például a szakmai alapú kárrendezést. Az alacsonyabb működési költségek, a jutalékmentes értékesítési csatornák és a profiktényszer hiánya együttesen teszik lehetővé, hogy a kamarai biztosító versenyképesebb díjakat kínáljon, mint a hagyományos piaci szereplők.

A küldötti kérdésekre és felvetésekre a két előadó és Wagner Ernő válaszoltak, majd a küldöttek – 104 igen szavazat és 5 tartózkodás mellett – elfogadták azt az előterjesztést, hogy támogatják az előkészítő folyamat további folytatását. A küldöttgyűlés egyúttal felkéri a Magyar Mérnöki Kamara elnökségét, hogy folytassa a területi mérnöki kamarák tag-, illetve küldöttgyűlésein a tájékoztatói folyamatot; készítse elő a kamarai tagság körében lefolytandó részletes felmérést és adatbekérést; gondoskodjon a biztosító szövetkezet létrehozásához szükséges részletes üzleti és működési terv elkészítéséről; valamint tájékoztassa az előkészítő munkák eredményéről a Magyar Mérnöki Kamara küldöttgyűlését. A biztosító szövetkezet létrehozásáról, illetve a működés tervezett indulási időpontjáról az MMK küldöttgyűlése várhatóan 2027 májusában dönt.

Ezt követően a küldöttek meghallgatták a választási jelölőbizottság elnöke, dr. Kukai Tibor rövid beszámolóját a másodfokú etikai-fegyelmi bizottság jelölési folyamatáról és eredményéről, majd a küldöttek leadták szavazataikat a bizottság új tagjainak megválasztásához.

Beszámolók és szabályzatok

A szakmai köztestület küldöttértekezlete ezután a kötelező éves beszámolókat tárgyalta – elsőként az MMK elnökségi beszámolóját, illetve az MMK 2025. évi gazdálkodásáról szóló előterjesztést, majd a felügyelőbizottság (Komjáthy László fb-elnök előterjesztésében) és a másodfokú etikai-fegyelmi bizottság jelentését (Dr. Gyapjas János elnök ismertetésében). Utóbbi beszámolóban elhangzott, hogy az új országos elsőfokú struktúra bevezetése miatt az MMK etikai-fegyelmi rendszere jelentős szervezeti és adminisztratív terhelés mellett működött. A múlt évi ügyforgalom legfontosabb üzenete, hogy az etikai-fegyelmi eljárások száma érdemben növekedett, miközben a panaszok jelentős része formai, hatásköri, személyi hatálybeli, elévülési vagy bizonyítási akadály miatt nem vezethetett érdemi vizsgálathoz. A közvetítés



bevezetése és gyakorlati alkalmazása ugyanakkor pozitív elem. Nem minden ügy alkalmas közvetítésre, de ahol a vita természete ezt lehetővé teszi, ott a közvetítés gyorsabb, konfliktuscsökkenőbb és a kamarai közösség szempontjából is kedvezőbb lezárást eredményezhet, mint a klasszikus fegyelmi út.

A példátlan támogatás mellett elfogadott testületi beszámoló után Sárosi Csanád, a szavazatszámiláló bizottság elnöke kihirdette a választás eredményét: a küldöttek a másodfokú etikai-fegyelmi bizottságba – melynek két helye lemondások miatt megüresedett – új tagként Lódrí Csabát és Melegh Csongort választották meg.

A küldöttek végül néhány ponton (testületi ülések összehívásával kapcsolatos szabályok; a küldöttgyűlés összehívására és a kapcsolódó határidőkre vonatkozó szabályok; a tagozat alapításával és működtetésével összefüggő szabályok; a törzsanyag-hozzájárulásra vonatkozó szabályok) módosították az MMK alapszabályát, valamint az MMK továbbképzési szabályzatát, végül pedig a magyar építészetről szóló törvény előírása szerint önálló szabályzatot alkotott a kamarai díjakról és azok felhasználásáról. Az új szabályzat egységes keretben rendezi a kamarai díjak rendszerét és azok felhasználásának alapelveit. A szabályzat a kamarai díjakat – a korábbi gyakorlatnak megfelelően – a hatályos garantált bérminimumhoz mint díjalaphoz igazítva, százalékos mértékben határozza meg, biztosítva ezzel a díjrendszer értékállóságát és automatikus követhetőségét. A szabályozás különbséget tesz a jogosultsággal rendelkező és nem rendelkező tagok között, továbbá meghatározza az egyes élethelyzetekhez kapcsolódó kedvezményeket és mentességeket, így különösen az életkorhoz, pályakezdéshez és családtámogatási ellátásokhoz kötődő eseteket. A szabályzat külön fejezetben rendelkezik a szakmai tagozati munka finanszírozásáról, rögzítve a területi kamarák befizetéseiből biztosítandó forrásokat, valamint azok felosztásának alapelveit, ezzel is erősítve a szakmai tagozatok működésének kiszámíthatóságát és stabilitását.

A szakértelem kerüljön vissza a döntések elejére

Tizenhárom pontban foglalta össze szakpolitikai javaslatait a Magyar Mérnöki Kamara. A reformcsomag azonban jóval több egy ágazati követeléslistánál: olyan szemléletváltást sürget, amelyben a mérnöki tudás nem a döntések utólagos igazolását szolgálja, hanem azok előkészítésének meghatározó elemévé válik.

A magyar beruházási rendszer problémáit hajlamosak vagyunk újabb és újabb jogszabályok hiányával magyarázni. A Magyar Mérnöki Kamara szerint azonban a helyzet ennél összetettebb. Számos területen léteznek a szükséges intézmények és eljárások, ám a szakértelem gyakran túl későn, túl gyengén vagy csupán formálisan jelenik meg. A végeredmény ismerős: elhúzódo beruházások, bizonytalan közműegyeztetések, vitatott közbeszerzések, leromló infrastruktúra és nehezen kezelhető szerződéses konfliktusok. A kamara által kidolgozott 13 pontos szakpolitikai háttéranyag erre a helyzetre kíván választ adni. Nem újabb bürokratikus rétegek létrehozását javasolja, hanem a meglévő rendszerek szakmai tartalmának megerősítését.

A reformcsomag egyik legfontosabb üzenete, hogy a víz, a közművek és az energiaellátás kérdéseit nem lehet egymástól elszigetelve kezelni. A klímaváltozás, a településfejlesztés és az ipari beruházások korában a vízmegtartás, a közműhálózatok állapota vagy éppen a villamosenergia-rendszer fejlesztése az ország működőképességének alapfeltétele. A javaslatcsomag ezért támogatja a helyben tartott vízre épülő szemléletet, a közműegyeztetések kiszámíthatóbb rendszerét, valamint a hálózatfejlesztést és az energiátárolást összehangoló energetikai átalálást.

Hasonló szemlélet jelenik meg a közbeszerzések területén is. A dokumentum abból indul ki, hogy egy közbeszerzési eljárás akkor szolgálja igazán a közérdeket, ha nemcsak jogilag támadhatatlan, hanem szakmailag is megalapozott. Ennek érdekében nagyobb szerepet szán a beszerzés tárgya szerinti szakértelenek, a felelősségi viszonyok egyértelműsítésének és a közérdeket sértő esetek hatékonyabb kezelésének. A cél nem a szabályok szaporítása, hanem a közpénzek felhasználásának szakmai minőségi garanciája.

A reformcsomag külön hangsúlyt helyez a beruházások előkészítésére. A kamara álláspontja szerint a legdrágább hibák sokszor nem a kivitelezés során, hanem jóval korábban, a tervezés és az előkészítés szakaszában keletkeznek. Az alapos tervellenőrzés, az egységes költségtervezési rend és az átlátható felelősségi lánc egyszerre szolgálhatja a beruházók, a vállalkozások és végső soron a közpénzek hatékony felhasználásának érdekeit.

A dokumentum egyik legérdekesebb gondolata, hogy a mérnöki köztestület szerepe nem merülhet ki a szakmagyakorlás nyilvántartásában és felügyeletében. A Magyar Mérnöki Kamara országos döntéstámogató partnerként kíván részt venni a stratégiai jelentőségű műszaki kérdések előkészítésében, legyen szó vízgazdálkodásról, energetikáról, közlekedésről vagy az állami beruházások rendszeréről. A mérnöki tudás ugyanis nem csupán egy-egy projekt sikerének, hanem az ország hosszú távú versenyképességének is meghatározó tényezője.

A 13 pontos reformcsomag természetesen szakmai viták tárgya lehet, és maga a dokumentum is tárgyalási alapként határozza meg saját szerepét. Az azonban aligha vitatható, hogy a XXI. század infrastruktúra-fejlesztési, energetikai és klímaalkalmazkodási kihívásaira egyre összetettebb válaszokat kell adni. Ezek a válaszok pedig csak akkor lehetnek sikeresek, ha a mérnöki szempontok már a döntések megszületése előtt érvényesülnek.

A Magyar Mérnöki Kamara szakpolitikai javaslatcsomagjának talán ez a legfontosabb üzenete: a szakértelmet nem a folyamat végén kell megkeresni, amikor már a problémákat kellene kezelni, hanem a döntések elején kell helyet biztosítani számára. Mert egy ország jövőjét ugyanúgy meg kell tervezni, mint egy hidat vagy egy víziközmű-rendszert: felelősséggel, tudással és hosszú távú szemlélettel.

Az MMK 13 pontos javaslatcsomagja a mernokvagyok.hu portálon olvasható.

Vízmegtartás és vízpótlás

A vízügy országszerte 27 helyszínen, mintegy 8 millió m³ vizet juttatott ki eddig helyi vízpótlások keretében holtágakba, természetvédelmi területekre, elsősorban ökológiai céllal. A további lehetőségekről folyamatos az egyeztetés. A Velencei-tó vízminőségét pedig újabb mérőbója figyeli – tájékoztatott honlapján az Országos Vízügyi Főigazgatóság.

Az Országos Vízügyi Koordinációs Központ május közepi megalakulása óta folyamatosan engedélyezi azokat a vízpótlásokat, amelyeket nemzeti parkokkal, önkormányzatokkal, civilekkel közösen valósítanak meg a vízügyi igazgatóságok. Az ország területén már 27 helyszínen zajlik holtágak ökológiai vízpótlása, természetvédelmi területek vízellátása, nem állami kezelésben lévő csatornák feltöltése. A legtöbb helyen szivattyúk segítségével végezhető a feladat, például a Szikrai-Holt-Tiszánál és az Alpári-Holt-Tiszánál, a Tiszadobi-Holt-tágánál, a Tiszaugi-Holt-Tiszánál, a Bodrog Keleti holtágánál, a Tunyogmatolcsi-Holt-Szamosnál, a Dabasi-Turjános természetvédelmi területen és a Fokorú-pusztá vizes élőhelyen. A Tolnai-holtágak vízpótlása a Sió-árvízkapu duzzasztásának köszönhetően gravitációsan megoldható. Az e területekre kivezetett víz mennyisége május 31-éig megközelítette a 8 millió m³-t. Hamarosan újabb területekkel bővül a vízpótlási helyszínek sora.

Befejezte 115 milliárd forintos hálózat-fejlesztését az E.ON

Az E.ON Hungária Csoport lezárta 2022-ben indult, 114,919 milliárd forintos átfogó áramhálózat-fejlesztési programját, amelynek keretében több mint 1800 kilométer hálózat és több mint 2800 transzformátor fejlesztése fejeződött be. A teljes fejlesztéssorozat révén több mint 1000 MW többletkapacitás jött létre, amely új napelemes kapacitások csatlakozását tette lehetővé.

VÁRMEGYEI KAMARÁK HÍREI

■ BARANYA

II. BVMK-mérnökmajális

Az idei évben új helyszínen, a Pécsi Egyetemi Borbirtokra költözött a Baranya Vármegyei Mérnöki Kamara majálisa, amely minden szempontból kiváló választásnak bizonyult a családi nap hangulatos eltöltéséhez.

A fantasztikus időjárás mellett a Mosolyország több mint 150 négyzetméternyi játszófelülettel gondoskodott a gyerekek szórakozásáról: légvár, twister, fejlesztőjátékok, kézműveskedés, henna- és csillámtetoválás, gokartok tették még színesebbé a napot.

A VivaPalazzo Zrt. földmunkagépe már kora reggel megérkezett, és kicsik-nagyok örömeire idén is ki lehetett próbálni. A program elején befutott a rendőrautó is, nagy sikert aratva a gyerekek körében, és az interaktív programoknak köszönhetően tartalmas beszélgetések alakultak ki a rend őreivel. Természetesen idén sem maradhatott el a minden színben pompázó óriásbuborékok kergetése ezen a csodálatos helyszínen.

Vendégünk volt a Pécsi Jótékony Nőegylet is, amellyel a korábbi évekhez hasonlóan adománygyűjtést szerveztünk a rászorulókat támogatására, így a jótékonykodás is fontos része maradt a majálisnak. A nap folyamán három alkalommal eldördülő cukorágyú tovább fokozta a hangulatot. A Teleky Catering ismét nagy sikert aratott népszerű csilis babjával és a hozzá készített fenséges lángossal. A tartalmas ebédet követően borkóstolóra invitáltuk a szülőket.

Egész nap pattogott a popcorn és folyamatosan működött a vattacukor-készítő gép is. Bár olykor hosszú sorok alakultak ki, végül mindenkinek jutott a finomságokból.

A Generali szűrőbusza tette teljessé a programot: közel 270 vendégünk közül húsz vehetett részt alapos egészségmegőrző szűrővizsgálaton.

Köszönjük minden résztvevőnek, partnernek és támogatónak, hogy együtt tölthettük ezt a fantasztikus napot!

BUDAPEST ÉS PEST

„Közlekedésfejlesztés Magyarországon” konferencia

Idén már 28. alkalommal rendezte meg a Budapesti és Pest Vármegyei Mérnöki Kamara, a Magyar Mérnöki Kamara Közlekedési Tagozata, a Magyar Út- és Vasútügyi Társaság, valamint a Közlekedéstudományi Egyesület a „Közlekedésfejlesztés Magyarországon” konferenciát Balatonföldvár és Siófok után második ízben Herceghalmon.

A konferencia május 13–15. közötti megrendezése érdekes helyzetet teremtett, tekintettel arra, hogy a választásokat követően új kormány alakult. Az új miniszterelnök, az új minisztériumok és a miniszterek május 11-én már dolgoztak, de a konferenciánkon hagyományos nyitó előadásokat tartó helyettes államtitkárokat még nem nevezték ki. A szervezők szakmai konfe-

renciához illő megoldással várták a résztvevőket: megfordítottuk a hagyományos gyakorlatot, most nem az irányító szervezetektől hallgattuk meg a terveiket, hanem alulról jövő kezdeményezésként egy olyan szakmai, baráti körben több hónapja készülő és folyamatosan alakuló anyagot mutattunk be, amelyben az alapokat – minimumként – politikamentes mérnöki logikával határozzuk meg. A kezdeményezés régóta nem tapasztalt szakmai beszélgetést generált, a záró értékelések szerint osztatlan elismerést aratva a hallgatóság körében. Ezt követően is számos frissítéssel élünk a hagyományok megőrzése mellett:

Öt szekció mutatott be keresztmetszetet szakmánk jelenlegi helyzetéről, a fejlődés lehetséges irányairól, a műszaki szabályozás aktuális kérdéseiről. Kiemelkedő színfolt volt a Nemesdy Ervin-pályázaton díjazott hat fiatal mérnök munkáit bemutató szekció. Idei kiemelt témánk volt a megújuló városok élhetővé, biztonságosabbá tétele modern technológiákkal.

Az egyes szekciók záró eseményei mindig kerekasztal-beszélgetések voltak, és itt ismét kiemelt teret adtunk a fiatal szakemberek megszólalásának.

A konferencia utolsó blokkjában a közúti és a vasúti szabályozás, valamint a KRESZ-változás kérdéseivel ráztuk fel a hallgatóságot. Kiemelkedő érdeklődést indukáltak a gondolkodó mobilitást és az AI távközlési lehetőségeit, szerepét boncolgató előadások.

Az első napi gálavacsorát követően Nyári Krisztián így ettek ők című gasztronómiai és irodalmi előadása terelte el figyelmünket a szakmai kérdésekről, második este pedig vermouthkóstoló során ismerkedtünk meg a különleges ital készítésének titkaival.

Már a jövő évre tervezett konferenciánk dátumát is tudjuk: 2027. május 12–14. között lesz Herceghalmon, az Abacus Business Hotelben.

Szilágyi András, a szervezőbizottság vezetője

■ JÁSZ-NAGYKUN-SZOLNOK

Taggyűlés



A területi kamara május 7-én tartotta idei beszámoló taggyűlését. A Magyar Mérnöki Kamara Örökös Tagja címet kapott Fülöp Zoltáné, Halápi József, Kacsó László, László József Lajos tagunk. A díjakat Wagner Ernő MMK-elnök és Hajdú György adta át.

A taggyűlés elfogadta a kamara 2025. évi beszámolóját, pénzügyi beszámolóját, 2026. évi költségvetését és a bizottságok beszámolóját. A kamara pénzügyi helyzete stabil, a likvid pénzügyi vagyonunk folyamatosan növekszik. A tervezett irodavásárláshoz

viszont még nem rendelkezünk megfelelő összeggel. Jogszabályban előírt hatósági feladatainkat teljeskörűen elvégezzük, az elmúlt évben a korábbiaknál több rendezvényünk volt, az ezek iránti érdeklődés azonban nem növekszik.

A jelenlévők meghallgatták Wagner Ernő előadását a kamarai biztosító létrehozásáról. Litkei Bálint ismertette a tagjainknak ez év elején kiküldött kérdőívre érkezett válaszok elemzését.

Hajdú György elnök

BÁCS-KISKUN

Beszámoló taggyűlés



A területi kamara május 22-én tartotta beszámoló taggyűlését Kecskeméten, a Neumann János Egyetem oktatási épületében, csaknem száz fő részvételével. A taggyűlésen megjelenteket elsőként Abonyi Csaba, a Bács-Kiskun Vármegyei Mérnöki Kamara elnöke köszöntötte, majd Wagner Ernő, az MMK elnöke üdvözölte a résztvevőket, valamint tájékoztatást adott több, a kamarát érintő aktualitásról, kiemelten a kamarai biztosító szövetkezet létrehozásáról.

Az elnöki köszöntőket követően Kiss Attila, a Neumann János Egyetem innovációs vezetője által betekintést nyerhettek a részt-

vevők az egyetem strukturális felépítésébe, illetve az intézmény napi működésébe, továbbá rávilágított, miben is más, mivel több az egyetem a klasszikus felsőoktatási intézményekhez képest.

Az előadás után a taggyűlés a meghirdetett napirendi pontok megvitatásával, majd döntéshozattal folytatódott, elfogadták az éves beszámolókat, így a Bács-Kiskun Vármegyei Mérnöki Kamara elnökségének 2025. évi beszámolóját, a 2025. évi gazdálkodási beszámolót, a 2026. évi költségvetési tervet, illetve a felügyelőbizottság beszámolóját is. A Bács-Kiskun Vármegyei Mérnöki Kamara delegált tagja, Bálintné Tapolcsányi Katalin jóvoltából a taggyűlés tájékoztatást kapott a Magyar Mérnöki Kamara elsőfokú etikai-fegyelmi bizottságának 2025. évi munkájáról is.

Az eseményt fogadással és kötetlen beszélgetésekkel zártuk.

Molnárné dr. Bóta Alexandra titkár

SAKMAI TAGOZATOK HÍREI

EGÉSZSÉGÜGYI-MŰSZAKI TAGOZAT Tisztújítás

Az MMK Egészségügyi-műszaki Tagozata május 13-án tisztújító taggyűlést tartott, amelyen újabb ciklusra választották meg a tagozat vezetését, miközben a résztvevők több, az egészségügyi infrastruktúrát érintő szakmai reform szükségességére is felhívták a figyelmet. A tagozat elnökének ismét Pólya Endrét választották meg, alelnökök Balogh Attila és Csordás Szilveszter lettek. Az új elnökség tagjai: Varjú József, Erdei Tímea, Kanosik Ilona és Bondor Gabriella.

A taggyűlésen elhangzott: az egészségügyi-műszaki szakterület előtt továbbra is komoly kihívások állnak. A tagozat egyik kiemelt célja a jogosultsági rendszer korszerűsítése, a szakmagyakorláshoz szükséges gyakorlati idők észszerű csökkentése, valamint az egészségügyi létesítmények üzemeltetésének erősebb jogi szabályozása. A tagozat kezdeményezi, hogy az egész-

APRÓHIRDETÉS

1996 óta működő tervezőirodánk engedélyezési, kiviteli, bontási, felmérési, vasbeton- és acélszerkezeti tervek műszaki rajzolását, szerkesztését, tervezését vállalja. ArchiCad, AutoCad, Nemetschek, VB-Express és egyéb szoftverekkel. PLANWORK KFT.
E-mail: office@planwork.hu, mail: planwork@t-online.hu, tel: +36-70/362-68-88, +36-1/270-0968

Célgép-, készülék-, terméktervezés, felületmodellezés, szimuláció széles körű szolgáltatását kínálja a tervezéstől az üzembe helyezésen keresztül dokumentációk összeállításáig, illetve mechanikus és villamos kivitelezésig.

Tervezői részlegek munkájába való bekapcsolódás, kapacitásproblémák enyhítése, mérnökszolgálat, munkaerő-biztosítás, -kölcsönzés. PLANWORK KFT.
E-mail: office@planwork.hu, planwork@t-online.hu, Tel.: +36-70/362-6888, +36-1/270-0968

Nyugdíjas mérnököket keresünk!

Vízfolyam Közérdekű Nyugdíjas Szövetkezet,
e-mail: info@vizfolyam.hu • <https://www.vizfolyam.hu>
A vízügyi ágazatban, települési és regionális vízművek részére végzett műszaki tervezői, tervellenőri, szakértői, műszaki ellenőri feladatok nem rendszeres, alkalmi ellátása.

Energetikai tanúsító mérnököket keresünk!

Energetikai tanúsítványok készítésével foglalkozó hálózatunk szeretné kapacitását bővíteni tanúsító partnerek bevonásával. +36-20-286-5965, info@otk.hu, Országos Tanúsító Központ Kft.

Keresünk olyan tartószerkezeti mérnököt, vagy szak-középiskolai statikus tanárt, aki Budapesten statikus korrepetálást tudna biztosítani egy 20 éves, az Ybl Miklós Építőipari Technikum és Szakképző iskolában első évfolyamos, felnőttképzésben résztvevő tanuló részére. Hirdető:

Balázs Erika Klára (MMK 16-0030) 5000 Szolnok, Szolnok ispán krt. 7. II/12. Mobil: 30 9551 423; e-mail: erabau.erabau@gmail.com

AML amerikai csőkereső műszer, Geman-type LFWD, BC1w dinamikus tömörségmérő és TT100 nedvességmérő műszer földmunkákhoz raktárról. Mérés is rendelhető. Bemutató havonta Budaörsön.





ségügyi intézményekben az üzemeltetésért felelős mérnök alkalmazása meghatározott esetekben kötelező legyen. A mérnökök szerint különösen fontos lenne az egészségügyi infrastruktúra biztonságos működtetésének megerősítése. A tagozat ezért több jogszabály-módosítási javaslatot is kidolgozott, köztük az orvosi gázhálózatok tervezési jogosultságainak pontosítását és a szakmagyakorlási rendelet felülvizsgálatát.

A tagozat az elmúlt időszakban szakmai konferenciasorozatot is indított „Orvostechnika és üzemeltetés” címmel, amely iránt egyre nagyobb az érdeklődés. A tavalyi rendezvényen több mint kétszáz szakember vett részt, az idei konferencia témája pedig már az intelligens kórházüzemeltetés, valamint a mesterséges intelligencia és az informatikai rendszerek betegbiztonsági alkalmazása lesz.

A taggyűlésen szó esett arról is, hogy az MMK küldöttgyűlése elé olyan alapszabály-módosítás kerül, amely törölné azt a szabályt, miszerint a 300 fő alatti taglétszámú szakmai tagozatok megszüntethetők vagy összevonhatók. A módosítást az MMK választmánya támogatja.

Az Egészségügyi-műszaki Tagozat idén új szakmai díjat is alapított „Pro Sanitate Technica” néven. Az elismerést olyan mérnökök, kutatók, oktatók és üzemeltetési szakemberek kaphatják meg, akik legalább 25 éven át kiemelkedő munkát végeztek az egészségügyi technika, az orvostechnika vagy a kórháztechnológia területén. Az első díjátadóra a Magyar Mérnöki Kamara június 26-i jubileumi ünnepségén kerül sor.

■ GÁZ- ÉS OLAJIPARI TAGOZAT

Tisztújítás

A tagozat június 1-én tartotta tisztújító taggyűlését Budapesten. A választás eredménye:

Elnök: Csallóközi Zoltán; elnök-helyettesek: Berkes Gábor, Blazsovszky László. Elnökségi tagok: dr. Szunyog István, Knipl Károly, Kalmár Dávid Szilveszter, Szakál Tamás, dr. Koncz Ádám. Szakértői testületi tagok: dr. Szilágyi Zsombor, Blazsovszky László, Knipl Károly.

■ ERDŐMÉRNÖKI, FAIPARI ÉS AGRÁRMŰSZAKI TAGOZAT

Dobó István maradt az elnök

A tagozat június 3-án tartotta tisztújító taggyűlését az MMK székhelyén. A választás eredménye:

Elnök: Dobó István; alelnökök: dr. Péterfalvi József Ede, Papp Imre, dr. Véha Antal. Elnökségi tagok: dr. Bejő László, Katona Ben-ce György, dr. Király Béla, dr. Mészáros György, dr. Gribovszki Zoltán, Papp László. Szakértői testületi tagok: dr. Bejő László, dr. Péterfalvi József Ede, dr. Véha Antal.

■ KÖZLEKEDÉSI TAGOZAT

Tisztújítás

Az MMK Közlekedési Tagozata május 8-án tartotta tisztújító küldöttgyűlését a fővárosi Lurdy Ház Konferenciaközpontban. A tagozat elnökévé ismét Lakits Györgyöt választották, az elnökség tagja Bokory Gábor, Szerencsi Gábor, Szilágyi András, Kovács Éva, dr. Orosz Csaba, Nádasy Tamás és Kovács Géza lett.



A rendezvényen adták át a tagozat Csány László-díjait, idén három kolléga részesült elismerésben: Kovács Ákos Sándor, dr. Mocsári Tibor és dr. Orosz Csaba.

■ Beszélgetés **Barna Zsolt** közúti közlekedésért felelős államtitkárral

A műszaki kérdések mögött mindig látnunk kell az embert

Egy mérnök számára a hibák előbb-utóbb mindig láthatóvá válnak. Talán ezért sem véletlen, hogy Barna Zsolt közúti közlekedésért felelős államtitkár a közszolgálatban is ugyanazt a szemléletet szeretné képviselni, amit építőmérnökként vallott: gondos előkészítést, hosszú távú gondolkodást és emberközpontú döntéseket. Interjúnkban a mérnökök szerepéről, a beruházások tanulságairól és a közlekedés jövőjéről beszélgettünk.



Dubniczky
Miklós

– Mikor érezte először, hogy a klaszszikus mérnöki pálya mellett a közpolitika és az állami működés világa is érdekli?

– Nem tudom egyetlen konkrét pillanathoz kötni. Mindig érdekelt, hogy azok a döntések, amelyek meghatározzák, milyen beruházások és fejlesztések valósulnak meg, milyen előkészítő folyamatok eredményeként születnek. Az elmúlt húsz évben egyre kevésbé volt átlátható, hogy egy-egy projekt mögött milyen adatok, szakmai érvek és döntések állnak. Engem pedig egyre inkább foglalkoztatott ez a világ. Ezért vállaltam feladatokat a MAÚT-ban és a Magyar Mérnöki Kamarában is: szerettem volna jobban megérteni ezeket a folyamatokat, és építőmérnökként hatni rájuk. Amióta az eszemet tudom, kérdezek, és még mindig keresem a válaszokat.

– Mit hoz magával a mérnöki gondolkodásból az államigazgatásba?

– Az első és talán legfontosabb, hogy amennyire csak lehet, adatalapú döntéseket hozunk. Ismernünk kell a rendszereket, amelyekkel foglalkozunk: adatot kell gyűjteni, elemezni és a következtetéseket átlátható módon beépíteni a döntésekbe. Persze vannak helyzetek, amikor nem lehet kizárólag számokra hagyatkozni, de a





lehető legtovább el kell mennünk ezen az úton. A másik fontos szempont a rendszer-szemlélet. A közlekedésben és a közúthálózat fejlesztésében egy-egy döntés hatásai sokszor csak évekkel később jelentkeznek, legyen szó közlekedésbiztonságról vagy környezeti terhelésről. Ezeket az összefüggéseket mindig figyelembe kell vennünk. A harmadik pedig az emberi oldal. Mérnök-ként soha nem szabad elfelejtenünk, hogy a műszaki megoldások végső célja az emberek életminőségének javítása. A technika önmagáért nem cél, az értéke abban rejlik, hogy élhetőbbé teszi a világunkat.

– Egy mérnök fejében másképp áll össze egy probléma, mint egy politikuséban?

– Igen, a mérnökök általában rendszerekben gondolkodnak, és igyekeznek a hosszú távú következményeket is figyelembe venni. Egy létesítményt vagy egy infrastruktúra-fejlesztést nemcsak a megvalósítás pillanatában kell vizsgálni, hanem a teljes életciklusa során. A mérnöknek tud-

nia kell, hogy amit ma létrehoz, az nemcsak a jelenlegi igényeket szolgálja ki, hanem a jövő lehetőségeit és korlátait is alakítja. Ez különösen igaz a közlekedésre, ahol egy döntés évtizedekre meghatározhatja egy település vagy akár egy egész térség működését. Éppen ezért fontosnak tartom, hogy ezt a szemléletet a szakpolitikai döntésekben is minél erősebben képviseljük.

– Hogyan találta meg ez a pozíció?

– Egy rövid Messenger-üzenettel kezdődött. Vitézy Dávid annyit írt: „Beszélünk kellené.” Korábban már számoltam azzal, hogy ha úgy alakul a választás eredménye, ahogy végül alakult, akkor valamilyen új feladat megtalálhat. Nem egy konkrét pozícióra készültem, és nem volt bennem olyan cél, hogy ezt vagy azt a tisztséget szeretném betölteni. Inkább volt néhány szakmai ügy és irány, amelyeket fontosnak tartottam képviselni, és úgy éreztem, erre többféle szerepben is lehetőség nyílhat. A felkérés végül több beszélgetés és egyeztetés után érkezett meg, én pedig megkaptam a bizalmat erre a fel-

adatra. Igyekszem megfelelni ennek a kihívásnak. Talán fellengzősen hangzik, de attól még igaz: ha az ország hív, arra nehéz mást mondani, mint hogy igen. Persze csak akkor, ha az ember úgy érzi, hogy van elképzelése, van víziója, amit el szeretne érni.

– Volt olyan szakmai tapasztalata, amely később meghatározta a közszolgálathoz való viszonyát?

– Korábban nem dolgoztam a közigazgatásban. Hét évet töltöttem a Műegyetemen doktoranduszként és tanársegédként, majd hét évet dolgoztam európai uniós támogatásokkal egy közreműködő szervezetnél, ezt követően pedig tizenkét évet a piaci szférában, egy tervező és tanácsadó cégnél. Ezek a különböző szerepek sokféle tapasztalatot adtak, és alapvetően meghatározták azt is, hogyan gondolkodom a közszféráról.

– Például?

– Fontos számomra az adatalapú működés, az átláthatóság és a folyamatos szakmai

párbeszéd. Ha pedig egyetlen átfogó célt kellene megfogalmaznom, akkor azt mondanám: egy emberségesen működő Magyarország. Azt gondolom, ennek a szemléletnek a közigazgatás minden szintjén jelen kell lennie.

– Mit jelentett az ön számára a mérnökkamarai közeg? Szakmai hálózatot, szemléletet vagy inkább felelősségkultúrát?

– A kamarát és a mérnöktársadalmat két különböző nézőpontból érdemes szemlélteni. Az egyik maga a mérnöki hivatás, amelynek Magyarországon komoly hagyományai vannak, és amely mindig jelentős szerepet játszott az ország fejlődésében. Ez a szerep ma is megvan, ugyanakkor úgy érzem, hogy a mérnöktársadalom súlya és hangja az elmúlt évtizedekben megkopott. Ezzel kezdenünk kell valamit. Meg kell érkeznünk a 21. századba, és meg kell találnunk azokat a csatornákat a döntéshozók és a társadalom felé, amelyeken keresztül a mérnökök tudása és tapasztalata hatékonyabban hasznosulhat az ország javára. A másik oldal maga a kamara, mint szakmai köztestület. Sok mérnökkel beszélgetve azt látom, hogy a kamarai rendszert is lehet és érdemes alakítani, fejleszteni. Fontos lenne, hogy minél több szakmagyakorló, különösen minél több fiatal mérnök érezze a sajátjának a kamarát, és aktívan részt vegyen a szakmai közéletben.

– A mérnöki szakma rendszerint hosszú távban gondolkodik, a politika viszont sokszor rövid ciklusokban. Hogyan lehet ezt a két logikát összeegyeztetni?

– A megoldás szerintem az, hogy legyenek közös értékválasztásaink és ezekre épülő, hosszú távon is vállalható stratégiáink. Ha sikerül a közös alapokat lefektetni, akkor a rövid és hosszú távú szempontok között már nem lesznek feloldhatatlan ellentétek. Ha például a közúthálózat üzemeltetése minden szereplő számára közös ügy lenne, akkor a rövid távú döntések sem írhatnák felül olyan könnyen a hosszú távú szakmai szempontokat. Ugyanez igaz a közlekedésbiztonságra is. Magyarországon ma is évente közel ötszáz halálos áldozata van a közúti baleseteknek. Ha közösen kimondjuk, hogy ezen érdemben változtatni akarunk, akkor minden döntésnél ehhez az értékválasztáshoz tudunk

visszanyúlni. A legnagyobb kihívás talán éppen az, hogy ezek a közös célok világosan megfogalmazódjanak, mert így a napi döntések is következetesebbé válhatnak.

– A mérnöki tudás ma elég korán kerül be a döntés-előkészítésbe?

– A közelmúltban biztosan nem elég korán, nem elégszer és nem elég mélyen. Azt minden döntéshozónak látnia kell, hogy a mérnök szerepe nem merülhet ki abban, hogy megtervez valamit. Előrébb kell lépünk, és olyan szakmai együttműködést kell kialakítanunk a mérnöktársadalommal, amely valódi közös gondolkodást teremt a mérnökség és a szakpolitika között. Azt is fontosnak tartom, hogy a mérnöki közösségnek legyen egyfajta kritikai, ellenőrző szerepe. Régen természetesebb volt, hogy a mérnökök markáns szakmai véleményekkel jelentek meg a nyilvánosságban. Jó lenne, ha ez a jövőben ismét erősebben jelen lenne.

– Hol látja a legnagyobb veszteséget az állami beruházási rendszerben: az előkészítésben, a koordinációban vagy az üzemeltetésben?

– A legnagyobb veszteség szerintem mindig a társadalomnál jelentkezik. Mindannyian láttunk már félrecsúszott beruházásokat, amelyek végül pénzben és egyéb társadalmi hatásokban is sokba kerültek. Ezek okait fel kell tárunk, és a tapasztalatok alapján legtöbbször a nem megfelelő döntéselőkészítésig jutunk vissza. Ezen a területen nagyon sokat lehet előrelépni, és a szükséges mérnöki tudás rendelkezésre is áll ahhoz, hogy elkerüljük az előkészítés hiányosságaiból fakadó problémákat. A másik fontos kérdés az üzemeltetés. El kell gondolkodnunk azon, hogyan viszonyulunk az elkészült létesítmények fenntartásához, és biztosítunk-e elegendő forrást erre a célra. Sokszor úgy tűnt, hogy amikor lehetőség nyílt rá, szívesen építettünk új fejlesztéseket, de azok hosszú távú működtetését már kevésbé gondoltuk végig rendszerszinten. A magyar mérnökök tudnak jól tervezni és építeni. A feladat most az, hogy a döntések megalapozottságában és az elkészült létesítmények hosszú távú fenntartásában is előre lépünk.

– A jövőben nagyobb hangsúlyt kaphatnak a kötelező műszaki, fenntart-

hatósági és üzemeltetési hatásvizsgálatok?

– Fontosnak tartom, hogy a projektek előkészítését hatásvizsgálatokkal is erősítsük, és olyan szempontokat is bevonjunk, amelyek korábban kisebb hangsúlyt kaptak. Az országos közúthálózat fejlesztése során például régóta és megalapozott módon vizsgáljuk a forgalom átrendeződését vagy a hálózatbővítés következményeit, de hasonló szemléletre lenne szükség a településeken belüli közlekedési fejlesztéseknél is. Ide tartozik a közlekedésbiztonság, a közterek élhetősége vagy éppen az a kérdés, hogy egy-egy fejlesztés miként alakítja egy település működését és mindennapi életét. Ezeket a hatásokat komolyabban kell figyelembe vennünk, mert csak így születhetnek valóban megalapozott döntések. A közbeszerzések során pedig a műszaki szempontoknak, a tapasztalatnak és a szakmai tudásnak is határozottabb szerepet kell kapniuk.

– Az elmúlt években az előző szaktárca újraírta csaknem a teljes hazai építészeti és beruházási joganyagot. – Igen, újraírták.

– Lázár János azt mondta: a jogászok után eljött a mérnökök kora. Most akkor eljött, vagy nem jött?

– Sosem fogok olyan jól beszélni, mint Lázár János, és sosem fogok akkorát ígérni, mint ő. Az azonban biztos, hogy korábban a mérnökök súlya jóval nagyobb volt az ország életében, a jogi szabályozás egyre összetettebbé válása pedig megnehezítette a műszaki szempontok érvényesítését. Erősíteniünk kell a mérnöki terület szerepét, hogy a szakmai tudás nagyobb hangsúlyt kapjon a döntések előkészítésében és meghozatalában. Ugyanilyen fontos, hogy a mérnöki és a jogi szemlélet megtalálja az egyensúlyt. Minden szereplőnek tudnia kell, mi a feladata és a felelőssége. A végső cél ugyanis nem maga a szerződés, nem a közbeszerzési eljárás és nem is az elkészült létesítmény, hanem hogy egy élhetőbb, jobb világot hozzunk létre az emberek számára.

– Milyen állami beruházási kultúrát szeretnének kialakítani?

– Olyan beruházási kultúrát, amely nem csupán projektekben, hanem teljes életciklusokban gondolkodik, és amelynek egyik

alapja a kiszámíthatóság. Nagyon fontos lenne, hogy a tervezői és kivitelezői piac számára is világos, hosszú távon követhető stratégiák mentén haladjunk, és egyenletesebb terhelést biztosítsunk a szereplők számára. Ez nemcsak a szakma, hanem a beruházások minősége és hatékonysága szempontjából is fontos.

– A személyes mobilitási szokásait hogyan változtatja meg az államtitkári pozíció?

– Szeretnék ugyanaz maradni, aki eddig voltam. Persze az időnyomás miatt valószínűleg többször ülök majd autóba, és a városban is kevesebbet kerékpározom. Az első két hétben egyébként minden munkanapon tömegközlekedéssel jártam be a minisztériumba, bár sejtem, hogy ezt hosszú távon nehéz lesz megtartani. A legfontosabb mégis az, hogy legyen valódi választási lehetőség a közlekedési módok között. Ne azért válasszunk autót, kerékpárt vagy közösségi közlekedést, mert a többi nem elérhető, nem biztonságos vagy nem megfelelő színvonalú, hanem azért, mert az adott helyzetben az a legjobb megoldás. A településeinknek ezt a szabadságot kellene biztosítani.

– A mérnöki szakmában a hibák előbb-utóbb mindig láthatóvá válnak. Ez mennyire alakítja az ön államigazgatási szemléletét?

– Ezért vagyunk mérnökök. Kétféle hiba létezik. Az egyik azonnal látható: ezt észrevesszük és korrigáljuk. Az igazán veszélyesek azonban azok a hibák, amelyek csak hosszabb idő alatt fejtik ki a hatásukat. Egy rossz helyre épített közúti kapcsolat, egy szabványos, de a használók szempontjából rosszul kialakított csomópont vagy egy indokolatlanul nagy kapacitású útszakasz olyan döntések lehetnek, amelyek következményeit évek múlva érezzük meg, és amelyeket sokkal nehezebb korrigálni. Éppen ezért mérnökként különösen fontosnak tartom, hogy a hosszú távon ható döntéseink a lehető legmegalapozottabbak legyenek, és lehetőség szerint elkerüljük az ilyen hibákat.

– Hogyan lehet egyszerre gyors és szakmailag megalapozott állami döntéseket hozni?

– Fontos a szubsidiaritás elve. Sok olyan fejlesztés és feladat van, amelyről a dönté-



„Egy-egy döntés évtizedekre meghatározhatja egy település vagy akár egy egész térség működését.”

seket alacsonyabb szinten, megfelelő felöltséggel és mozgástérrel kell meghozni. Helyben sokszor pontosabban látják a valós igényeket és a megvalósítás lehetőségeit, ezért nem szabad mindent egyetlen központból irányítani. Ehhez azonban világos értékválasztásokra és hosszú távú stratégiákra is szükség van. Ha tudjuk, milyen célok felé haladunk, akkor nem kell minden egyes projektnél újra meg újra alapvető kérdéseket eldöntenünk, és a szakmailag megalapozott döntések gyorsabban is megszülethetnek.

– Melyik az a három terület, ahol Magyarországnek a következő tíz évben mérnöki szemléletű fordulatra lenne szüksége?

– Az egyik biztosan a közlekedésbiztonság. Magyarországon a közúti veszélyek és a biztonságérzet jelentősen befolyásolják, hogyan élünk egy városban, hogyan használjuk a köztereinket és milyen közlekedési döntéseket hozunk. A másik a tudatos erőforrás-felhasználás. Ez az építési technológiáktól az üzemeltetésen át az egész mérnöki piac működéséig számos területet érint. És ide kapcsolódik az üzemeltetés kérdése is. Rendszerszintű szemléletváltásra van szükség ahhoz, hogy a

közúthálózat fenntartásában és fejlesztésében hosszú távon is érdemi előrelépést tudjunk elérni.

– Mit szeretne, hogyan emlékezzenek majd erre az államtitkári időszakra a szakmai szereplők?

– A céljaim nem arról szólnak, hogy rólam emlékezzenek. Ez a történet nem rólam szól. Talán az lenne a legjobb, ha egyszer majd azt mondhatnák: elindult valami jó, és sikerült egy kiszámíthatóbb, átláthatóbb és emberközpontúbb szemlélet felépítenünk.

– Mit vár ma az állam a mérnöki kamarától: adminisztratív közreműködést, vagy valódi szakmai partnerséget?

– Mérnökként azt gondolom, hogy a kamara legfontosabb feladata a mérnöki közösség összefogása és a szakma sokszínű véleményének képviselése. Fontos, hogy a mérnökség tapasztalatai és javaslatai eljussanak a szakpolitikai döntéshozatalhoz. A mérnöki énem akkor lenne igazán elégedett, ha a kamara felől érkező különböző szakmai álláspontokról érdemi, építő vitákat tudnánk folytatni, és ezek alapján közösen dolgozhatnánk egy működőkésebb Magyarorszáért. ■

A múlt kövei, a jövő megoldásai – a Citadella kőfalainak megmentése

A Gellért-hegy 235 méter magas fennsíkján álló Citadella nem csupán Budapest egyik legismertebb látványossága, hanem egyben a város történelmének kézzelfogható lenyomata is. A teljes körű megújítás előkészítése után 2022 tavaszán indult el a nagyszabású rekonstrukció, amelynek célja nem pusztán az állagmegóvás, hanem az egész terület újraértelmezése volt: a műemléki értékek megőrzése mellett a terület nyitott, korszerű közösségi térré válnon.



A beruházást a Citadella Vagyonkezelő megbízásából a ZÁÉV Építőipari Zrt. és a Market Építő Zrt. konzorciuma végezte, és a munkálatok 2026 márciusára értek a végükhöz. A projekt mérete jól érzékelteti a beavatkozás léptékét: közel 14 000 négyzetméternyi kőfelületet tisztítottak meg és restauráltak, miközben korszerű vízelvezető rendszert építettek ki az erődfalak védelmére.

A Citadella természetes kőből épült szerkezete az elmúlt másfél évszázad alatt jelentősen károsodott, így számos szakaszon nemcsak javításra, hanem teljes visszaépítésre is szükség volt. A kivitelezés egyik kulcsszereplője a Pap Lajos Kőfaragó Kft. volt, amely a külső és belső kőrestaurálási munkákat, valamint a kijelölt falszakaszok újjáépítését végezte. A statikai vizsgálatok alapján több helyen teljes falszakaszokat kellett visszabontani és újraépíteni.

Mapei-megoldások a falazástól a felületvédelemig

A projekt során minden természetes kőfalazati szerkezethez egységes, műemléki szempontból is megfelelő – cementmentes – anyagokat választottak. A falazatok visszaépítésénél és pótlásánál kiemelt szerepet játszott a Mape-Antique Allettamento és a Mape-Antique Eco Rinzafo. Az Allettamento nemcsak a kövek ágyazására szolgált, hanem tömegelések kialakítására is, amelyekre később restauráló habarcsrétegek kerültek – felhasználása elérte a mintegy 600 tonnát.

A rendszer részeként alkalmazták a Mape-Antique Ecolastic kenhető szigetelést – Primer 3296 alapozással –, amely jól illeszkedett a sósúti kő színvilágához. A javítási és kiegyenlítési feladatoknál Mapegrout 430 is beépítésre került, míg speciális rögzítési megoldásokhoz Mapefix VE SF vegyi dübelt és kisebb mennyiségben Mape-Antique Colabile természetes hidraulikus mészbázisú önthető habarcsot alkalmaztak. A felületek kiegyenlítésére és



izolálására Nivoplant kiegyenlítőhabarcsot használták, mert fontos volt, hogy elválasszák a betonszerkezettől a sósúti követ.

A restaurálási munkák lezárásaként a teljes kőfelület hidrofobizálást kapott Antipluviol S és Antipluviol W impregnálószerekkel, amelyek hosszú távon védik a falazatot a nedvességtől és az időjárási hatásoktól.

A Citadella rekonstrukciója így nemcsak építészeti és városképi szempontból jelentős, hanem anyaghasználatában és kivitelezési megoldásaiban is: a történelmi hűség és a modern építőipari technológia találkozásának egyik legnagyobb hazai példája.

A Mapei számára a Citadella újjászűletése kiemelkedő jelentőségű projekt, hiszen egy olyan, nemzeti szempontból meghatározó műemlék megújításában vehetett részt, amely Budapest egyik legismertebb szimbóluma. A több száz tonna beépített anyag nemcsak a projekt volumenét jelzi, hanem azt a szakmai bizalmat is, amelyet a kivitelezők és tervezők a Mapei műemléki felújításra fejlesztett termékei iránt tanúsítottak.



*Nézd meg a helyszínen készült videót,
ehhez olvasd be telefonod kamerájával
a QR kódot!*

■ **Dr. Oliver Lange** a Bosch MI-alapú utastérfigyelő rendszereiről

Az autó már nem csak kifelé figyel



A mesterséges intelligencia az elmúlt években alapjaiban alakította át a mindennapokat, és mára a járműipar is teljes mértékben belépett az MI korszakába. Bár ma még emberek ülnek a volán mögött, az autók működését, a közlekedésbiztonságot és az utasok védelmét egyre inkább mesterséges intelligenciára épülő szenzorok, szoftverek és algoritmusok határozzák meg.



**Rozsnyai
Gábor**

A globális MI-gondolkodás egyik kiemelt helyszíne Budapest volt május 21-22-én, amikor a Műegyetemen második alkalommal rendezték meg az AI Symposium nemzetközi tudományos konferenciát a ma-

gyarországi Bosch-csoport támogatásával és szakértőinek részvételével. A szimpózium központi témái között szerepelt a megbízható és fenntartható mesterséges intelligencia, az MI alkalmazása az ipari automatizálásban, valamint az önvezető járművek fejlesztése is. A Bosch az eseményen betekintést adott legújabb, mesterséges intelligenciára épülő fejlesztéseibe az autonóm járművek és az ipari automatizálás területén.

A rendezvény egyik kiemelt előadója dr. Oliver Lange volt, az Advanced Solutions for Visual Perception, Positioning and Communication (CR/APC2, fejlett mesterségesintelligencia-megoldások vizuális észlelésre, helymeghatározásra és kommunikációra) szakértője a Boschnál, aki „Mesterséges intelligencia az utastér fokozott biztonságáért és egészségmonitorozásáért” című előadásában mutatta be a vállalat legfrissebb utastéri érzékelési fej-

Dr. Oliver Lange

a Bosch Research és a Bosch Center for Artificial Intelligence (BCAI) keretében az Interior Sensing technológiai terület vezetője. Computer Vision (számítógépes látás) és Interior Sensing (utastéri érzékelés) senior expertként kutatási területei közé tartozik a vision-based multi-view perception (kamerás, többnézetes érzékelés), az end-to-end AI (végponttól végpontig tanuló mesterséges intelligencia) rendszerek, valamint az új megközelítések a biztonságos és komfortos, „interior-aware” automatizált vezetéshez. Számos nemzetközi kutatási projektet felügyel radar-, video- és audio-based in-cabin sensing (radar-, video- és hangalapú utastéri érzékelés) területén, és kiemelt célja, hogy az új mesterséges intelligencián alapuló innovációk bekerüljenek a Bosch utastéri érzékelési termékeibe. Több mint negyven szabadalom és szabadalmi bejelentés fűződik a nevéhez az ADAS (Advanced Driver Assistance Systems – fejlett vezetéstámogató rendszerek) és az interior sensing (utastéri érzékelés) területén, különösen a radar és a vizuális érzékelés (visual perception) alkalmazásaiban. Dr. Lange 2008-ban végzett a Kieli Egyetemen villamosmérnöki és információelméleti szakon, majd 2011-ben szerzett Dr.-Ing. (mérnöki doktori) fokozatot a Stuttgarti Egyetemen. PhD-kutatása során az ADAS rendszerekhez használt radarantennatömb optimalizálásával foglalkozott.

lesztéseit. A szakértő előadásában hangsúlyozta: „A biztonság ma már nemcsak a jármű külső környezetéről szól, egyre fontosabbá válik az is, ami az utastérben történik. Az új biztonsági szabályozások, az NCAP-minősítések és a növekvő fogyasztói elvárások hatására a beltéri érzékelés nagyon gyorsan fejlődik, így egyre intelligensebb védőpajzs óvja az utasokat az autón belül is. Az MI-alapú járműipari innovációk ugyanakkor túlmutatnak a biztonságon: megnyitják az utat az automatizált vezetés további fejlődése előtt.”

Az előadás után az utastéri mesterséges intelligenciáról, a radar- és kamera-rendszerekről, a szenzorfüzióról, az egészségmonitorozásról, az autonóm vezetés fejlődéséről és az autózás jövőjéről beszélgettünk vele.

– **Előadásában arról beszélt, hogy a biztonság ma már nemcsak arról szól, mi történik az autón kívül, hanem arról is, mi zajlik az utastérben. Mit jelent ez pontosan?**

– Ahogy a járművek egyre automatizáltabbá válnak, a biztonság fogalma is jelentősen megváltozik. Korábban elsősorban arra koncentráltunk, hogy az autó hogyan érzékeli a külvilágot: a sávokat, a gyalogosokat, a többi járművet. Ma viszont legalább ennyire fontos kérdés, hogy mi történik bent az autóban. Az új európai biztonsági szabályozások, az NCAP-tesztek és a vásárlói elvárások mind abba az irányba mutatnak, hogy az autó egyfajta intelligens védőburkot hozzon létre az utastérben is. Az Európai Unióban a General Safety Regulation (GSR) alapján a vezetőmegfigyelő rendszerek bizonyos formái már 2024-től kötelezőek az új típusjváhagyások esetében, és ez fokozatosan az újonnan forgalomba helyezett járművekre is kiterjed. A 2026-os időszakot mi inkább úgy látjuk az iparban, mint egy következő lépcsőt az Euro NCAP értékelési ciklusok és a driver monitoring rendszerek további szigorodása szempontjából, nem pedig egyetlen, éles szabályozási fordulópontként. Ezzel párhuzamosan az Euro NCAP egyre nagyobb hangsúlyt helyez az utastéri érzékelési funkciókra is, különösen a figyelemelterelés és a fáradtság detektálására.

– **Miért vált ez most különösen fontossá?**

– Nemzetközi tanulmányok szerint minden tizedik közlekedési baleset abból fakad, hogy a vezetők elfáradnak, elálmosodnak vagy valami elvonja a figyelmüket vezetés közben. Ezért az Európai Unió General Safety Regulation rendszere már előírja a fáradtságfigyelő rendszerek alkalmazását, és 2026-tól olyan rendszerek is kötelezővé válnak, amelyek a vezető figyelemelterelődését monitorozzák. De ez nemcsak Európára igaz. Az Euro-NCAP gyakorlatilag globális referenciává vált. Léteznek China-NCAP rendszerek is, illetve az Egyesült Államokban is hasonló szabályozási irány figyelhető meg. Amerika például már előrébb jár abban, hogy a járműveknek képesnek kell lenniük felismerni, ha gyermeket vagy akár állatot hagynak a járműben.

– **Hogyan működik egy ilyen modern utastérfigyelő rendszer?**

– A Bosch jelenleg több komplex interior sensing rendszeren dolgozik, amelyek kamera-, radar- és audioalapú érzékelést kombinálnak. Az egyik legfontosabb fejlesztési területünk a 3D testtartás-felismerés. Több kamera segítségével háromdimenziós modellt készítünk az utastérben ülők helyzetéről. Ehhez nagy méretű, többkamerás 3D auto-labeling rendszereket használunk. A 3D auto-labeling egy olyan mesterséges intelligencia által támogatott folyamat, amelyben az autó kamerái által rögzített képekből a rendszer automatikusan „megjelöli”, hogy az utastérben hol vannak az emberek és milyen testhelyzetben vannak – méghozzá háromdimenziós térben. Ahelyett, hogy emberek manuálisan rajzolnák be ezeket az adatokat képről képre, a szoftver több kamera nézőpontját összerakva maga állítja elő a pontos térbeli modelleket, például azt, hogy valaki hogyan ül, milyen a testtartása, vagy milyen közel van a fej a légzsákhhoz. Ez azért fontos, mert így sokkal gyorsabban és nagyobb mennyiségben lehet „megtanítani” a rendszert arra, hogy felismerje a veszélyes helyzeteket az autóban. A mesterséges intelligencia automatikusan tanulja meg felismerni és kategorizálni a különböző testpozíciókat. Ez különösen fontos az úgynevezett „out-of-position” helyzetek felismerésében.

– **Mit jelent pontosan az „out-of-position” felismerés?**

– Például azt, amikor az utas a lábát a műszerfalra teszi, vagy túl közel hajol a légzsákhhoz. Egy ütközés során ezek rendkívül veszélyes helyzetek lehetnek. A rendszer képes felismerni az ilyen pozíciókat, és ennek megfelelően optimalizálni a passzív biztonsági rendszereket. A 3D modellből emellett olyan paramétereket is ki tudunk számítani, mint az utas becsült magassága vagy testsúlya. Ezek segítségével a légzsák működése is személyre szabottabban optimalizálható. A rendszer azt is képes figyelni, hogy a vezető ténylegesen fogja-e a kormányt.

– **Az előadásában sok szó esett a radaralapú érzékelésről is.**

– Igen, mert a radar rendkívül fontos kiegészítő technológia. A kamera bizonyos helyzetekben korlátozott lehet: rossz fényviszonyoknál, sötétben vagy részleges kitakarás esetén. A radar viszont ilyen



környezetben is működik. Az előadásban olyan új mesterségesintelligencia-modelleket mutattunk be, amelyek közvetlenül a radar spektrális adatait dolgozzák fel. Ezek a modellek sok esetben jelentősen jobb eredményt adnak, mint a klasszikus jelfeldolgozási megközelítések.

– Mit jelent ez technológiai szempontból?

– A hagyományos radaros rendszerek jellemzően klasszikus DSP-folyamatokra épültek.* Most viszont egyre inkább end-to-end AI-modellek jelennek meg, amelyek közvetlenül a spektrális radaradatokon tanulnak. Ezek olyan mesterséges intelligencia rendszerek, amelyek a nyers bemeneti adatból – például kamera- vagy radarjelből – közvetlenül a végső döntést vagy kimenetet állítják elő, anélkül, hogy több, külön kézzel megtervezett feldolgozási lépésen mennének végig. Ez különösen fontos lehet például mikromozgások, légzés vagy szívritmus érzékelése esetén.

– Az életjel-monitorozás talán az egyik legérdekesebb fejlesztési terület.

– Valóban, a vital-sign monitoring jelenleg az egyik legfontosabb kutatási irány. A rendszer képes lehet szívritmus- és légzés-számbecslésre. A cél az, hogy még azelőtt

felismerjük az egészségügyi rendellenességeket, mielőtt a vezető cselekvőképtelenné válna. Vezetés közben egy kisebb rosszullét, figyelemkiesés vagy mikroalvás is végzetes következményekkel járhat. A jövőben az ilyen rendszerek képesek lehetnek arra, hogy figyelmeztessenek, módosítsák a jármű viselkedését, vagy kritikus esetben akár biztonságosan megállítsák az autót.

– Hogyan jelenik meg a motion sickness, az utazási rosszullét problémája az autonóm vagy részben automatizált járművekben? Miért alakul ki ez az állapot, amikor az agy ellentmondásos információkat kap – például a szem nyugalmat érzékel, az utas ül és olvas, miközben a belső fül a jármű gyorsulását, fékezését vagy kanyarodását érzékeli?

– Ez különösen az automatizált vezetés fejlődésével válik egyre fontosabb kérdéssé. Az utazási rosszullét gyakrabban jelentkezik akkor, amikor az utas már nem az útra figyel, hanem például olvas, a telefonját nézi vagy más tevékenységet végez, miközben a jármű mozog. Ez a jelenség különösen a Level 3 és Level 4 automatizált vezetési rendszereknél válik relevánssá, ahol a vezetési feladat részben vagy teljesen átkerül a rendszerhez. Az interior sensing

rendszerek jövőbeni célja, hogy felismerjék az ilyen állapotokat, és ehhez igazítsák a jármű viselkedését – például finomabb gyorsítással, kevésbé hirtelen kanyarodással, vagy akár azt javasolva az utasnak, hogy nézzen ki az ablakon.

– Mennyire fontos az audioalapú érzékelés?

– Nagyon fontos, mert a kamerák és a radar mellett az audio egy további, kiegészítő információforrás az utastér megértéséhez. A hangalapú érzékelés lehetővé teszi, hogy a rendszer olyan eseményeket is észleljen, amelyek vizuálisan nem mindig egyértelműek – például segítségkérést, gyermeksírást vagy más rendellenes helyzeteket az utastérben. A jövőben ez is része lesz a multimodális szenzorfüziónak, ahol a különböző szenzorok adatai együtt adnak teljesebb képet a kabinban zajló eseményekről.

– Sokan aggódnak amiatt, hogy az autók megfigyelik az utasokat.

– Az előadás során én is feltettem a kérdést a közönségnek, mennyire érzik aggasztónak azt, hogy az autók egyre több szenzorral figyelik az utasteret. Ez valóban olyan téma, ami sok embert foglalkoztat. Sokak számára ez kellemetlen érzés, és magam is úgy gondolom, pszichológiailag különbség van



aközött, ha valaki tudja, hogy van kamera, vagy fizikailag látja is azt. Emiatt vannak olyan megoldások is, ahol a kamerát szinte láthatatlanul építik be, például a tükörfüveg mögé integrálva. Ugyanakkor a legfontosabb kérdés mindig az adatkezelés. Az algoritmusok lokálisan futnak a járműben, tehát nem kameraképeket küldünk a felhőbe. A rendszer például azt elemzi, hogy az utas merre néz, hogyan ül, milyen a testtartása, de mindez helyben, az autóban történik. Emiatt különösen nagy hangsúlyt fektetünk arra, hogy az MI-modellek elég kompaktnak legyenek ahhoz, hogy közvetlenül a jármű hardverén fussanak, és ne legyen szükség külső feldolgozásra vagy adatátvitelre.

– Az autonóm vezetés fejlődése néhány évvel ezelőtt gyorsabbnak tűnt. Nagyon erősen az a narratíva volt jelen, hogy a teljesen autonóm Level 4-es és Level 5-ös rendszerek rövid időn belül elérhetővé válnak. Most mintha lassult volna a folyamat.

– Valóban. Ma már sokkal tisztábban látjuk, hogy ez lényegesen összetettebb technikai és rendszerszintű kérdés. A jelenlegi piaci realitás az, hogy a legnagyobb volumenű vezetéstámogató rendszer továbbra is a Level 2. Ennek egyik alapvető oka, hogy a Level 2 és a Level 3 között van egy nagyon fontos felelősségi határvonal. Level 2 esetén a vezető marad teljes mértékben felelős: hands-on és eyes-on állapotban kell lennie, vagyis folyamatosan figyelnie kell a forgalmat és bármikor készen kell állnia a beavatkozásra. Level 3-nál ezzel szemben a rendszer bizonyos körülmények között már át tudja venni a vezetési feladatot, és ilyenkor a felelősség részben áthelyeződik a rendszerre. Ugyanakkor ez nem teljes autonómia, mert egy úgynevezett átadási folyamat, nagyjából tíz másodperces időablak áll rendelkezésre ahhoz, hogy a rendszer visszaadja az irányítást a vezetőnek, ha olyan helyzet alakul ki, amit nem tud önállóan kezelni. Level 4 esetében pedig már olyan

működésről beszélünk, amikor – bizonyos jól definiált és korlátozott működési tartományokban – a jármű emberi beavatkozás nélkül is képes közlekedni.

– A robotaxik ugyanakkor már több helyen működnek a világban.

– Amit például a Waymo San Franciscóban elindított, az ma már az ott élők számára teljesen hétköznapi jelenségnek számít. A felhasználási tapasztalatok és a statisztikák is azt mutatják, hogy ezek a rendszerek rendkívül magas biztonsági szintet képesek elérni. Ugyanakkor fontos látni, hogy ezek a járművek jelenleg még nagyon költségesek. A működésükhöz rendkívül sok szenzorra, például lidarokra, redundáns feldolgozási architektúrákra és jelentős számítási kapacitásra van szükség. A komplexitás és a hardverigény miatt ma még nem reális az, hogy ilyen rendszerek tömegesen, mindenki számára elérhető formában jelenjenek meg a piacon.

– Hogyan képzeled el a jövő mobilitását?

– Szeretem az autókat és a személyes tulajdonlás gondolatát is. Fontos számomra, hogy egy autó személyre szabható legyen – például fel tudják szerelni rá egy tetőcsomagotartót, és el tudják vele menni síelni vagy hosszabb utakra. Ugyanakkor azt is látni kell, hogy a mai városokban az autók aránya és térigénye rendkívül nagy, miközben a járművek idejük 80–90 százalékában egyszerűen parkolnak. Éppen ezért elképzelhetőnek tartok egy olyan jövőt, ahol a személyes autótulajdon továbbra is megmarad, de a járművek nem állnak folyamatosan a városi térben. Például reggel az autó önállóan odajön az emberért, elviszi a céljához, majd napközben vagy este visszamegy egy külső parkolóövezetbe. Szerintem ez lehet egy olyan irány, amely egyszerre ad több teret a gyalogosoknak és a kerékpárosoknak, miközben nem kell teljesen lemondanunk az autózásról sem. ■

JEGYZET

* A klasszikus DSP-folyamat a digitális jelfeldolgozás hagyományos megközelítése, amikor a szenzorok – például radarok – által mért nyers jeleket előre megtervezett matematikai lépések sorozatával dolgozzuk fel. Ilyenkor a rendszer kiszűri például a zajt, frekvenciákat elemez, és ezekből számolja ki, mi történik a környezetben. Ez egy jól bevált, mérnökök által kézzel tervezett feldolgozási lánc. Ezzel szemben az újabb, MI-alapú megközelítések sok esetben közvetlenül a nyers vagy félig feldolgozott adatokból tanulják meg a mintázatokat, és maguk alakítják ki a következtetési logikát. (A szerk.)

Egyensúlyozás az egyéni célok és a hálózat egészének hatékonysága között

Mesterséges intelligencia alkalmazása a közúti közlekedésben

Napjainkban óriási figyelmet kap a mesterséges intelligencia (MI) fejlődése és térnyerése. Szinte nincs olyan mérnöki terület, ahol ne volna jelen ez a technológia, amelynek célja általában az optimalizáció, a biztonság növelése és a robusztus működés. Nincs ez másképpen a közúti közlekedési szektorban sem.



Komplex kereszteződés

Molnár Attila

Az MI-vel jelentős eredmények érhetők el a forgalom érzékelése, előrebecslése, vagy akár a forgalomirányítás területén is. Ráadásul a mesterséges intelligencia alkalmazásának támogatására ma már olyan technológiák állnak a mérnökök rendelkezésére, mint a digitális iker modellezés, a többszintű koszimulációs rendszerek, valamint a V2X („vehicle-to-everything” jármű-kommunikáció). Ezek segítségével az

MI-alapú megoldások gyorsan fejleszthetők, tesztelhetők és validálhatók is egyben.

Szimuláció, digitális iker, adatok

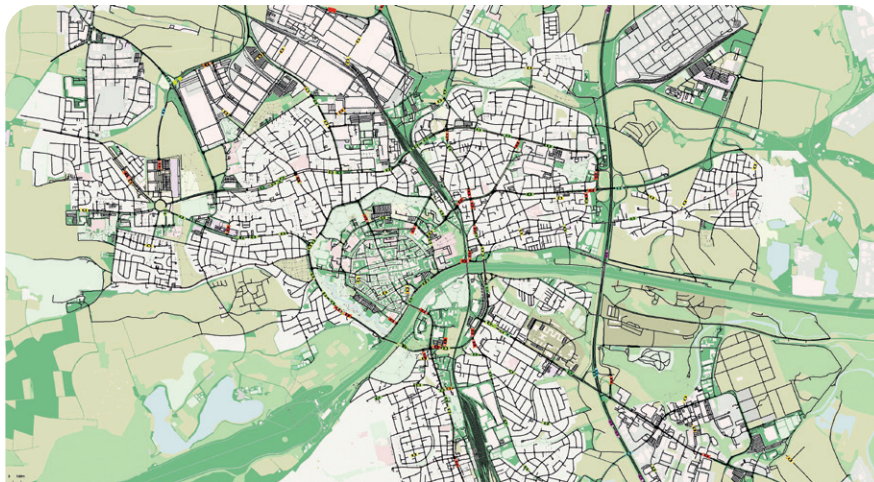
Az MI-alapú megoldások fejlesztésének egyik alapvető követelménye a nagy mennyiségű adat rendelkezésre állása. Nem elég, hogy óriási adatmennyiség szükséges egy stabilan működő, MI-alapú megoldás tanítására, de az adatok minősége is rendkívül fontos. A közlekedésmér-

nöki területen a forgalomszimuláció tud segíteni az adatok előállításában. Az olyan forgalomszimulációs eszközök, mint pl. a Simulation of Urban MObility (SUMO), mikro-, mezo- és makroszkopikus szinten is képesek a forgalom modellezésére. Jól behangolt szimuláción keresztül a mérnökök képesek pontos eredményeket kinyerni egy egész autópályáról, vagy akár egy városi szintű úthálózat működéséről is. Ezen eredmények szintetikus adatokat is nyújtanak mind a járművek, mind a hálózat szintjén, amelyek ezáltal a mesterséges intelligencia tanítására és validálására is alkalmazhatók. Többcélú optimalizációs célok elérése érdekében pedig olyan fontos információkra lehet szükségünk, mint a járművek/útszakaszok emissziója, bal-eseti kockázata, és természetesen a forgalom alapvető paraméterei (pl. forgalomsűrűség, átlagsebesség, várakozási idő). Ezek az információk a szimulátorokból mind kinyerhetők. A digitális iker technológia – amely során a virtuális leképezés a lehető legnagyobb mértékben fedi a fizikai járművek paramétereit – szintén növeli a szimulációs adatok pontosságát.

A koszimulációs megoldások (több specifikus szimulátor együttes használata) segítségével nagyon pontos környezetet tudunk létrehozni az MI-megoldások fejlesztésére. Játékmotorok (pl. Unity 3D, Unreal Engine) alkalmazásával komplex városi környezetek is pontosan felépíthetők, nagyon nagy részletességgel. Ezek pedig további fontos információkat nyújthatnak az MI-alapú megoldások számára.

A szimuláció további előnye, hogy költséghatékony és biztonságos, továbbá a gyakorlatos és mikromobilitási eszközök határait is figyelembe vehetjük vele. A részletes forgalomszimuláció segítségével csúcstechnológias megoldások fejleszthetők, melyek a valóságban is telepíthetővé válnak.

A szimulációk mellett természetesen valós adatokra is szükség van. Ezeket összegyűjthetjük klasszikus mérőeszközök-



Komplex városi hálózat leképezése SUMO forgalomszimulációs szoftverben

ből (pl. úttestbe épített detektorok, kamerák stb.), vagy navigációs rendszerekből is, de akár a mobiltelefon-hálózati (aggregált) adatok is nagyon hasznosak lehetnek a közlekedési áramlatok meghatározásához. A mért adatok közvetlenül is alkalmazhatók MI-alapú forgalmi becslésre/előrejelzésre, de természetesen a szimulációk behangolásához is szükségesek.

Városi jelzőlámpás forgalomirányítás MI-vel

Az MI alkalmazhatósága a jelzőlámpás forgalomirányítás szintjén is megjelenik. Számtalan szakcikk értekezik különböző MI-alapú jelzőlámpás megoldásokról, de már a szakterület vállalatai is a fizikai megvalósítás kapujában vannak. Az MI-alapú jelzőlámpa-irányítás legújabb nemzetközi kutatásai és ipari fejlesztései túlnyomórészt a megerősítési tanulásra (reinforcement learning) épülnek, amely képes valós időben alkalmazkodni a dinamikus változó forgalmi mintákhoz.

A legkorszerűbb megközelítések már nemcsak izolált keresztezésekben gondolkodnak, hanem hálózati szintű, koordinált, többágenses (multi-agent RL) rendszereket alkalmaznak a városi folyosók áteresztőképességének maximalizálására.

A technológiai élvonalat képviselő megoldások egyre nagyobb arányban integrálják a jármű-infrastruktúra (V2X) kommunikációjából származó adatokat és a pályamenti szenzorok (kamerák, LiDAR) fúzióját a pontosabb környezetérzékelés érdekében. A legfrissebb paradigmaváltás a fizika- és szabályalapú kényszerek beépítése, amelyek garantálják, hogy a mély neurális

hálók döntései soha ne sérthessék meg a merev közlekedésbiztonsági előírásokat.

Az alkalmazhatósági korlátot jelenleg leginkább még a skálázhatósági problémák és a transzfer tanulás kérdései jelentik: hogyan lehet általános megoldást adni különböző típusú csomópontokra, hogyan lehetne gyorsan bárhol alkalmazni egy adott, feltanított AI-motort, amely előre betanított, általános alapmodelleket finomhangol az egyedi keresztezések geometriájára és forgalmi dinamikájára, radikálisan csökkentve a mérnökórákat.

Útvonalválasztás többcélú optimalizáció segítségével

Az optimális útvonalválasztás a jövő autonóm közlekedésének is kiemelt kérdése, ahol valamilyen társadalmi kompromisszumra kell törekedni. Azaz, hogyan választják meg az autonóm járművek az útvonalakat úgy, hogy az ne csak az egyéni érdeket (gyakorlatilag a legrövidebb út), de egyfajta szociális optimumot is kövessenek.

Az MI alkalmazása ebben a kérdéskörben is kézenfekvő megoldást jelent a mérnökök számára. A jövő forgalomirányítása olyan komplex szemléletmódot alkalmazhat, amely egyszerre veszi figyelembe az autósok egyéni céljait és a közösség érdekeit – például a torlódások csökkentését vagy a városi hálózat emissziós terhelhetőségét. Fontos cél lehet tehát a teljes közlekedési rendszer gördülékenységének biztosítása, ahol minden egyes autó egyfajta önálló, „tanuló” ügynökként (pl. mélytanulási megerősítési tanulási algoritmus alkalmazásával) folyamatosan figyeli a környezetét, és korábbi tapasztalatai alapján

finomhangolja mozgását. Ebben a megközelítésben az egyéni célok és a hálózat egészének hatékonysága közötti egyensúlyozás a rendszer kulcsa. Amikor az algoritmus dönt, nem csupán az adott jármű számára keresi a leggyorsabb utat, hanem „megtanulja” azt is, hogyan járulhat hozzá a városi forgalom torlódásának csökkentéséhez. Így válik egyetlen autó önálló mozgása a teljes forgalmi áramlás szerves, segítő részévé, kiszámíthatóbbá és gördülékenyebbé téve az utazást mindenki számára. A kutatási eredmények azt mutatják meg, hogy a tradicionális „legrövidebb út”-megközelítéssel szemben az MI képes jelentősen jobb eredményeket elérni, különösen a szociális alapú megközelítés során.

Ha a járművek beszélni tudnának

Felmerülhet a kérdés, hogyan tudjuk a rengeteg szükséges információt a gyakorlatban, valós időben összegyűjteni. A problémára a V2X vezetékek nélküli járműkommunikációs technológia alkalmazása tud hatékony választ adni. A V2X technológia lehetőséget nyújt arra, hogy a járművek képesek legyenek egymással és az infrastruktúrával szabványos és biztonságos módon „beszélgetni”. A legfrissebb ún. C-V2X (cellular vehicle-to-everything) technológia segítségével a mobilhálózaton keresztül is összekapcsolható a kommunikáció a forgalom résztvevői között, így a gyalogosok, kerékpárosok, de akár a mikromobilitási eszközök (pl. elektromos roller) is bekapcsolódhatnak az információk megosztásába. A mobilhálózat segítségével a teljes városi környezet lefedhető, így az ágensek valós időben tájékozódhatnak a forgalom aktuális állapotáról. A V2X emellett lehetővé teszi a biztonsági kritikus adatok alacsony késleltetésű cseréjét, ami nélkülözhetetlen az autonóm járművek döntéshozatali folyamataiban és a hálózati szintű optimalizációban. A V2X technológia közeljövőbeli felfutása az MI-alapú forgalomirányítás fontos eleme lesz, hiszen a több és pontosabb adat a nagyobb hatékonyságot segíti majd.

Kontextualapú megoldások, avagy mit tartogat a jövő?

A közlekedésirányítás következő nagy ugrását a nagy méretű nyelvi modellek (LLM – large language model) integrációja ígéri.



Koszimuláció forgalomszimulátor (SUMO) és Unity 3D játékmotor között

ri. Míg a jelenlegi megerősítéses tanulási algoritmusok – mint a DDPG (deep deterministic policy gradient) vagy a MAPPO (multi-agent proximal policy optimization) – kiválóan teljesítenek numerikus optimalizációs feladatokban, az LLM-ek képessége a komplex, szemantikus kontextus megértésére teljesen új dimenziót nyithat.

Egy LLM-alapú forgalomirányító rendszer például képes lehet egyszer „elolvasni” és értelmezni a városi forgalomhoz kapcsolódó, nem strukturált adatokat is: például híreket útlezárásokról, időjárás-előrejelzéseket, vagy akár a közösségi médiában megjelenő, forgalmat érintő bejegyzéseket. Míg egy hagyományos algoritmus csak a forgalom változására reagál, egy LLM megértheti az események kiváltó okát, és proaktívan javasolhat forgalomszervezési módosításokat még azelőtt, hogy a dugó kialakulna.

Bár a technológia ígéretes, számos akadály áll a széles körű bevezetés előtt. Az LLM-ek futtatása rendkívül erőforrás-igényes. A felhőalapú (cloud) feldolgozás helyett elengedhetetlen lenne az „edge computing” (peremhálózati számítás) fejlesztése, ahol a modell lokálisan, a kereszteződés közelében fut. Továbbá kritikus kérdés a robusztusság: az LLM-ek „hallucinációs” hajlama jelenleg elfogadhatatlan kockázatot jelentene egy forgalomirányító rendszerben, így a jelen kutatások a modell kimenetének szigorú matematikai korlátozására (hard-constrained output) is irányulnak.

A jövő útja tehát egy olyan hibrid rendszer lehet, ahol az LLM a stratégiai döntéshozatalért és kontextusértékelésért felel, míg a biztonsági és taktikai műveleteket továbbra is robusztus, megerősítéses tanuláson alapuló algoritmusok végzik.

Közlekedési MI-fejlesztés

A Lillyneir Kft. részt vesz az M1-es autópálya Budapest és Győr közötti szakaszának fejlesztésében, ahol a sávok számának bővítésén túl a high-tech ITS-infrastruktúra tervezését és kivitelezését vezeti az ország legterheltebb tranzitfolyosóján. A háromsávú kiépítés mellett a negyedik, dinamikusan nyitható/zárható ún. ITS-sáv alkalmazása kiváló példája a modern, hardveres és szoftveres elemeket ötvöző aktív forgalommenedzsmentnek. Ez a megoldás – amelyet külföldön gyakran „hard shoulder running” néven ismernek – lehetővé teszi, hogy csúcsidőszakokban vagy incidensek esetén a leállósávot ideiglenesen forgalmi sávvá alakítsák, ezáltal rugalmasan növelve az út kapacitását. Ennek a fejlesztésnek a részeként digitális iker megoldás kialakítására is sor kerül, amely a teljes rendszert letükrözi az irányítórendszertől a valós forgalmi mérések alapján forgalommodellezésig. A rendszer biztonságos működtetéséhez persze elengedhetetlen a sűrűn telepített, megbízható szenzorhálózat, a precíz forgalomdetektálás, a baleseti kockázatokat elemző szoftveres háttér, valamint a járművezetők egyértelmű tájékoz-

tatását szolgáló, változtatható jelzésképű táblák összehangolt irányítása. Ebben a komplex rendszerben is megjelenik természetesen az AI – az automatikus incidensfelismeréstől kezdve a forgalmi előrebecslésen át egészen a forgalomirányítási beavatkozások támogatásáig.

A fenti mellett cégünk egy DIMOP PLUSZ k+f-projektet is vezet „Mesterséges intelligencia alapú, valós idejű komplex közlekedésirányítási rendszer fejlesztése” címmel. A projekt célja egy olyan MI-alapú, moduláris közlekedésmenedzsmentrendszer fejlesztése, amely valós idejű adatokra építve teszi lehetővé a proaktív, adatvezérelt beavatkozásokat a városi közlekedésirányításban. A megoldás nemcsak a közlekedési infrastruktúra teljesítményének értékelését és az események automatikus felismerését teszi lehetővé, hanem aktívan be is avatkozik a közlekedési folyamatokba. A projekt kulcseleme egy gyártófüggetlen, middleware-re épülő adatplatform, amely képes többféle, különböző típusú és gyártótól származó szenzoradatot egységes szerkezetben kezelni. A platform strukturált tárolást, folyamatos előfeldolgozást és API-alapú szolgáltatásokat biztosít a forgalomirányító rendszerek, városi operatív központok és egyéb szoftvermodulok számára. A fejlesztés során külön figyelmet fordítottunk arra, hogy a rendszer nyílt interfészekkel illeszthető legyen a meglévő közlekedési infrastruktúrákhoz.

Austrotherm geoBLOCK®

Könnyű megoldás nehéz helyzetekben

A polisztirolhaboknak léteznek olyan specifikus alkalmazási területei, ahol nem az anyag kiváló hőszigetelő képessége, hanem kiemelkedő szilárdsága és tartóssága kerül előtérbe.



Napjainkban nem ritkák a százlakásos társasházak, ami önmagában nem jelent problémát, ha a fejlesztők élhető, fenntartható kivitelben valósítják meg azokat. Ezt a törekvést nemcsak a szigorodó jogszabályi háttér, hanem a valós vevői igények is hajtják: egy parkosított, természetközeli környezet összehasonlíthatatlanul magasabb életminőséget kínál, mint egy autókkal teli, térkövezett parkoló látványa. A gyakorlatban a maximális zöldfelület kialakítása úgy érhető el, ha az alárendelt funkciókat – például a garázsokat és tárolókat – a föld alá süllyeszti, felette pedig pihenő- és játszókertként funkcionáló intenzív zöldtetőket létesítenek. Ez alól a lapostetők sem képeznek kivételt: a hagyományos kavicsleterhelés helyett ma már egyre gyakrabban extenzív zöldtetők készülnek a legfelső szinteken is, így biztosítva a lehető legnagyobb egybefüggő zöldfelületet.

Erre a progresszív szemléletre kiváló példa a GroundUp kivitelezésében megvalósuló Árnyas 40 Villa lakópark.

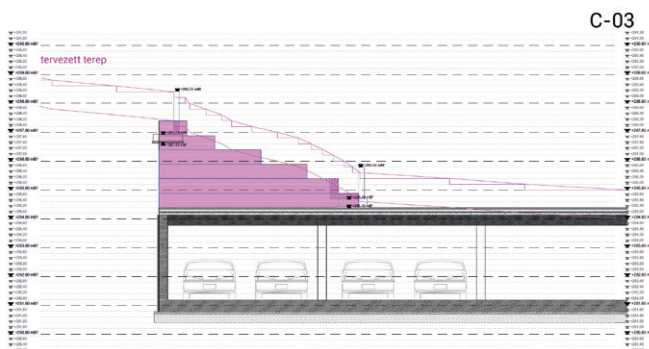
Mérnöki kihívások és a szerkezet tehermentesítése

A projekt különlegessége, hogy az épületegyüttes egy erdőszéli domboldalba integrálódik, a beruházó pedig az eredeti tájhoz hű, sűrű zöld környezet visszaállítását tűzte ki célul. A lejtős terepadottságok miatt komoly mérnöki kihívást jelentett a mélygarázs kialakítása, ugyanis a földemre a terep szint-behozása után helyenként akár 4 méter magas földtömeg nehezedett volna.

Látva, hogy ez a rendkívüli statikai teher mekkora kihívás elé állítja a vasbeton szerkezetet, a tervezők az Austrotherm megoldása mellett döntöttek, és a földtömeg kiváltására a geoBLOCK® nagyszilárdságú könnyűhabot választották. A termék egyedülállósága, hogy rendkívül alacsony testsűrűsége ellenére kiváló mechanikai tulajdonságokkal rendelkezik, amelyeket hosszú távon, nedves környezetben is maradéktalanul megőriz.

Súlyos számok, könnyű megoldás

Minden egyes köbméter földtömeg kiváltása körülbelül 1500 kg-mal csökkentette a tartószerkezetre jutó állandó terhet. Miközben a beépített mintegy



2600 m³ geoBLOCK® összsúlya alig érte el a 60 tonnát, ugyanennyi földtöltés tömege a 4000 tonnát is meghaladta volna. Ez a nagyságrendi különbség alapjaiban határozta meg a tartószerkezet méretezését.

Ráadásul ez a műszaki megoldás lényegesen gyorsabb és költséghatékonyabb kivitelezést tett lehetővé, hiszen nem volt szükség a monumentális földtömeg mozgatására, szállítására és rétegenkénti tömörítésére.

A meredek domboldal miatt helyenként támfalak építése is szükségessé vált, amelyek vízszintes földnyomását szintén a geoBLOCK® beépítésével sikerült minimalizálni.

Precíz tervezés és rugalmas gyárthatóság

A szakemberek erre a feladatra a geoBLOCK® 150 típusú terméket választották, amelyet helyenként 3 méteres blokkmagasságban alkalmaztak.

A tömböket az Austrotherm fektetési terve alapján, több rétegben, egymáshoz képest kötésben, mindösszesen 6 rétegben helyezték el a kivitelezők. A meredeken emelkedő terep pontos lekövetéséhez 50 cm vastagságú blokkokat alkalmaztak, amelyekre mindenhol legalább 100 cm vastag termőföldtakarás került. A blokkméreteket az Austrotherm minden esetben a gyártási technológiához és a megrendelői igényekhez igazítja. Az itt használt legnagyobb, 200x100 cm-es táblák súlya sem haladta meg a 25 kg-ot, így azok gépek nélkül, kézi erővel is rendkívül gyorsan és könnyen mozgathatók voltak.

A geoBLOCK® maximális méretének gyakorlatilag csak a logisztikai és kezelhetőségi korlátok szabnak határt: a termék akár 400x100x100cm-es méretben is rendelhető, melynek súlya a választott szilárdsági osztálytól függően 80-120 kg.

Tanúsított minőség és időtállóság

Az ÉMI vizsgálóintézete által végzett szabványos mérések igazolják, hogy az Austrotherm geoBLOCK® termékek vízfelvétele a szigorú határértékeken belül marad. A hosszú távú kutatási eredmények emellett azt is alátámasztják, hogy a talajban, akár évtizedek alatt felvett minimális nedvesség sincs számottevő hatással a geoBLOCK® szilárdsági és teherbírási jellemzőire. A geoBLOCK® tartósságát a folyamatos és szigorú üzemi gyártásellenőrzés alapozza meg.

Milyen entitás ül mellénk a sofőrülésbe?

Önvezetés a városban – áldás vagy átok?

A technológia fejlődése folyamatos, de a különböző műszaki vívmányok nem azonos súllyal íródnak be a történelemkönyvekbe. Akadnak olyanok, amelyek nem többek múltó hóbortnál, mások csak kismértékben teszik kényelmesebbé az életünket, és vannak olyanok, amelyek társadalmi szinten emelik az emberiséget egy fejlettebb jövőbe – az önvezető és vezetés-támogatott járművek egyértelműen ez utóbbi kategóriába tartoznak.



Bortei-Doku Shaun,
üzemeltetés-
fenntartási mérnök

Jelenleg a hagyományos múlt (tehát az emberi sofőrök által vezetett autók) és a sci-fikből ismert jövő (a teljes önvezetés)

közötti átmeneti időszakot éljük, amely a közúti közlekedés összes érdekeltjét próbára fogja tenni, sőt, teszi is már napjainkban, legyen szó jogalkotókról, közútkezelőkről, járműgyártókról vagy magukról a közlekedőkről. Járjuk körbe tehát a témát, és nézzük meg, milyen kihívásokat támaszt a városi környezet az egyre növekvő számban megjelenő önvezető autók elé.

Hollandiában szól a vészharang

2022-ben a holland közútkezelő, a Rijkswaterstaat kiadott egy fehér könyvet, melyben hangsúlyozták az önvezető autók térnyerése miatti szakmai feladatokat, többek között azt, hogy a közútkezelői szakmának párbeszédet kell indítania arról, hogyan tegyék alkalmassá a közúti

környezetet az ilyen járművek biztonságos közlekedésére. Azt tapasztalták ugyan- is, hogy az önvezető autók nem reagálnak megfelelő módon vagy kellő időben azoka- ra a - jellemzően gyorsforgalmi utakon ki- alakított - terelésekre, amelyeket emberi sofőröknél már hosszú ideje alkalmaztak gond nélkül.

Erről tudomást szerezve a CEDR (Európai Közútkezelők Tanácsa) főtitkára, Steve Phillips 2022. július 5-én közleményt adott ki, mely magyar fordításban így hangzik: „A közútkezelőknek tisztában kell lennie azzal, hogy előfordulhat, hogy a jól bevált gyakorlat szerint kialakított terelések nem érik el a kívánt hatást, ha az érkező járműben új típusú fedélzeti rendszerek működnek; ez közlekedésbiztonsági kockázatot jelent.”

A baljós állásfoglalást alá is támasztották: ugyanezen év őszén technológiai bemutatót rendeztek a hollandiai Lelystad járműipari tesztpályáján, ahová széles körben és több országból hívtak jogalkotókat, hatóságokat, közútkezelőket, jármű- és szenzorgyártókat és az Európai Unió képviselőit is. Abban a megtisztelő helyzetben voltam, hogy a Magyar Közutat dr. Mocsári Tibor kollégámmal képviselhettem.

A demonstráció során egymás után vettek alá 5 db 2-es szintű önértékelésre képes járművet olyan kísérleteknek, melyek azt voltak hivatottak megállapítani, hogy a járművek helyesen reagálnak-e a gyorsforgalmi terelésekre. A rendezvény kimenetelére egyikünk sem számított: a jelenlévők elképedve látták, hogy az autók sorra bukják el a legegyszerűbb kísérleteket is.

Az egyik próba az volt, hogy a sávba 45 fokban beállított szivacsautót (szabványos, tépőzárral összerakható bábu, amelyet az önzetű autók tanítására használnak) észreveszi-e az önzetű autó, és lefékezi-e előtte időben. Az 5 járműből 4 lassítás nélkül nekiütközött a szivacsautónak, egy ráadásul akkora sebességgel, hogy annak darabjai elől a közönségnek úgy kellett elugorlnia. Ezután más kísérletekben is meglepően rosszul szerepeltek a járművek, és hamar nyilvánvalóvá vált, hogy a szakma a 0-5 szintű vezetésmagát rendszerek működését sem ismeri.

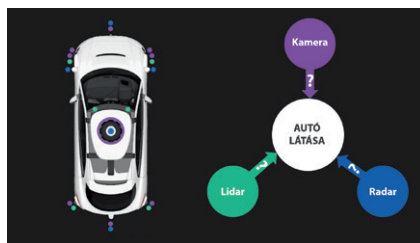
Az önvezetés szintjei

Ahhoz, hogy a cikk további részét értsük, fontos röviden áttekinteni az önvezetés szintjeit. Az SAE (Járműmérnökök Társasá-

ga) megalkotta a J3016 jelzetű nevezékta-
ni szabványt, amely azon kevés szabályo-
zó dokumentum közé tartozik, melyeket
világszerte egységesen betartanak a jár-
műiparban. A *táblázat* szerint az önzetetés
szintje a következők:

Az SAE által meghatározott önvezetési szintek rövid magyarázata

Önvezetési szint	Kritérium	Emberi felügyelet
SAE 0	nincsenek vezetésmegtagató rendszerek, vagy ha vannak, csak pillanatszerűen avatkoznak be a vezetés műveletébe	kell
SAE 1	a jármű képes vagy távolságot tartani az előtte haladó járműtől (adaptív tempomat - ACC), vagy a sáv közepén tartani magát (sávkövető asszisztens - LKA), de a két műveletet együtt nem képes végezni	kell
SAE 2	a jármű képes távolságot tartani és a sáv közepén tartani magát (tehát ACC és LKA együtt is aktív lehet)	kell
SAE 3	a jármű képes valós önévezésre (pl. sáv-váltás, állóra fékezés, navigáció), de az irányítást bármikor visszaadhatja az emberi sofőrnek	kell
SAE 4	a jármű képes valós önévezésre, de csak földrajzilag lehatárolt területeken, viszont azonnali emberi beavatkozásra szüksége már nem merülhet fel	nem kell
SAE 5	a jármű bárhol képes valós önévezésre, emberi beavatkozást nem igényel	nem kell



Így már érthető, miért egy 0-s szintű rendszert tettünk próbára Hollandiában: az AEB (vérszékező asszisztens) feladata, hogy az autót egy észlelt akadály előtt biztonságosan megállítsa, ha a sofőr nem reagál időben. Terjedelmi korlátok miatt a hollandiai kísérletet mélyebben nem elemezzük, akit részleteiben érdekel, elolvashatja az *Aszfalt Újság* 2024/1. számában.

Önvezetés egy járműflottában

Ezt a jelenséget segít megérteni az alábbi személyes példa: a Magyar Közút személyautó-flottája heterogén, ugyanúgy előfordulnak benne húszéves, mint vadiúj autók. A budapesti központban dolgozó mérnökként

munkám során járom az országot, és ebből kifolyólag egyik ilyen autóból ülök a másikba, tehát nincs sem időm, sem memóriám megjegyezni, hogy melyik autón hogyan és hol lehet ki- és bekapcsolni az egyes rendszereket. Ez addig nem okoz problémát, amíg az autókban nem működnek bonyolult, a vezetés folyamatát közvetlenül befolyásoló rendszerek, azonban amikor elkezdtek megjelenni a vezetéstámogató rendszerek a Kőút flottájában is, egyre több kellemetlen élmény ért: már az úton, vezetés közben jelentkezett egy olyan viselkedés, amelyet se nem ismertem, se nem tudtam hirtelen deaktiválni.

Ezért írni szerettem volna egy belső segédletet a kollégáknak arról, hogy az egyes autótípusokban milyen rendszereket találunk, és azok hogyan működnek, de ekkor egy nem várt fallal találtam szembe magam. Először ugyanis írtam a gépkocsik forgalmazójának, szerettem volna típus és évjárat alapján segítséget kapni, de azt választották, hogy a vezetéstámogató rendszerek nem csak a gyártótól és a modelltől, de még a modellévtől is függenek. Ha belegondolunk, ezzel azt mondták, hogy ugyanannak a típusnak ugyanaz a generációja akár egyik évről a másikra is már eltérő rendszerekkel, eltérő viselkedéssel görült ki a gyárból, az elvárni pedig, hogy egy központi autót flottát használó sofőrként fejben tartsak ki tudja hány permutációt, nem életszerű.

Következőnek az autók hivatalos kezelési útmutatóját néztem meg, de ott is meglepő dolgokba szaladtam bele: az sejthető volt, hogy a kezelési könyv minden rendszerről beszámol arra való tekintet nélkül, hogy a konkrét járműbe ténylegesen mit építettek be, arra azonban nem számítottam, hogy sem a nevezéktan nem egységes (pl. egyes autógyártók GRA-nak nevezik a tempomatot), sem az adattartalom (az autógyár vezetéstámogató rendszerekről szóló weboldalán olyan konkrét lassulási számértékek voltak listázva az adaptív tempomathoz, amelyek a kezelési könyvben nem szerepeltek).

Végül a konkrét járműben ülve próbáltam megállapítani, milyen rendszerek működnek benne, és azzal szembesültem, hogy azok különböző menükben voltak elszórva, és változó volt, hogy kikapcsolható-e, vagy egyáltalán listázva vannak-e. És itt fogalmazódott meg a párhuzam: ha tudni akarom, mi van egy pohár tejben, egy



nemzetközileg nagyjából egységes, jól olvasható tápértéktáblázat áll rendelkezésünkre. Ha azonban az érdekel, milyen rendszerek „ülnek mellettem a vezetőülésben” egy olyan több millió forintos eszközben, amellyel még embert is tudok ölni, nem tudom egyszerűen kideríteni a választ.

Nem ez az első átmeneti időszak

Már 4-es szintű önvezető autók is közlekednek éles forgalomban: nem meglepő módon Kína és az Egyesült Államok a technológia melegegyháza. San Franciscóban például már több mint ezer önvezető robottaxit üzemeltet a Google társvállalata, a Waymo. Ezeket eleinte kísérletező kíváncsisággal fogadta a lakosság: egy TikTok-tartalomgyártó például az utcákon állva, STOP táblás pólóban sorra megállította az arra elhaladó Waymókat, egy fiatal szoftverfejlesztő pedig a rendszer próbájaképp egyszerre rendelt 50 robottaxit egy zsákutcába. A technológia néha a hatóságokon is kifog: Jeanine Nicholson, a város tűzoltóparancsnoka elkeseredetten nyilatkozta, hogy a vonuló tűzoltóautók egyre többször karamboloznak robottaxikkal, de több olyan felvétel is bejárta az internetet, hogy egy-egy Waymo állja útját vonuló mentőautónak, vagy a közlekedési rendőr igazoltatni próbálja a sofőr nélküli autót.

De még csak a lakosság jelenléte sem kell ahhoz, hogy a rendszer kiforratlansága egyértelművé váljon: több esetben is megtörtént már, hogy két vagy három Waymo nem tudta kikerülni egymást egy szűk utcában, azonban a legaggasztóbb incidens az volt, amikor 2025 telén egy San Francisco méretű áramszünet miatt a jelzőlámpák elsötétültek és a mobilszolgáltatás is akadózott, minek következtében több tucat Waymo a földre cövekelt, és városszerte okoztak balesetveszélyes helyzeteket.

A technológiai fejlődés története azonban tele van ilyen átmeneti időszakokkal, és pont Magyarországról is hozható egy releváns példa. Hatsek Béla volt az első magyar, aki 1895-ben automobilt vásárolt, négy évre rá pedig Törley, a pezsgőgyáros cserélte le lovas fogatait tehergépkocsikra. A Belügyminisztérium megvizsgálta az érdekes újdonság, a gépkocsi ügyét, és úgy döntött, hogy mivel még csak alig 50 db van Magyarországon, nincs szükség külön szabályozásra. Egy évre rá megtörtént az első gyalogosgázolás is (Törley maga ütötte el Czolits János utcaseprőt – kártérítésül háromnapos munkabérét fizette meg), és végül 1901-ben adták ki az első, kezdetleges KRESZ-t, jogosítványokat és forgalmi engedélyeket. Ez esetben csak 6 év kellett, mire a szabályozás utolérte a technológiát, de ugyanehhez az amerikai polgári repülésben 42 évre volt szükség. 1956-ban történt ugyanis, hogy a Grand Canyon fölött a United és a Trans World Airlines két gépe összeütközött, és mindkét gépen mind a 128 ember meghalt. Mindez pedig úgy történt meg, hogy mindenki minden szabályt betartott! Ekkorra történt meg ugyanis, hogy a pilóták nem tudták teljesíteni a gépek elkülönítését szabad szemmel, a szélvédőn kinézve, mivel a kor gépei már túl gyorsak voltak, és repülésük túl sok figyelmet igényelt.

Ember és gép

Az önvezető autók 100%-os elterjedésekor már nem kell, hogy fájjon a fejünk az emberi tényező miatt, addig azonban egy emberi-gépi hibrid rendszerben kell tudnunk biztonságosan lebonyolítani a közlekedést mindennap, ehhez pedig elengedhetetlen megértenünk, hogyan dolgoznak az emberek gépi irányítás alatt.

A jelenséget egy újabb repülőszerecsétlenség által lehet bemutatni: 1972-ben történt, hogy az Eastern Air Lines járata

”

Önvezető autóra ülni annyit tesz, hogy a sofőrülésbe ül mellénk egy olyan entitás, amelynek végső soron a döntéseit, részleteiben pedig a látását és a gondolkodását nem értjük.

leszállni készült Miami-ban, és amikor kibocsátották a futóművet, az orrfutó visszajelző fénye sötét maradt. A szokatlanul népes, 4 fős legénység a gépet visszaemelte és robotpilótára kapcsolta, míg próbáltak rájönni a hiba okára. A kapitány azonban észrevétlenül meglökte a szarvkormányt, melynek következtében a gép lassan ereszkedni kezdett, és végül a mocsárba zuhant, 101 életet kioltva. A nyomozás során fő okként azonosították az automatizációs torzítást (automation bias) elnevezésű pszichológiai jelenséget, amely szerint gépi irányítás alatt vakon megbízunk a gépi döntésekben, fals biztonságérzetünk alakul ki, és lankad a folyamat iránti figyelmünk.

Hogyan lát és hogyan gondolkodik?

Önvezető autóra ülni annyit tesz, hogy a sofőrülésbe ül mellénk egy olyan entitás, amelynek végső soron a döntéseit, részleteiben pedig a látását és a gondolkodását nem értjük. De hogyan lehetséges ez?

Az önvezető autókban többnyire háromfajta szenzor működik: kamera, radar és lidar (ez alól kivétel a Tesla, Elon Musk ugyanis kijelentette, hogy ha rajta múlik,

az autóin sosem lesz lidar). Ezek a szenzorok merőben eltérő képalkotó módszereket használnak, és így egymáshoz képest rendelkeznek előnyökkel és hátrányokkal. Azt viszont, hogy egy-egy autó látását milyen arányban alkotják, hogy milyen súlytényezőkkel, milyen döntési fa alapján épül fel a logika mögötte, nem tudjuk, hiszen a járműgyártók ezt szigorúan őrzött üzleti titokként kezelik, és amíg nincsenek kötelezve az adatszolgáltatásra, nem fogják közreadni.

Az autók gondolkodása már vegyesebb képet mutat: vannak még autógyártók, amelyek önvezető vezérlését ember írta programok valósítják meg (a Tesla is ilyen volt a 11-es verziójú önvezetésig bezárólag), azonban egyre elterjedtebbek lesznek az AI (pontosabban neurális háló) alapú járművezérlő logikák. Ahhoz, hogy értsük, mi ezzel a probléma, a neurális háló fogalmát is fontos megértenünk: egy CPG Grey nevű youtuber által készített videó (<https://www.youtube.com/watch?v=R90Hn5ZF4Uo>) úgy magyarázza, hogy az emberi programozó két programot ír: az első egy programíró program, amely kvázi véletlenszerűen, sorozatgyártásban állít elő különböző működési elvű algoritmusokat. A második pedig egy vizsgáztató program, amely ezeket az előbbi előállított programokat egy megadott vizsgacél mentén értékeli. Az lesz a nyertes program (neurális háló), amely a legjobban vizsgázik.

Ez azonban, ha belegondolunk, azt jelenti, hogy a neurális hálót nem ember írta. Konzekvensen a Tesla 12-es verziójú önvezető algoritmusáról (amely már egy neurális háló) egyetlen ember a Földön sem tudja elmondani, hogy teljeskörűen hogyan működik, és mire hogyan fog reagálni.

Problémás üzemi környezetek

A különböző autógyártók különböző típusú önvezető autói (amelyek, emlékezzünk: mind máshogy látnak és máshogy gondolkodnak) mind ugyanabban az útkörnyezetben kell elboldoguljanak. Abban az útkörnyezetben, amelyről a 133/2022-es Kormányrendelet 8. § (1) kimondja, hogy a horizontális és vertikális jelzései az automatizált vezetéstámogató rendszerek által minél inkább olvashatóak kell legyenek. Azt azonban, hogy ez hogyan érhető el, a közútkezelői szakma nem tudja, és nem is tudhatja.

Ezenfelül bonyodalmat jelent a városi környezet maga. Míg egy gyorsforgalmi úton viszonylag kevés fajta forgalmi szituáció fordul elő (nem véletlen, hogy a megjelenésükkor még csak 2-es szinten lévő önvezető Teslákat ott brillíroztak igazán), addig egy város hemzseg a szokatlan és komplex helyzetektől. A sérülékeny úthasználók (kerékpárosok, idősek, látássérültek, gyermekek) jelenléte folyamatos, és sürgősségi járművek is sokszor fordulnak elő a legnagyobb csúcsforgalomban is. Emellett sok városra igaz, hogy minden nyáron megszorodnak az útépítések, és ennek következtében a terelések is. Ezen tényezők növelik a kognitív terhelését mind az emberi, mind a gépi sofőröknek, és ezáltal a hibázás valószínűsége is nő.

De a fix jelzések terén is fel van adva a lecke az önvezető autóknak: a jelzőtáblák és a jelzőlámpák a nagyvárosokban gyakran a lakosság festővásznává válnak, és gyakran látni összematricázott, összegegrafizett jelzéseket. Ekkor joggal merül fel a kérdés a közútkezelőben, hogy pontosan milyen szintű vandalizmus az, amely egy táblát már olvashatatlanná tesz egy önvezető autó számára (amely ezzel párhuzamosan emberi szemmel még tökéletesen olvasható). Az előbbieken vázolt ad-hoc helyzeteknek tudhatók be a Waymo korábban említett bakijai is.

Nem szabad azonban elvitatni azt a sok jót, amelyet az önvezető autók 100%-os elterjedése fog hozni a városokba: azáltal, hogy hatékonyabb lesz a forgalom lefolyása (az autók egymással kommunikálnak, jobban tartják a távolságot és választják meg a sebességüket), csökkennek az eljutási idők, és könnyebben utat kapnak a sürgősségi járművek is. Emellett csökken a kibocsátás és a közúti közlekedés általános energiaigénye is. De egy önvezető autó olyan rétegeknek is megadhatja az egyéni közlekedés luxusát, akiknek előtte nem adatott meg (pl. testi vagy kognitív fogyatékkal élők), de legfőképp a gyorsan rendelkezésre álló automatizált járművek által az egyéni autótulajdonlás csökkenni tud. Ennek hatására pedig rengeteg városi közterület fog tudni felszabadulni (egy európai autó például élete 92%-át parkolva tölti). A legnagyobb várható eredmény pedig a vision zero teljesítése (amelyre addig, amíg emberi sofőrök is részt vesznek a forgalomban, több szakmai vélemény szerint sincs valódi esély).

Mi a megoldás?

Jelenleg a problémakör érdekeltjei mind a saját érdekeik mentén cselekednek, és a leginkább hiányzó elem a megoldáshoz egy „felnőtt a szobában”, aki mindenkinek megmondja, mi a dolga, és hogy kooperáljon a másikkal. Ahogyan az EU-ban a mobiltelefonok szabad roamingjához vagy az USB C töltők kötelezővé tételéhez bele kellett nyúlni a szabadpiacba, úgy az önvezető autók témakörében világszinten ki kell emelkednie egy szervezetnek (legyen az globális – például ENSZ, SAE), vagy egy meghatározó nemzeti hatóságnak, például az amerikai autópálya-biztonsági ügynökségnek vagy a német szövetségi autópálya- és közlekedésbiztonsági kutatóintézetnek, ha a jelenleg meghatározó szabályozatlanságot fel akarjuk számolni.

Ahhoz, hogy a járműgyártók önvezető autójának működése megismerhető legyen az iparág többi szereplője számára, előbb ki kell dolgozni egy olyan szabványos adatszolgáltatási formát, amely egyszerre védi a gyártók üzleti érdekeit, és egyszerre teszi lehetővé, hogy a közreadott adatok összehasonlíthatók és az útkörnyezet tervezésének folyamatában bemenő adatként felhasználhatók legyenek. Ezzel együtt a közútkezelőknek is meg kell mondani világszerte, hogy mely infrastruktúraelemek tekintetében hogyan kell átalakításokat végezniük azért, hogy az önvezető autók biztonságosan tudjanak közlekedni.

A járműiparban a fejlesztési folyamatban is van csiszolnivaló: nem lehet például érv arra, hogy egy önvezető autó miért nem ismert fel egy az úton lévő akadályt, hogy az nem volt szabványos (a 2022-es hollandiai bemutatón jelen lévő szenzorgyártók ugyanis ezzel érveltek). A sofőrök oktatása pedig elengedhetetlen: nem szabad, hogy a jövőben előforduljon, hogy egy Tesla-sofőr hétfőn még egy 3-as szintű önvezető autóban ül, keddre azonban már távoli frissítés által egy 4-es szintű önvezető autó tulajdonosa lett, de nem részesül oktatásban arról, hogy ez az autó hogyan viselkedik másképp, és mire kell egyik napról a másikra figyelnie.

Összegzésként elmondható, hogy az önvezető autók jövőbeli elterjedése egyértelműen az emberiség következő nagy lépcsőjét jelenti, az addig tartó út azonban hosszú és rögös lesz, és ha mi, a szakma nem kezdünk el nagyon hamar gondolkodni a megoldáson és a szükséges intézkedéseken, a jelenlegi káosz csak mélyülni fog.

Parti mobilitás Szegeden

Hogyan lesz a rakpartból városi élmény?

Szeged városszerkezetének egyik legerősebb adottsága a Tisza közelsége. A folyó egyszerre természeti elem, városképi tengely, történeti emlékhely, közlekedési határ és közösségi lehetőség. A belvárosi rakpart hosszú időn át mégis elsősorban árvízvédelmi és közlekedési infrastruktúraként működött: útként, parkolóként, áthaladási felületként. A Huszár Mátyás rakpart megújításának tervezése abból a felismerésből indult ki, hogy a Tisza-part ennél jóval többet tud adni Szegednek.

Vakula Réka

A tervezési feladat alapkérdése az volt, miként válhat egy autódomináns, nagy burkolt felületekkel terhelt parti sáv olyan többfunkciós városi térré, amely megőrzi közlekedési szerepét, közben teret ad a gyalogos és kerékpáros mozgásoknak, a vízparti tartózkodásnak, a rekreációnak, a zöldinfrastruktúrának és az árvízvédelmi biztonságának. A válasz csak integrált tervezői szemlélettel adható meg. A rakpart közel két kilométer hosszú, lineáris városi peremhelyzet: egyik oldalán a történeti belváros és a Stefánia, másik oldalán a Ti-

sza, közötté a védmű, a közúti forgalom, a közművek, a gyalogos kapcsolatok és a lehetséges közösségi funkciók összetett rendszere.

A város egyik főutcája

A tervezés egyik alapgondolata, hogy Szegeden a Tisza a város egyik főutcája. Ez városépítészeti állítás is: a folyó menti térnek képesnek kell lennie városi funkciók összekötésére, találkozási pontok létrehozására, a mozgások vezetésére és a belvárosi identitás erősítésére. A rakpart jelenlegi állapota sok helyen megszakítja ezt a kapcsolatot. A védmű, a lépcsősorok, az útpá-

lya és a nagy burkolt zónák fizikailag jelen vannak, de a lassú, emberléptékű használatot csak korlátozottan támogatják.

A fejlesztés ezért kapcsolatok újraszövése vállalkozik. A város felől érkező gyalogosnak, kerékpárosnak, rolleresnek és autósnek egyaránt érthető, biztonságos és olvasható térben kell mozognia. Közlekedéstervezési szempontból ez csillapított, vegyes használatú városi teret jelent. A forgalmi szerep megmarad, de a tér karaktere átalakul: az autó a parti közterület egyik szereplője lesz a gyalogos, kerékpáros és mikromobilitási használatok mellett. A biztonságot az alacsonyabb se-



besség, az olvasható térszerkezet, a burkolati különbségek, a zöldfelületek, a szegélyek és a közterületi funkciók együttese teremti meg.

A védmű szerepének újraértelmezése

A szegedi rakpart egyik legizgalmasabb mérnöki és tájépítészeti kérdése a védmű szerepének újraértelmezése. A klaszikus árvízvédelmi logika az állékonyságra, a biztonságra és az üzemeltethetőségre koncentrál. Belvárosi vízparton azonban a védmű városi térfal, közlekedési kapcsolat és tájképi elem is. A tervezett beavatkozások ezért a műszaki biztonság megtartása mellett emberléptékű átmenetet keresnek a felső városi szint és az alsó rakpart között. Ennek egyik eszköze a nagy, robusztus lépcsősorok átalakítása és zöldítése. A növényesített részsűk, a hosszabban levezetett gyalogos rámpák és a lépcsős-tribünszerű ülfelületek együtt olyan térformát alkotnak, amely közlekedési kapcsolatként, pihenőhelyként és tájépítészeti gesztusként is működik. A rámpaszerkezetek cölöpözött kialakítással, összekötő gerendákra támaszkodva jelennek meg, miközben alattuk feltöltés és növényesített részsű alakul ki. A szerkezetnek árvízi helyzetben is ellenállónak kell maradnia; a burkolatok, feltöltések és növényfelületek tartósságát a Tisza időszakos terhelése mellett kell biztosítani.

Az előregyártott finombeton elemekből kialakított lépcső- és ülfelületek a lelátók logikáját idézik. A használó innen a folyóra, a naplementére és a városi életre néz. A védmű így fokozatosan városi tájjá alakul: olyan helyé, ahol a lejtás közlekedési mozgulatból térélménnyé válik. A vízparti közterek működését döntően befolyásolja, hogy van-e ok megállni bennük. A fogadótér ezért kulcsszerepet kap. A felső városi kapcsolatokról leérkező gyalogos pihenőfelületekkel, ivókúttal, kerékpártámaszokkal, ülőelemekkel és növényzettel kialakított térbe érkezik. A közlekedés és a tartózkodás határa finoman elmosódik, a térhasználat súlypontja a gyalogos és közösségi jelenlét felé tolódik.

Közelebb a folyóhoz

Az alsó rakpart közösségi terei a víz közelségéből építkeznek. A Tisza látványa erős vonzerő, a tartós használathoz azonban árnyék, ülőhely, világítás, kerékpáros



megérkezés, vendéglátás, illemhely és biztonságos gyalogos kapcsolat is szükséges. A tervben a vendéglátóegység a közterületi használat katalizátoraként jelenik meg. A visszafogott, konténeres jellegű építmény árvízi környezetben is kezelhető, léptékében a part alárendelt kiszolgáló-eleme marad, miközben életet visz a térbe.

A Tiszával való legközvetlenebb kapcsolatot a mederben kialakított burkolt deck adja. A használó itt fizikailag is közelebb kerül a folyóhoz: le lehet érkezni a víz mellé, meg lehet állni, le lehet ülni, érzékelni lehet a part fényét, hőmérsékletét és mozgását. Ez a zóna a város és a folyó határán helyezkedik el, ezért a burkolt felületeknek ellenállónak, tisztíthatónak és árvízi terhelés mellett is fenntarthatónak kell lenniük. A zöldfelületek a mikroklimatikus és térszervezési rendszer részei: megtörik a burkolati monotonitást, mérséklék a hősziget-hatást, ritmust adnak a partnak, és visszahozzák a természetes folyóparti karakter egyes elemeit.

A rakpart zöldítése összetett szakmai feladat. A terület mikroklimája szélsőséges: nagy burkolt felületek, erős nyári fellemegeedés, légköri szárazság, időszakos árvízi terhelés és üzemeltetési kitettség jellemzi. A növényalkalmazás ezért a Tisza menti hullámtéri növényzet zonálisából indul ki. A fajválasztást az előntés gyakorisága, időtartama, a városi hőterhelés és a fenntarthatóság együtt határozza meg. A vízhez közelebbi zónákban nedvességet és időszakos előntést jobban tűrő fajok, bokorfüzes karakterű állományok, mocsárréti és parti növények jelenhetnek

meg. A magasabb térszíneken puhafás, majd keményfás ligeterdei karaktert idéző fajok és kertészetileg alkalmazható változatok kapnak szerepet. A cél természetközeli, városi körülmények között működő növényrendszer kialakítása, amely biodiverzitást, árnyékot, párologtatást és erősebb térkaraktert ad a rakpartnak.

Csendes irányítás

A közlekedési áthangolás egyik kulcsfogalma a csendes irányítás. A tér saját kialakításával vezeti a használót: burkolati tónusokkal, kőszegélyekkel, zöldsávokkal, ülőelemekkel és térszűkületekkel jelzi, hol milyen mozgás és viselkedés kívánatos. Ez különösen fontos ott, ahol gyalogos, kerékpáros, mikromobilitási és gépjárműforgalom találkozik. A biztonság az alacsony sebességből, az előrelátható térhelyzetekből és a kölcsönös figyelemből következik.

A burkolati rendszer ezért közlekedési nyelvként is működik. Az eltérő aszfalttónusokból, kővázakból és burkolati karakterekből felépülő felületek olvasható szegmensekre tagolják a rakpartot. A forgalomcsillapítás így a városépítészeti koncepció része: az autós érzékeli, hogy kiemelt városi térben halad, a gyalogos és a kerékpáros pedig olyan közterületet használ, amelyben a mozgás mellett a megállásnak is szerepe van.

Vízibástya és rondella

A rakpart megújításának egyik legizgalmasabb pontja a Vízibástya, illetve a rondella környezete. Ez a hely történeti, műemléki, városképi és közterületi kérdés egyszerre.



A szegedi vár egykori jelenléte a mai városszerkezetben töredékesen érzékelhető, pedig a Tisza-part történeti rétegei meghatározóak Szeged identitása szempontjából. A tervezés során olyan kortárs építészeti és tájépítészeti gesztus megfogalmazása volt a cél, amely láthatóvá teszi ezt az emlékeztetőt, és beilleszti a mai rakpart használati rendszerébe. A félköríves forma emlékeztető térforma: jelzi a múlt jelenlétét, ugyanakkor a mai közterületi használat részeként működik. A Vízibástya környezete kilátópontként, pihenőhelyként, helytörténeti információs pontként és közösségi térként kaphat új szerepet. Aki lesétál a rakpartra, használható térben találkozik a város múltjával: leülhet, körbenézhet, és érzékelheti a Tisza, a vár és a mai város egymásra rétegződését. Ez a pont jól mutatja, hogy a városi folyópart emlékeztetői tér is.

A híd alatti Kőlyuk környezete a rakpart folytonosságának egyik legérzékenyebb pontja. A megmaradt hídfőelem műemléki értéket képvisel, miközben a szűk keresztmetszet közlekedési kihívás.

A tervezés feladata a gyalogos kapcsolat folytonosságának megteremtése és az autós közlekedés kezelhető fenntartása volt. A megoldás a rendelkezésre álló keresztmetszet pontos újraosztására épül: az útpálya és a gyalogos sáv határai egyértelművé válnak, a szűk tér pedig eleve lassabb, figyelmezbet haladást kíván. Így az egykori hídfő nem akadályként, hanem a rakparti átvezetés karakterét meghatározó adottságként jelenik meg.

Piknikrét: a meglévő potenciál felismerése és kulturált keretbe helyezése

A rakpart délebbi, természetesebb karakterű zónájában kialakuló piknikrét másik fontos tanulságot hordoz. Vannak helyek, ahol a tervezés feladata a meglévő potenciál felismerése és kulturált keretbe helyezése. A Tisza által alakított, üledékes, rétszerű parti zóna ma is sajátos hangulatú terület. A megfelelő lejárók, világítás, ülőhelyek, biztonságos kapcsolatok

és alpinfrastruktúra úgy adhatnak keretet a használatnak, hogy közben megmarad a hely természetesebb, szabadabb karaktere.

A szegedi rakpart megújításának végső mércéje a használat változása lesz. Megjelenik-e az igény a lassításra, lesétálásra a vízhez, a kerékpáros megérkezésre, a partron töltött időre? A közlekedési szokásokat a szabályok mellett a város által felkínált helyek minősége is alakítja. Ha a rakpart árnyékos, biztonságos, érdekes, vízközel és funkciókkal ellátott városi térré válik, akkor az áthaladás mellett a tartózkodás is természetes használatává erősödik.

A fejlesztés közlekedési, tájépítészeti, építészeti, örökségvédelmi és városklimatikus projektként értelmezhető. A Tisza-part újraértelmezése integrált mérnöki és tervezői gondolkodást igényel: a szerkezet, a forgalom, a zöldfelület, az árvízvédelem, a közművek, a közterületi funkciók és a történeti emlékezet egymást erősítő rendszerként jelennek meg. Szeged számára a Tisza a városi identitás és a jövőbeli lehetőség egyik legfontosabb eleme. A rakpart megújítása ennek a kapcsolatnak a kortárs újrafogalmazása: olyan parti közterület létrehozása, ahol a közlekedés összeköt, a folyó pedig újra a belvárosi élet aktív részévé válik. A fejlesztés legfontosabb ígérete éppen ez: a rakpart ne csupán út legyen a Tisza mellett, hanem Szeged egyik legfontosabb városi élménye. ■

*Készítette: Fontos Mérnök Stúdió Kft.
Vezető tájépítész tervező: Vakula Réka;
vezető építész tervező: Fontos Rómeó*

■ A budapesti járműforgalom rejtett hajtóerői

Mítoszok és valós feszültségek a hazai közlekedésben – 2.

A városi közlekedés problémái mögött nem kizárólag a forgalom áll, hanem a területfejlesztési döntések, gazdasági ösztönzők és infrastrukturális hiányosságok együttese. Budapest példáján keresztül a cikk bemutatja, hogy a közlekedési feszültségek valódi okai a rendszer bemeneti oldalán keresendők.

Molnár László Árpád

A közlekedés és kényszerterterhei

Fókuszálva most már inkább a közlekedés szűkebb környezetére, a fenntarthatóság gátjainak bemeneti oldalaként vegyük sorra néhány, az autóforgalom – mint fontos környezetszennyező tényező – alakulására ható faktort. Előzetesen indokolt leszögezni, hogy szakmai konszenzuson alapuló közlekedéspolitikai cél a városok autóforgalmának csökkentése. E komplex fenntarthatósági politikába ágyazott cél lehetőségeinek és ellentmondásainak áttekintésére szemléltető helyszín a legterheltebb hazai város, Budapest.

Ne autózz! – üzeni Budapest közlekedéspolitikája, értékrendjében és stratégiai céljaiban helyesen. E stratégiához értelemszerűen tartozna a kompaktság, a városszerkezet „kis távolságok városa” elv szerinti alakítása, hogy minél inkább a motorizált közlekedést mellőző mobilitásra épüljön a város. A napi gyakorlat viszont az, hogy a fővárosban sorra épültek és épülnek az autóforgalmat vonzó létesít-



mények, a közösségi közlekedési kapcsolat nélküli monofunkciós lakóparkok, az autóra szervezett mallok, bevásárlóközpontok, és a területszerkezet alakulásában sem csökken az autóhasználatot növelő szétterülés.

Az autóforgalmat nem az autós infrastruktúra gerjeszti, hanem a koordinálatlan település- és ingatlanfejlesztés, tehát a

bemeneti tényezők. A számos negatív folyamatból kiemelve példaként ott a XIII. kerületi Marina part térsége, a XI. kerületi Budafoki út–Szerémi út zóna elképesztő mértékű, közlekedés nélküli ingatlanfejlesztése, és elég délutánonként vagy hétvégén kilátogatni a budaörsi Tesco–Auchan–IKEA–Decathlon-zónába, példázatot véve az autómentesség rövid távú esélye-



buszközlekedést is – az utcán állnak, mert az ingyenes, és így nem vesz el területet a magánkertből.)

Hogy a folyamatnak nem a végén, hanem benne vagyunk, arra figyelmeztetnek a Budapestre ható tervezett vagy folyamatban levő országos közúthálózati hálózatfejlesztések is. A *Mérnök Újság* 2024. októberi számában „Aránytalanságok az M0 körgyűrűn” címmel megjelent írás egyfelől felhívta a figyelmet arra az aránytalanságra, hogy Budapesten, az Árpád híd átadása, 1950 óta eltelt 75 évben egyetlen új keresztmetszetben épült közúti dunai átkelő (Rákóczi híd) és az M0–Pentele híd közötti 52 kilométeres, sűrű agglomerációs zónát befogadó szakaszon sincs köztes átkelő, ezzel szemben a folyó Dunaújváros–Mohács közötti 114 kilométeres szakaszon az elmúlt 25 évben megépült (illetve épül) négy Duna-híd, ezzel – a korábbiól meglévő két híddal együtt – e szakaszon 19 kilométerenként van Duna-híd úgy, hogy egyetlen híddal sem kapcsolódik országos főhálózat. Másfelől, mert kapcsolódó főhálózat híján a déli hidak az M0 déli szakaszának minden elvi határt átlépő – a regionális és tranzitforgalmat egyesítő – forgalmi terhelésén nem segítenek, és mert az M0 heti gyakoriságú forgalmi krízisét eredményező helyzetét az M1 autópálya 2×3 sávra bővítése (érkező kapacitások bővítésével) várhatóan drámai mértékben növeli, Budapestet érő járulékos forgalmi hatásként várható a gyakori forgalmi torlódások miatt városi főhálózatra átáramló többletforgalom, mint történik ez ma is hasonló esetekben. E várható krízis elkerülhető lett volna, ha – mint az említett cikk javasolta – az M1 Komárom–Budapest szakaszának bővítése előtt épül meg a tervekben szereplő M200–M8 gyorsforgalmi út, levéve a tranzitforgalom 60–70%-át az M1 belső szakaszáról, és alapvetően mentesítve e forgalmi teher alól az M0 körgyűrűt. A várható krízis időszaka a jövőben csökkenthető lenne, ha mielőbb megépülne e fontos, az egész ország fejlődése szempontjából nagy jelentőségű M200–M8 mentesítő út.

Mint a hivatkozott cikk is rámutatott, az országos hálózatfejlesztések hatására még kritikusabb helyzet állhat elő a délinél szűkebb fővárosi hálózattal rendelkező északi szektorban. Ott a tervek szerint megépül az M10 gyorsforgalmi út, forgalmát Óbuda érzékeny térségébe zúdítva, és megépül az M2 folytatása Szlovákia irá-

nyába, egyfajta közép-európai észak-déli tengely részeként. Elég csupán a térképre tekinteni annak belátására, hogy e gyorsforgalmi utakról érkező tranzitforgalom és a főváros déli térségeibe irányuló forgalom nem a közel 80 kilométeres, amúgy is zsúfolt M0 keleti–déli szektor kerülőt választja, hanem inkább a főváros úthálózataán való átkelést (dunai rakpartokon, Hungária-gyűrűn...).

A nem áthaladó, hanem a fővárosba irányuló forgalom indokolt eszközváltását pedig az eszközváltó infrastruktúra kirívó hiányosságai akadályozzák. Budapest elemi érdeke lenne egyfelől az M100 gyorsforgalmi út mielőbbi, M6-hoz is kapcsolódó, az M1 és M7-autópályákkal csomópontot alkotó, nemzetközi tranzitforgalmat is vezető megépítése az M2 és az M10 ilyen jellegű funkcióinak átvételére, másfelől az M0 északi és nyugati szektorának megépítése a főváros védelmére, elsősorban a Duna jobb parti szűk – világörökségi területet érintő – hálózatának mentesítésére.

A közlekedéssel foglalkozó szakmai és civil szereplőknek, valamint a döntéshozatalnak elsősorban a fent vázolt és hasonló, a forgalmi terheket okozó BEMENETI tényezőkkel kell érdemben foglalkozni és itt a megoldásokat keresni, mert e beavatkozási mező hatásosabb és hatékonyabb, mint csupán a KIMENETET, a már meglévő forgalmat lokális beavatkozásokkal inkább ide-oda pakolni, mint érdemben korlátozni.

A közlekedés lehetséges stratégiai alapjai Budapesten

Biztosan állítható, hogy az automatizálást és ebből eredő precizitást igénylő új közlekedési technológiák nem építhetők rá szervezetlen, kialakulatlan irányítói, működtetői, intézményi háttérre, és szerkezetihiányos, leromlott, a rendszerintegrációt nélkülöző infrastruktúrákra. Az előttünk álló, digitalizációs és robottechnológiák jelentette új technológiai minőséghez fel kell nőniük az ezeket hordozó hálózati infrastruktúráknak és irányító mechanizmusoknak. E mechanizmusokban nincsenek fenn tartható, a közlekedés kultúráját tartósan javító megoldások város és mobilitásának egészében gondolkodó, komplex szemlélet nélkül. Az élezhető város fogalmának szűkítése a „kerékpár OK, autó NO” jövőképre az egybites, leegyszerűsített üzenetek idézett kategóriája. Az életteli, való világ váro-

sában az ember és mind korszerűbb eszköze egymást toleráló, környezeti adottságaiban és mobilitási motivációjában differenciált, kooperatív térhasználatra vezethet az elérhető város ideájának irányába.

Várospolitikai cél kell, legyen az egyik legfontosabb urbanisztikai erő, a kompaktág elvének és gyakorlatának, térségenként más-más más tartalommal megtöltött érvényesítése. A kompaktág egyfajta kívánatos tér- és közlekedésszerkezeti forma gyűjtő szava. Fő értelmezésében a funkciók és tevékenységek térbeli sűrűsödésének, komplexitásának igényét fogalmazza meg, amelynek eredményeként a gazdasági és individuális interakciók nagyobb hatékonysággal, kisebb holtidővel hajthatók végre.

Budapest léptékű nagyvárosokat formáló külső hatások, mint például a globális gazdasági erők, multinacionális kereskedelmi láncok, és tőkeerős ingatlanfejlesztők, várost építő kedvező „beültetéseket” épp úgy indukálhatnak, mint ahogy ejthetnek alig kezelhető sebeket a város szerkezeti és interakciós folyamataiban. E külső hatások elleni vértet és befogadó alkalmasságot az érkező külső hatások városérdekű transzformációjára alkalmas eszközrendszer megléte teremtheti meg, amelynek legfontosabb elemei:

- a tudatos, távlatos várospolitikai és annak intézményesítése,
- a várospolitikát érvényesítő szabályozórendszer,
- a fejlesztői szándékokat a várospolitikai céljaiba integráló városmenedzsment,
- a fejlesztőket orientáló, telepítéseiket városi célok érdekében szervező közlekedésfejlesztés.

Budapest fejlesztési stratégiájában ma még kihasználatlan adottságok az integrált közlekedési csatornák. A fővárosban és térségében 11 vasúti-közúti kapcsolatot hordozó közlekedési csatorna/folyosó biztosítja a város makro-mezo és mikroszintű kapcsolatait. E 11 folyosó területszerkezeti, közlekedéshálózati, népesség összetételi adottságai mások és mások, de e jellemzők feltárásával, valamint az érintett közlekedők utazási szokásainak feltárásával, meghatározható az eszközrendszer, amelyekkel egyfelől az utazások jelentős része transzformálható a kívánatos utazási mód (forma) irányába, másfelől meghatározható a terület- és közlekedésfejlesztés összhangját megteremtő, a decentralizált

”A budapesti fejpályaudvarok állapota és Kelenföld utaskomfortja kritikán aluli.

koncentráció elvét követő ingatlanfejlesztési irány. A kötőtpályás közlekedési tengelyek, városkapuk és intermodális kapcsolati pontok rendszerbe szervezésével, a közlekedési csatorna a fejlesztési fókuszok egyfajta koncentrációja lehet.

A csatorna és tágabb vonzáskörzete egy komplex utazási lánc súlyponti elemeként megvalósítja a különböző közlekedési módok varratmentes kapcsolódását, az ebből eredő vonzerővel pedig jelentős tömegű utasáramlást – potenciális klienstömeget – koncentrált befektetői, fejlesztői aktorok érdeklődésének felkeltéséhez.

A városrégiót átszövő városi és regionális vasúti, gyorsvasúti rendszerek képesek a leginkább megbízhatóan és kiszámíthatóan, a legnagyobb komforttal és kapacitással, emellett a legkisebb energiafelhasználással megfelelni a modern kor kapcsolati igényeinek. A kötőtpálya, azon belül különösen a városrégiót átszövő városi és regionális vasúti- gyorsvasúti rendszerek képesek orientálni a városfejlesztést a kívánatos sűrítés, illetve a közösségi közlekedésre szervezett területfejlesztés irányába. A kötőtpályás vonalak kiemelt kapcsolati pontjai a közlekedési rendszer azon intermodális csomópontjai, amelyek egyrészt, mint a városszerkezet fókuszpontjai és „jó helyei” városfejlesztő erővel bírnak, másrészt szervezik egy-egy adott térség mobilitási folyamatait, harmadrészt átmenetet képeznek a rendszer állandó, stabilitást nyújtó elemei (a kötőtpálya és csomópontja), valamint az igények alakulását rugalmasan követni képes változó elemei (a ráhordó vonalak és eszközök) között.

Fenti átfogó stratégiai célok érvényesítéséhez a főváros ma nem rendelkezik kellő hatásköri, intézményi, finanszírozási, infrastrukturális eszközrendszerrel. Csupán az utóbbi hiányt, az infrastruktúrát kiemelve, a közösségi közlekedés hiányosságainak platformján, Budapest metróhálózatának hossza mindössze 39,5 km (ebből az elmúlt negyedszázadban csupán, 7,4 km vonal épült /M4/), a HÉV és MILLFAV járművek életkora 49 év, a villamosjárműveké 37 év, a csökkenő szolgáltatásminőség miatt a HÉV vonalak utasforgalma az utóbbi évtizedekben 40%-kal csökkent. (München metróhálózatának hossza 103 km, Bécsé 81 km, Prágáé 66 km, Stockholmé 101 km, Berliné 152 km.) Az 1-es villamos vonala az 1984-es kezdéstől 40 év alatt (!) épült ki, ezen túl, kisebb vonal öz-

szekítések mellett új villamosvonal nem épült (Bécs, Prága összvillamosvonalai hosszabbak).

Nem kell különösebben indokolni azt sem, hogy a nagyvárosok versenyében a jó és megbízható elérhetőségnek mekkora szerepe van. A budapesti fejpályaudvarok állapota és Kelenföld utaskomfortja kritikán aluli, a Liszt Ferenc repülőtér városi kapcsolata rangon aluli és megbízhatatlan, a fővárosba vezető, növekvő kapacitású és forgalmú autópályák forgalmának város- és környezetbarát közlekedésre váltását segítő eszközváltó infrastruktúra mennyisége és minősége elégtelen.

Széttekintve Európa nagyvárosain, a jó városi gyakorlatok alátámasztják a közlekedés városszervezésben betöltött átfogó, központi szerepét. E szerepvállalásban a közlekedési módok közötti – mobilitási igényekhez és területi jelleghez igazított – helyes arányosság megteremtése kiemelt feladat. A helyes arányosságon belül viszont, valamennyi közlekedési mód eszközrendszerének terület- szerepkör- és környezeti szempontok szerint differenciált fejlesztése nélkül, nincs fenntarthatóság. Sűrű, urbanus térségekben a fenntartható közlekedés bázisát a magas minőségű közösségi közlekedés kell, képezze, kiegészítve a nem motorizált mobilitási formákkal. Ugyanakkor – a realitások talaján maradvá – laza térségekben elkerülhetetlen szabályozott teret engedni a környezeti elvárásokat toleráló autónak is úgy, hogy e laza térségekbe kivezetett markáns kötőtpályás gerincvonalak állomásaira kiterjedt ráhordó rendszerek megteremtik a sűrű térségek felé utazások eszközváltásának minőségi feltételeit.

A közlekedés kapcsolati pontjai, pályaudvarai és intermodális csomópontjai az európai gyakorlatban ma már a városi élet kitüntetett helyszínei, kohéziót erősítő, közösségi terei, találkozási pontjai.

Budapesten még reménytelen jövő?

Európa fővárosai és nagyvárosai a múltban és a jelenben is elképesztő léptékű közlekedésfejlesztési aktivitással készülnek a jövő várható kihívásaira. Remélhetően Budapest esetén sem lesz sokáig kimondha-

tó, hogy a közlekedés és város integrációjában, valamint a közlekedési eszköztár korigények szerinti alakításában mindaz, ami a sikeres európai városok gyakorlatában már túlhaladtott jelen, Budapesten ma még reménytelen jövő.

A történelmi távlatokban létező város költséges közlekedésfejlesztéseinek megítélésekor, a ma világának időkénszerűségében és a „most azonnal” szorításában ugyanakkor elkerülhetetlen a válasz a kérdésre: mely fejlesztések bírják az állandóság kritériumát és mely fejlesztéseket kell a gyors életviteli, kapcsolati, mobilitási változások követelte rugalmasság szerint alakítani? E kérdés válasz nélkülisége, az egyik oka a városi közlekedésfejlesztés bénultságának. És mert a város-organizmusok érrendszerének szerepét betöltő közlekedési hálózatok szerkezeti összefüggéseikben lassan változnak, kiegyensúlyozott fejlesztésük pedig hosszabb távú, építkező folyamat, a ma mérnökének elidegeníthetetlen felelőssége összhang/átjárhatóság teremtése a jelen kényszerei és a távlat céljai, igényei között.

Az egyre inkább politikai impulzusokra, mítoszokra és konteókra épülő világunkban a hivatása lényegétél fogva realitások talaján álló, valós jövőt építő mérnökségnek, illetve kiemelten a mérnökség szervezeteinek nagy a felelőssége. E felelősséggel a társadalom felé élni és elszámolni csak hitelességgel alapozott múlt, jelen, jövő alapján lehet. A jövő talán a közlekedési szakma beleszólási lehetőségének is új kaput nyit, a szakma talán hatékonyabban léphet túl a projektmegvalósító szerepen, a jövő talán megkíméli a mérnökséget olyan rákényszerített azonosulásoktól, mint a fentebb említettek, vagy a hibás nyomvonalon megépített kínai vasút, vagy az M0 nyugati szektor nyomvonalának hibás korrekciója, vagy a gyorsforgalmi utak esetenként sajátos érdekek, szempontok szerinti építési, felújítási módok.

IRODALOM

Molnár László Árpád: A színe és a fonákja. Városi közlekedés, 2025/1.
Molnár László Árpád: A jövő kutatás-alapú analitikus tervezés. Városi közlekedés, 2025/2.

Mérnöki eszköztár a munkahelyi kockázatcsökkentés új paradigmájában

A munkavédelmi mérnöki gyakorlat az elmúlt évtizedekben elsősorban reaktív logikát követett: a bekövetkezett balesetek vizsgálatából levont következtetések, szabályozási megfelelés és időszakos kockázatértékelés alkotta az eszköztár gerincét. Ez a megközelítés sok fejlett ipari gazdaságban elérte hatékonyságának korlátait – a hagyományos beavatkozási módszerek önmagukban már nem képesek szignifikáns további javulást elérni ott, ahol a megelőzés alapjai kiépültek.

Dr. Zákányiné dr. Mészáros Renáta,
dr. Zákányi Balázs Zsolt

A mérnöki paradigmaváltás szükségessége

A Nemzetközi Munkaügyi Szervezet (ILO – International Labour Organization) 2024-es World Safety Report adata szerint évente 2,78 millió ember veszíti életét munkabalesetek és foglalkozási betegségek következtében. Az Európai Unió Vision Zero stratégiája 2030-ra a halálos balesetek 50%-os csökkentését tűzi ki, és ehhez explicit elvárásként fogalmazza meg a digitális technológiák kockázatkezelési rendszerekbe integrálását.



A munkavédelmi rendszerszemlélet négy fejlődési szintet különböztet meg:

- Reaktív szint: balesetek utólagos elemzése, kárrendezés, megfelelési reakció.
- Proaktív szint: kockázatértékelés, megelőző beavatkozások, időszakos felülvizsgálat.
- Prediktív szint: valós idejű adatelemzés, mesterséges intelligencia (MI) alapú kockázat-előrejelzés, folyamatos monitoring.
- Safety by Design szint: munkavédelmi szempontok integrálása már a tervezési fázisba – a biztonság nem utólagos kiegészítés, hanem a rendszer tulajdonsága.

A digitális forradalom és az ipar 4.0 fejleményei éppen ezt az utóbbi két szintet teszik elérhetővé. Mindezen túl az ipar 5.0 fő törekvései (emberközpontúság, fenntarthatóság, reziliencia) és az EU szabályozási menetrend egyértelműen jelzi az irányt. A 2024/1689/EU rendelet a mesterséges intelligenciáról (AI Act) lépcsőzetesen válik alkalmazandóvá – a tiltott MI-gyakorlatok 2025. február 2. óta hatályosak, a magas kockázatú rendszerekre vonatkozó teljes megfelelési kötelezettség 2026. augusztus 2-től; e kategóriába a munkavédelmi monitoring alkalmazások

egy része is beletartozhat. A 2023/1230/EU Géprendelet 2027. január 20-án válik teljes egészében alkalmazandóvá, és új biztonsági követelményeket határoz meg az emberi-gépi együttműködésre. A tervezett pszichoszociális kockázati irányelv 2027-re kötelező megelőzési tervek írását elő. Mindez azt jelenti, hogy a digitalizáció a munkavédelemben nem opcionális, hanem a jövőbeli szabályozási megfelelés alapfeltétele lehet.

A munkavédelmi technológiai eszköztár – nyolc kulcsterület

Mesterséges intelligencia és digitális monitoring – Az MI munkavédelmi alkalmazása három jól elkülöníthető mérnöki funkcióterületen valósul meg. Az első a computer vision (gépi látás) alapú egyéni védőeszköz (EVE) ellenőrzés: IP-kamerarendszerből, valós időben azonosítja a védőeszközök jelenlétét vagy hiányát, és automatikus riasztást generál eltérés esetén – emberi felügyelő bevonása nélkül, folyamatosan.

A második az ergonómiai terhelésertékelés automatizálása. A hagyományos RULA (Rapid Upper Limb Assessment – a felső

végtag terhelésének gyors értékelési módszere), NIOSH (az amerikai Nemzeti Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Intézet emelési egyenlete) és OWAS (Ovako Working Posture Analysis System – munkavégzési testtartások elemzési rendszere) módszereket mérnökök korábban manuálisan alkalmazták; az MI-alapú rendszerek videófelvételből, automatikusan, valós időben számítják ezeket a mutatókat, és azonnal jelzik a határértékek túllépését. A PERCLOS-mutató (Percentage of Eye Closure – a szemhéjzárás aránya) fáradtságdetektáláshoz, a szívritmus-variabilitás (HRV – Heart Rate Variability) és az elektromiográfia (EMG – a harántcsíkolt izmok elektromos aktivitásának mérése) élettani terhelés-monitoringhoz alkalmazható.

A harmadik funkció a prediktív kockázatelemzés: gépi tanulási modellek táplálják be a múltbeli baleseti, karbantartási és expozíciós adatokat, és a kockázatnövekedés valószínűségét napokkal, hetekkel előre becsülik – szemben a hagyományos, utólagos balesetelemzéssel. Ez a szemléltetváltás lényege: nem reagálni a bajra, hanem előre jelezni és megelőzni.

Lényeges korlát: az MI mintázatokat ismer fel, de a teljes kontextust nem értelmezi. Hibás vagy hiányos adatok hibás következtetésekhez vezetnek; ritka vagy új típusú eseményeknél a megbízhatóság korlátozott. Az automatizált rendszerek iránti túlzott bizalom hamis biztonságérzetet kelt. A munkavédelmi mérnök szerepe ezért nem csökken, hanem átalakul: az MI-előrejelzések validálása, az algoritmusok auditja és a szimulációk értékelése lesz a fő feladat.

Exoskeletetek – biomechanikai terheléscsökkentés – A vázizomzati megbetegedések (MSD – Musculoskeletal Disorders) az összes felszínre kerülő foglalkozási megbetegedés közel 40%-át adják; az exoskeletetek közvetlen mérnöki választ adnak erre a terhelésre. Az eszközkategória négy fejlettségi szinten értelmezhető. *fenti táblázat*

A Sarcos Technology 18 hónapos randomizált vizsgálata 37–47%-os MSD-kockázatsökkentést mutatott ki passzív exoskeleton alkalmazásával. Mérnöki szempontból kiemelendő, hogy a testtartási és mozgásadatok – amelyeket az exoskeleton érzékelői folyamatosan rögzítenek – a fentebb leírt MI-alapú ergonómiai elemzés bemeneti adatait is képezhetik, megalapozva az integrált rendszerszem-

Kategória	Működési elv	Tipikus alkalmazás
Passzív exoskeleton	Rugók, merev szerkezet – energiatárolás és -visszaadás	Derék és váll tehermentesítése
Puha/textil exoskeleton	Rugalmas anyagok, fonalakturzor	Karbantartási, összeszerelési feladatok
Aktív, szervomotoros	Elektromos meghajtás, szenzorfeedback	Nehéz fizikai logisztika, gyártósorok
MI-natív exoskeleton	Gépi tanulás alapú mozgásvezérlés, adaptív segítés	Változó terhelésű komplex feladatok

léletet. A 2023/1230/EU géprendelet és az ISO/TS 15066:2016 (az ember-robot együttműködés biztonsági technikai specifikációja) szerinti megfelelési dokumentáció 2027. január 20-tól kötelező lesz.

Viselhető biometrikus szenzorok – A viselhető (wearable) szenzortechnológia négy mérési dimenzióban biztosít valós idejű munkavédelmi adatot, amelyek együttesen az egyéni kockázati profil folyamatos nyomon követését teszik lehetővé:

- Biomechanikai dimenzió: IMU (inerciális mérőegység – gyorsulásmérő és giroszkóp kombinációja) szenzorok testtartás- és mozgáselemzése, automatizált RULA/NIOSH/OWAS számítással valós időben.
- Élettani dimenzió: HRV a stressz és fáradtság korai jelzéséhez; PERCLOS a szemhéjzárás alapú fáradtságmonitoringhoz; EEG (elektroenkefalográfia – az agyi elektromos aktivitás mérése) a mentális terhelés értékeléséhez.
- Környezeti dimenzió: integrált gáz- és vegyianyag-érzékelők – szén-monoxid (CO), kén-hidrogén (H₂S), illékony szerves vegyületek (VOC – Volatile Organic Compounds) –, zajszint, vibráció, hőmérséklet és ultrabolya (UV) sugárzás mérése.
- Helyzeti és vészjelzési dimenzió: GPS (globális helymeghatározó rendszer) és UWB (ultra széles sávú rádiótechnológián alapuló) belső helymeghatározás, közelségérzékelő veszélyes gépek detektálásához, esés-detektor és manuális vészjelző gomb.

A wearable biometria igazi értéke az adatok kombinálásában rejlik: az élettani és biomechanikai jelek együttes értelmezése olyan összefüggéseket tár fel – pl. fáradtság-indukált testtartásromlás –, amelyeket egyetlen szenzortípus önmagában nem képes azonosítani. Ugyanakkor a biometrikus adatgyűjtés az általános adatvédelmi rendelet (GDPR – General Data Protection Regulation, (EU) 2016/679 rendelet) és a munkavédelemről szóló 1993. évi XCIII. törvény (Mvt.) között feszültséget teremthet: a biometrikus adat különleges személyes adatnak minősül, amelynek

munkáltatói feldolgozásához önkéntes hozzájárulás vagy más egyértelmű jogalap szükséges – a munkaviszony egyenlőtlen erőviszonyai között az önkéntesség valódisága erősen vitatható.

Pszichoszociális kockázatok és technostressz

– A pszichoszociális kockázatok kezelése az Mvt. 54. §-a alapján jelenleg is kötelező, mégis a kis- és középvállalkozások (kkv-k) jelentős része nem végez pszichoszociális kockázatértékelést. A digitális munkakörnyezet terjedésével új kockázati mechanizmusok jelentek meg, amelyek mérnöki rendszerszemléletű azonosítást igényelnek:

- Technostressz: a digitális rendszerek folyamatos változásából, megbízhatatlanságából vagy túlbonyolultságából fakadó krónikus stresszállapot.
- Algoritmus-menedzsment: kulcsteljesítmény-mutatókkal (KPI – Key Performance Indicator) vezérelt automatizált felügyelet, amely a munkavállalói autonómiát és mozgásteret szűkíti.
- Digitális kiégés: a folyamatos elérhetőség kényszerszerű és a munkaidő-magánélet határainak elmosódása által okozott burnout.
- Kognitív túlterhelés: párhuzamos digitális feladatok, riasztásáradat és információs túlterhelés következtében kialakult koncentrációromlás és hibakockázat-növekedés.

E kockázatok kezelésére technológiai és szervezeti eszközök egyaránt rendelkezésre állnak: HRV-alapú stresszmonitoring, wellbeing platformok, munkavállalói segítségnyújtási programok (EAP – Employee Assistance Program), rugalmas munkaidő és a szervezeti autonómia növelése. Az EU 2027-re tervezi a pszichoszociális kockázati irányelv bevezetését, amely kötelező megelőzési terveket fog előírni.

IoT-szenzorhálózatok és digitális iker

– Az ipari IoT (internet of things – ipari tárgyak internete) alapú szenzorhálózat a gépek, berendezések és munkakörnyezet folyamatos, valós idejű paraméterezését valósítja meg: hőmérséklet, rezgés,

gázkoncentráció, zajszint és páratartalom mérésével olyan állapotter jön létre, amelyből a meghibásodás előfutár jelei kiszűrhetők. A prediktív karbantartás – ellentétben az időalapú preventív karbantartással – tényleges állapotadatok alapján, 2-4 héttel előre jelzi a kritikus meghibásodásokat, ezzel csökkentve a gépek közelében keletkező baleseti expozíciót.

A digitális iker (Digital Twin) a fizikai gyár vagy folyamat virtuális mása, amelyen baleseti forgatókönyvek kockázat nélkül szimulálhatók, mielőtt egy technológiai változtatást bevezetnének. Ez alapvetően új lehetőséget nyit a Safety by Design megközelítés számára: a biztonsági funkciók hatékonysága már a tervezési fázisban modellezhető és optimalizálható. Az Mvt. 2025. január 1-jétől hatályos módosítása a digitális gépnaplót és az elektronikus munkavédelmi nyilvántartást jogilag elfogadja, ami az IoT-alapú üzemeltetési dokumentáció intézményi legitimációját jelenti.

Integrációs lehetőség: az IoT-szenzorok és a wearable eszközök adatainak összekapcsolása lehetővé teszi, hogy a munkakörnyezet állapota és a munkavállaló fiziológiai jelei egyszerre kerüljenek értékelésre – pl. a gépkörüli rezgésnövekedés és a munkavállalói fáradtság együttes kockázati hatásának modellezése.

VR/AR-alapú képzés és szimuláció – A virtuális valóság (VR – Virtual Reality) és kiterjesztett valóság (AR – Augmented Reality) alapú képzés empirikusan igazolt hatékonysági előnyöket kínál a hagyományos módszerekhez képest. A PwC 2023-as globális vizsgálata (15 000 résztvevővel) 275%-kal magasabb tudásmegtartást mért tantermi képzéshez képest, és veszélyes munkakörnyezetekben 40%-kal rövidebb betanulási időt dokumentált.

Mérnöki szempontból a VR/AR képzés legnagyobb előnye, hogy a munkavállalók kockázat nélkül tapasztalhatják meg a veszélyes szituációkat: tűzoltási beavatkozás, vegyi anyag-baleset-elhárítás, magasban végzett munka, elektromos ívfényveszély, komplex gépleállítási eljárások. A hibakövetkezmény valószínű, de tényleges kár nem keletkezik. Az MI-alapú adaptív VR-képzés nem játékos karaktereket (NPC – Non-Player Character) alkalmaz, amelyek a résztvevő döntéseire reagálnak; a szituációk dinamikusan változnak, és viselkedés-alapú értékelés – döntések, reak-

cióidő, hibázási mintázatok – egészíti ki a hagyományos tudástesztet.

Az AR-technológia az élő munkakörnyezetben nyújt segítséget: a szerelési vagy karbantartási lépések valós időben, a látómezőbe vetítve jelennek meg, csökkentve a dokumentáció nélküli végzett, emlékezetből végrehajtott beavatkozások kockázatát.

Kobotok – kollaboratív robotok – A kobotok (collaborative robots – együttműködő robotok) az emberrel közvetlen fizikai érintkezésre tervezett automatizálási rendszerek, amelyek alapvetően különböznek a hagyományos ipari robotoktól: nem biztonsági ketrecbe zárva, hanem az ember közvetlen közelében működnek. Mérnöki biztonsági jellemzőik:

– Erőkorlátozás: az ISO/TS 15066:2016 (az emberi-robot együttműködés biztonsági technikai specifikációja) szerint az ütközési erő és nyomás testrészenként meghatározott határértékek alatt kell maradjon, amelyek automatikus leállást váltanak ki érintkezéskor.

” A kis- és középvállalkozások jelentős része nem végez pszichoszociális kockázatértékelést.

– Közelségérzékelő alapú sebességcsökkentés: a munkavállaló közeledésekor a kobot automatikusan lassít, majd szükség esetén megáll.

– Bemutatáson alapuló programozás (teach-in): a mérnök kézzel vezeti végig a robotot a kívánt mozgáspályán, amelyet az eszköz eltávolít, speciális programozói háttér nélkül.

A kobot és a munkavállaló közötti feladatmegosztás tervezése mérnöki kockázatelemzést igényel: melyek azok a műveleti elemek, amelyeket a kobot átvehet az ismétlődő, nehéz fizikai vagy monoton terhelést jelentő feladatok közül, és melyek igényelnek emberi ítéletképességet, érzékelést és rugalmasságot. A 2023/1230/EU Géprendelet 2027. január 20-i teljes alkalmazásával az ember-robot együttműködési kockázatértékelés és a megfelelőségi dokumentáció kötelezővé válhat.

Klímaadaptáció és hőterhelés-monitoring

– A klímaváltozás közvetlen munkavédelmi következményei egyre sürgetőbb mérnöki választ igényelnek. A 35 °C feletti hőmérsékleten, szabadban végzett munkánál

a hőség – a legveszélyesebb hőterhelési kórkép – kockázata exponenciálisan nő. A 3/2002. (II. 8.) SzCsM-EüM rendelet (a munkahelyek munkavédelmi követelményeinek minimális szintjéről) zárt munkahelyeken korrigált effektív hőmérséklet (KEH) határértékeket ír elő a munka nehézségi fokának függvényében; ezek az aktuális éghajlati eltéréseket figyelembe véve felülvizsgálatra szorulnak. Az EU 2027-re tervezte a hőstressz-irányelv bevezetését.

A hőterhelés mérnöki értékelésének alapmutatója a WBGT (Wet Bulb Globe Temperature – nedves gömb hőmérséklet index), amely a léghőmérséklet, a páratartalom, a sugárzó hő és a légmozgás kombinált hatását fejezi ki, lényegesen pontosabb képet adva a tényleges terhelésről, mint a pusztán léghőmérséklet. A WBGT-állomások valós idejű adatai IoT-hálózaton továbbíthatók, és a termelésütemező rendszerbe integrálva automatikusan triggerelhetnek megelőző beavatkozásokat (pl. nehéz fizikai munka délelőtti időzítése, kötelező pihenőidők beiktatása). Hord-

ható maghőmérséklet-szenzorok a hőségutak korai – tünetmentes – stádiumában adnak jelzést, lehetővé téve az időben elvégzett hűtő beavatkozást.

Integrált munkavédelmi ökoszisztéma

A munkavédelmi digitalizáció valódi mérnöki értéke nem az egyes technológiák önálló alkalmazásában rejlik, hanem azok integrált adatfolyam-architektúrájában. Ebben a tekintetben alapvetően öt funkcionális réteg különíthető el:

– Adatgyűjtési réteg: IoT-szenzorok + wearable biometria + computer vision → strukturált, időbélyegzett adatfolyam.

– Adatfeldolgozási réteg: adattisztítás, normálás, szinkronizálás, GDPR-kompatibilis anonimizálás.

– Elemző és modellező réteg: MI-alapú mintázatfelismerés, kockázatonövekedésbecslés, anomáliadetektálás.

– Döntéshozzájárulási réteg: megelőző beavatkozási javaslatok, riasztások, digitális iker-szimulációk.

– Fizikai beavatkozási réteg: exoskeletok, kobotok, smart fűtési-szellőzési-légkondi-

cionálási rendszerek, evakuációs útvonaltervezés.

Az integráció egyik paradigmaticus példája a kobotok és a viselhető biometria összekapcsolása: a munkavállaló HRV-alapú fáradtságszintje befolyásolhatja a kobot által vállalt terhelés arányát – nagyobb fáradtságnál a kobot automatikusan nagyobb részt vesz át a fizikai munkából. Hasonlóan, a WBGT-adatok és a wearable maghőmérséklet-szenzorok kombinációja személyre szabott hőterhelési riasztási küszöbértékeket tesz lehetővé, figyelembe véve az egyéni fiziológiai eltéréseket.

A szenzorok önmagukban nem elegendők: a kockázatok értelmezéséhez és előrejelzéséhez feldolgozás és modellezés szükséges, a végső döntés és a felelősség pedig minden esetben emberi marad. A munkavédelmi mérnöki szakma feladata ezért a jövőben az MI-előrejelzések validálása, az algoritmusok auditja, a digitális iker szimulációk értékelése és az interdiszciplináris – IT-, termelési és jogi – együttműködés koordinálása is lehet.

Megvalósítási akadályok és mérnöki ajánlások

A technológiai ígéret és a tényleges implementáció között azonosítható három fő akadálykategória:

– *Jogi és adatvédelmi bizonytalanság.* A GDPR és a Mvt. közötti feszültség a biometrikus monitoring jogalapját illetően rendezetlen: a munkáltatói monitoring-érdek és a munkavállalói személyes adatok védelme között egyértelmű jogi keretrendszerre van szükség, különösen a wearable és computer vision rendszerek esetén.

– *A digitális kompetencia hiánya.* A munkavédelmi mérnöki szakma számára az MI-rendszerek értelmezése, adatértékelési készségek és kiberbiztonsági alapismeretek új kompetenciaterületeket jelentenek. A Magyar Mérnöki Kamara kötelező ötéves szakmai továbbképzési ciklusának tartalma ebben az irányban megoldást kínálhat.

– *Szervezeti ellenállás.* Az Eurobarometer 2024-es adatai szerint a munkavállalók 68%-a bizalmatlan az MI-monitoring iránt. A bevezetés sikere ezért nem pusztán mérnöki, hanem szervezeti és kommunikációs feladat is: a munkavállalók bevonása, a monitoring céljának és adathasználatának átlátható kommunikálása kulcsfontosságú.

Az ajánlott megközelítés fokozatos és rendszerszemléletű. Első lépésként az

Biztonsági hatások – összesítő

Az egyes technológiák dokumentált munkavédelmi hatásai az irodalom alapján:

Technológia	Elsődleges munkavédelmi hatás	Kulcsmutató
MI/computer vision	EVE-hiány azonnali detektálása, ergonómiai kockázat valós idejű értékelése	25–35% sérüléscsökkenés
Exoskeleton (passzív)	MSD-kockázat csökkentése ismétlődő emelési és tartó feladatoknál	37–47% MSD-kockázatszkökkenés
Wearable biometria	Fáradtság, hőterhelés, vegyianyag-expozíció egyéni szintű monitoringja	Korai beavatkozás lehetősége
IoT + digitális iker	Meghibásodás-előrejelzés, gép körüli baleseti expozíció csökkentése	2–4 hetes előrejelzési ablak
VR/AR képzés	Veszélyes szituációk kockázatmentes begyakorlása, tudásmegtartás javítása	275% magasabb tudásmegtartás
Kobotok	Ismétlődő, nehéz fizikai feladatok átvétele, ütközési kockázat minimalizálása	Max. 150 N ütközési erő (ISO/TS 15066)
WBGT-monitoring	Hőguta korai jelzése, személyre szabott terhelési küszöbök	Tünetmentes stádiumban riaszt

adatgyűjtési infrastruktúra kiépítése javasolt – IoT-szenzorok és wearable eszközök –, amelyek önmagukban is azonnali munkavédelmi értéket teremtenek. Második lépésként az összegyűlt adatok MI-alapú elemzése következhet, amely a prediktív kockázatmenedzsment alapját adja. A digitális iker és a VR/AR képzési rendszer a fejlettebb integrációs szintet képviseli. Ez a lépcsőzetes megközelítés lehetővé teszi, hogy a szervezet párhuzamosan építse ki a technikai és a humán kompetenciákat.

Összefoglalás

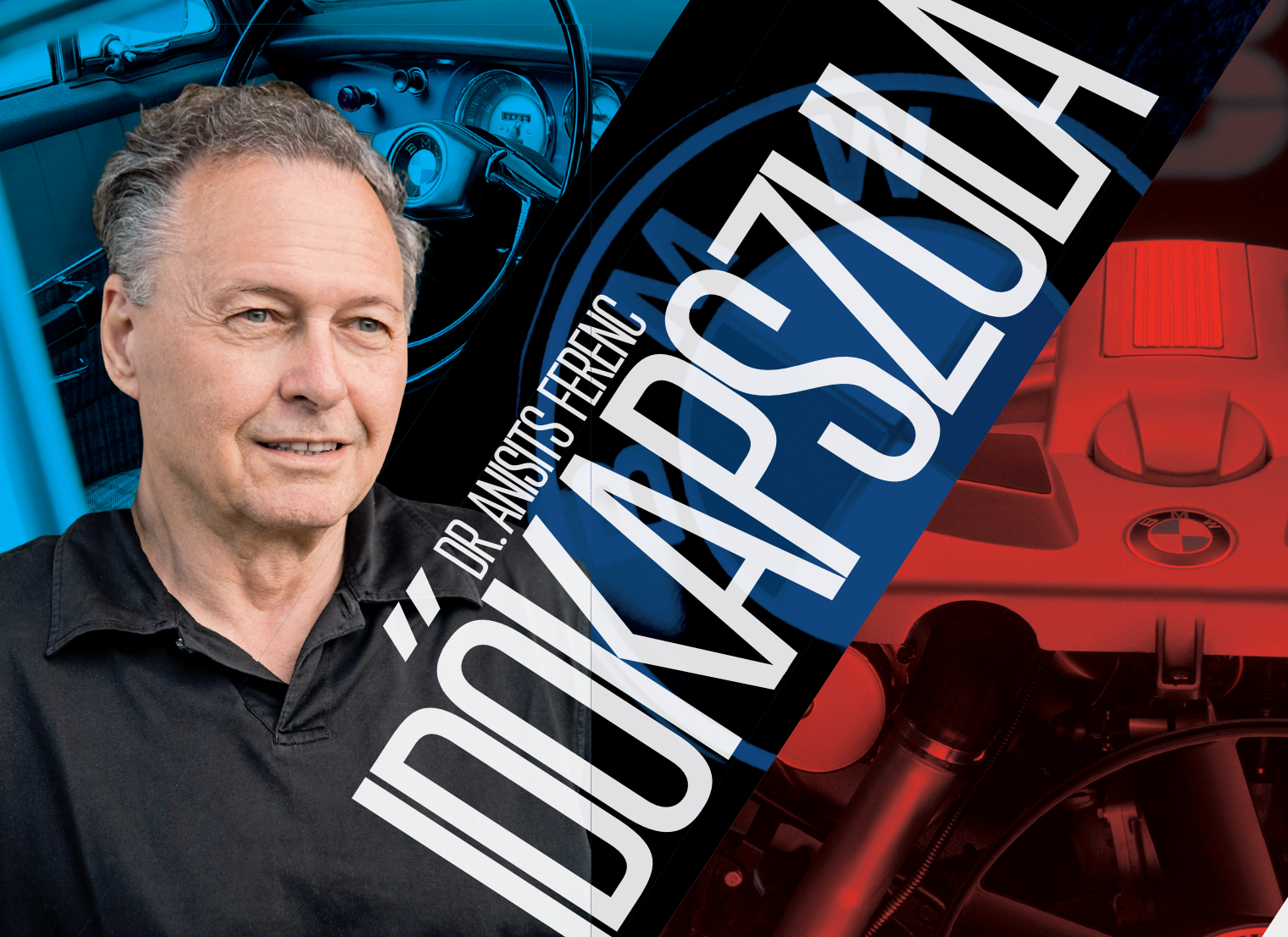
A munkavédelem digitalizációja nem egyszeri technológiai beruházás, hanem folyamatos mérnöki és szervezeti fejlődési folyamat. A nyolc vizsgált technológiai kulcsterület – MI-alapú monitoring, exoskeleton, wearable biometria, pszichoszociális kockázatkezelés, IoT és digitális iker, VR/AR képzés, kobotok, hőterhelés-monitoring – önmagában is értékes, de igazi potenciáljukat az integrált ökoszisztémában mutatják meg.

A sötét gyárak megjelenésével – ahol robotok robotokat gyártanak – a munkavédelem fókuszja alapvetően átalakul: a fizikai veszélyektől a rendszerek biztonságos működésének biztosítása és az emberi felügyelet, értelmezés, beavatkozás támogatása felé tolódik. A munkavédelmi mérnök a jövőben egyre inkább adatértelmező, rendszerauditáló és interdiszciplináris koordinátor szerepkörben dolgozik majd – de a döntési és felelősségi lánc emberi láncszemei megmaradnak.

A szabályozói környezet – Vision Zero 2030, AI Act lépcsőzetes alkalmazása (2025–2026), 2023/1230/EU géprendelet (2027. január 20.), tervezett pszichoszociális és hőstresszirányelvek – egyértelműen jelzi, hogy a digitalizáció a munkavédelemben ma már nem előreutató kezdeményezés, hanem a közelgő megfelelőségi kötelezettségek teljesítésének feltétele. Azok a szervezetek, amelyek most kezdik el kiépíteni a digitális munkavédelmi infrastruktúrájukat, szabályozási előnyt és mérhető biztonsági javulást érnek el egyszerre.

IRODALOM

Eurobarometer (2024): Artificial intelligence in the workplace – Special Eurobarometer survey. Európai Biztonság, Brüsszel.
EU-OSHA (2021): EU Strategic Framework on Health and Safety at Work 2021–2027. European Agency for Safety and Health at Work. DOI: 10.2802/050357
Európai Parlament és Tanács (2023): (EU) 2023/1230 rendelet a gépekről és gépészeti termékekről. Az Európai Unió Hivatalos Lapja, L sorozat, 2023. június 29. [Teljes alkalmazás: 2027. január 20.]
Európai Parlament és Tanács (2024): (EU) 2024/1689 rendelet a mesterséges intelligenciáról (AI Act). Az Európai Unió Hivatalos Lapja, L sorozat, 2024. július 12. [Lépcsőzetes alkalmazás: 2025. február 2. – 2026. augusztus 2.]
Gallup (2024): State of the Global Workplace 2024 Report. Gallup Inc., Washington D.C.
ILO (2024): World Safety Report 2024. International Labour Organization, Geneva.
Magyar Köztársaság Országgyűlése (1993): 1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemről (Mvt.), egységes szerkezetbe foglalva, legutóbb módosítva: 2024. évi LXXXV. törvény.
McKinsey & Company (2024): The future of manufacturing: Automation, AI and digital twins. McKinsey Global Institute.
PwC (2023): Seeing is Believing – How VR and AR will transform business and the economy. PwC Global VR Study.
Sarcos Technology (2023): Randomized controlled trial on passive exoskeleton MSD risk reduction – 18 months longitudinal study. Sarcos Research Corporation.
SzCsM–EuM (2002): 3/2002. (II. 8.) SzCsM–EuM együttes rendelet a munkahelyek munkavédelmi követelményeinek minimális szintjéről.
Zákányiné Mészáros R. – Fodor Á. – Zákányi B. Zs. (2026): A munkavédelem jövője: kihívások és lehetőségek munkáltatói szemszögből. Multidiszciplináris Tudományok, 2026.



**Egy magyar mérnök, aki Magyarországot a világ autóiparának térképére rajzolta.
Egy könyv, amely mérnöki precizitással és emberi mélységgel épít hidat múlt és jövő között.**

Az *Időkapszula* üzenet a jövő generációinak – a fiatal mérnököknek, a tudás, a felelősség és az elhivatottság híveinek. Egy életmű, amely bebizonyítja: a siker nem a szerencse, hanem a helyes döntések eredménye. A *dízelpápa* néven is ismert Széchenyi-díjas dr. Anisits Ferenc, a BMW legendás fejlesztési vezetője, most először meséli el teljes életútját – a bácskai gyökerektől és a háborús gyermekévektől az '56-os forradalmon át egészen a nemzetközi mérnöki csúcskarrierig. Ez a könyv több, mint önéletrajz: időkapszula a jövőnek, melyben egy kivételes ember gondolatai, döntései és hite sűrűsödnek össze. Anisits professzor őszinte visszaemlékezései nem csupán a magyar történelem lenyomatai, hanem útmutatások is a következő nemzedékek számára – hogyan lehet helytállni, újítani és embernek maradni a legnehezebb időkben is.

A kötet bepillantást enged a BMW dízelkorszakának kulisszái mögé, az innováció és a mérnöki kreativitás műhelytitkaiba, ugyanakkor érzékeny, emberi portrét rajzol egy hazájához mindvégig hű tudósról. A könyv szerzőjének szavaival: „Az életemet és a helytállást a válságos időkben édesanyámnak és az ő példamutatásának köszönhetem. Hit nélkül nem lehet megvívni a küzdelmeket, nem lehet tisztességesnek, erős lelki tartásúnak maradni.”

Az *Időkapszula* egyszerre személyes vallomás, történelmi kordokumentum és inspiráló mérnöki ars poetica — minden olvasónak, aki hisz abban, hogy a tudás, a hit és a cselekvés képes jobbá tenni a világot.

*Az Időkapszula a Magyar Mérnöki Kamara gondozásában jelent meg magyar, német és angol nyelven.
A magyar nyelvű példányok 4790 Ft, az idegen nyelvűek pedig 14.500 forintért vásárolhatók meg az MMK-nál.*

■ Tómederben gyakorlatozó huszárcsapatok...

Velencei-tó: az alacsony vízállás okai és vízpótlási lehetőségek

Aggasztó a Velencei-tó vízszintjének alakulása a nyári idény kezdetére. A több éve tartó csapadékhiányos időszak következtében a tó vízmérlege a negatív tartományba került, ami azt jelenti, hogy az évi vízvesztés – javarészt párolgás – nagyobb, mint a csapadékból történő hozzáfolyás. 2026. május 22-én a tó vízszintje 65 cm. A maximális szabályozási szint 170 cm, a minimális vízszint 140 cm. A tó 75 cm-es hiánya 20 millió m³ vizet jelent. Ennek súlyos hatása van a vízhasználatokra, a fürdőzésre, sportolásra, hajózásra és horgászatra, jövedelemkiesést okoz a turizmusban és a vendéglátásban. De az élővilág is sok esetben szenved a mára tartóssá vált alacsony vízállás miatt.

Tóth Sándor okl. építőmérnök, a Fejér Vármegyei Mérnöki Kamara elnöke

A tó története és jelenlegi arculatának kialakulása

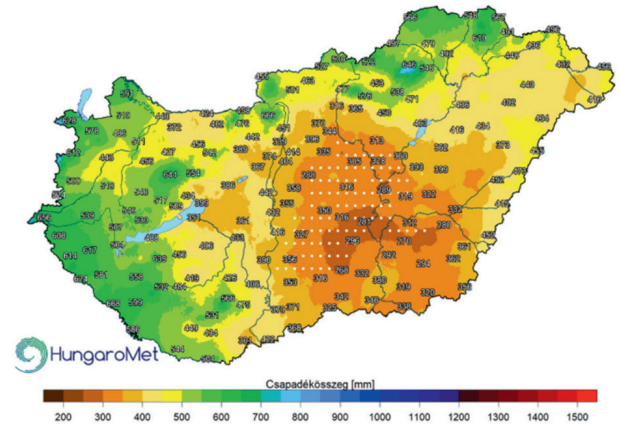
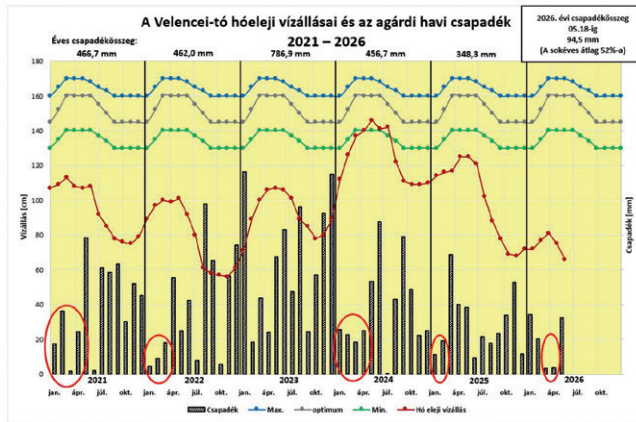
A földtörténeti szempontból fiatal tó csupán 12–15 ezer éve, két párhuzamos törésvonal között alakulhatott ki. Jelenleg a tó természetes életútjának körülbelül a felénél tart, külső beavatkozások nélkül az elláposodás, majd feltöltődés lesz a sorsa néhány évezreden belül. A tó felületének jelentős részét ma is nádasok borítják. Az 1960-as évek végén kezdődött meg a tó revitalizációja, ennek során a partvonal körülbelül felében a tó eredeti arculata meg-

változott. A tó keleti felében nád és iszap kotrást hajtottak végre az üdülési, fürdőzési, sportolási, turisztikai vízhasznált elérése érdekében. Korábban a nádas és vízfelület aránya 60–40 százalék volt a nádas javára. Az 1 millió m³ iszap kikotrásának eredménye, hogy a nádas állománya 40 százalékra csökkent. A kitermelt anyagból épült a mesterséges Cserepes-sziget. A fürdési, szabadidős tevékenység és turisztikai igények kielégítésére a tó keleti részében partbiztosítás készült. Ezenfelül minden tóparti településen csóna és vitorlázókikötő létesült. A tó nyugati fele mentesült a kotrási munkák javarésztől, így ez a terület hasonlít legjobban a beavatkozás előtti természetes állapotra. Jelenleg természet-

védelmi terület. A vízszint szabályozása céljából a Dinnyés-Kajtori-csatornán Dinyésnél zsilipet létesítettek. A Császár-vízen megépítették a Zámolyi- (1971), majd a Pátkai-víztározót (1975). A két tározó elsődleges szerepe a Velencei-tó vízpótlása.

A hatvanas-hetvenes évek beavatkozásai következtében a természetes tó erős emberi beavatkozásokkal terhelt. A nádas szerkezet arányainak megváltoztatása, partbiztosítások, kikötők megépítése, iszap- és nádkotrások, a vízszint szabályozása, part menti területhasználatok a tó természetes életét erősen átalakította. A jelen vízállási viszonyok okozója azonban nem az emberi beavatkozás, hanem a halmozott csapadék hiánya.





Csapadékösszeg 2025. év

A Velencei-tó jelenlegi helyzetének és állapotának kialakulásáért az évek óta tartó különböző mértékű aszályos, csapadékhiányos időjárás okolható. Azonban az ilyen, ehhez hasonló vízállások időről időre előfordultak a tó történetében. Az egykori leírások szerint a tó százévenként kiszáradt. A korabeli krónikák a tó medrében gyakorlatozó huszárcsapatokról adtak hírt. A teljes mértékű kiszáradásával egyelőre nem kell számolni. A tó az ezredforduló óta tízéves gyakorisággal produkált 80 és 60 cm közötti alacsonynak mondható szinteket. Az aggasztó, hogy az utóbbi években (2021, 2022, 2023, 2024) és most, 2026-ban az agárdi vízmérce 80 cm-nél alacsonyabb értéket is mutatott. Ennek egyértelmű oka az évek során halmozódó csapadék hiánya.

Az utolsó vízeresztés a tóból 2016-ban történt. Ezután csapadékhiányos évek következett (leszámítva a 2023-at). Az extrém aszályos évként elhíresült 2022-es évhez képest a tavalyi 2025-ös esztendő még szárazabbnak bizonyult.

A Velencei-tó alacsony vízállásának előfordulási valószínűsége az elmúlt évtizedben drasztikusan növekedett. Ez semmilyen szempontból nem kívánatos. A tó fürdési, sportolási, turisztikai használatának minősége leromlott. A társadalom részéről évek óta az elégedetlenség hangjai hallhatók. Mára az üdülő, fürdőzési célú tevékenység szereplői folyamatosan fordulnak el a tótól, aminek oka az alacsony vízszint és az időnként kifogásolható vízminőség. Emellett jelentős, százmilliókban mérhető gazdasági bevételkiesést szenvednek el a tóparti vállalkozások. Az élővilág szempontjából is kedvezőtlen az állandósulni látszó alacsony vízszint. Bár ökológus szakemberek azt han-

2020-tól megfigyelhető az éves csapadékösszeg-értékek folyamatos csökkenése a sokéves átlaghoz képest, mely alól egyedül 2023 a kivétel

Éves csapadékösszeg, Agárd

Sokéves átlag (mm)	[mm]									
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1991-2020 542,4	614,1	509,5	551,5	593,7	489,5	466,8	462	790,4	456,4	353,1
	[%]									
	113,2	93,9	101,7	109,5	90,2	86,1	85,2	145,7	84,1	65,1

goztatják, hogy a növény- és állatvilág számára az időszakos kisvíz szükségszerű és hasznos, azonban a tartósan alacsony víz az élettér csökkenését okozhatja. A nádasállomány minőségének romlása, a szárazra kerülő tómeder cserjésedése folyamata elindult. A fészkelő madarak élettére is csökken, a korábbi költőszigetek szárazulattá változnak, és így a fészkek biztonsága csökken. A halak természetes ivóhelyei is veszélybe kerülhetnek.

Ebben a helyzetben szükséges és elkerülhetetlen a Velencei-tó mesterséges vízpótlása, amelyre a nem túl távoli múltban már volt példa. 1991-ban a tó vízszintje szintén kritikus értékre csökkent. Ezt megelőző három évben a tó vízszintje a 170 cm szintről 71 cm-re zuhant. Mindez úgy, hogy a vízpótló tározók teljes, illetve minimális szintre ürítése megtörtént. Ekkor a megoldás külső vízgőjtőről történő vízpótlás volt.

Kezdetben a pótlás a déli parti településeket ellátó dunai kavicsterasról induló ivóvíz távvezeték felhasználásával történt, az ivóvízellátásra kiépített távvezetéken történő vízpótlás azonban – annak alacsony kapacitása miatt – nem bizonyult hatékonynak. A tó vízszintemelkedése 1-2 cm volt. Az állami és önkormányzati finanszí-

rozásban megvalósuló vízpótlás szép példája volt az érintettek összefogására.

A hatékony vízpótlás a Rákhegyi vízbázis karsztvízéből történt 1993-1995 között. A meglevő távvezetékek és egy néhány km távvezeték és átemelő telep kiépítésével 12 millió m³ vizet kormányoztak a tóba, ahol ez 50 cm vízszintemelkedést jelentett. A jelenlegi vízszint alakulása az 1993. évihez képest is rosszabb képet mutat. A vízpótlás elkerülhetetlen. A szakemberek különféle beavatkozási, vízpótlási lehetőséget vizsgáltak és elemeztek az elmúlt időszakban.

Hogyan és honnan?

A Velencei-tó vízpótlásának esetében is néhány alapelvet meg kell fogalmazni.

- Csak megújuló, fenntartható vízkészletre szabad támaszkodni.
- Lehetőség szerint a tó vízgyűjtő területen keletkező vizeket kell felhasználni, úgy, hogy a meglevő természeti rendszerek ne károsodjanak.
- A csapadékban bővebb időszak vízkészletet elsősorban magában a tóban kell tározni.
- Számításba kell venni a vízgyűjtő területen keletkező használt vizek újra hasznosítását (pl. tisztított szennyvíz).

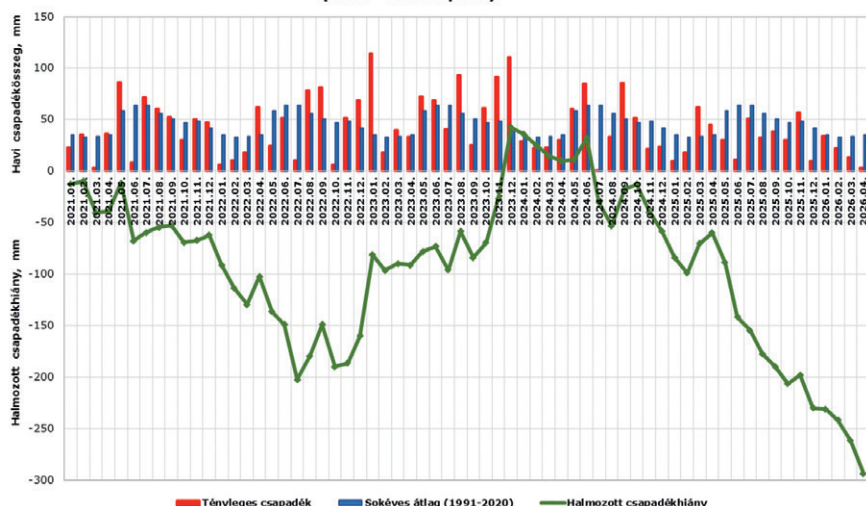
- A vízpótló rendszerek idősíkját is deklarálni kell. Állandó, időszakosan üzemeltetett és havária jellegű azonnali beavatkozás.
- A beavatkozás nem veszélyeztetheti a térség biztonságos ivóvízellátását.
- Az egyes változatok párhuzamos működtetése és azok összehangolását meg kell valósítani.
- A tó vízszintszabályozási értékeit a tó természetes vízszint változási természetéhez kell igazítani. Kerülni kell az állandó, tartós vízállásokat.

A vízgőjtőn belüli vízpótlási lehetőségek

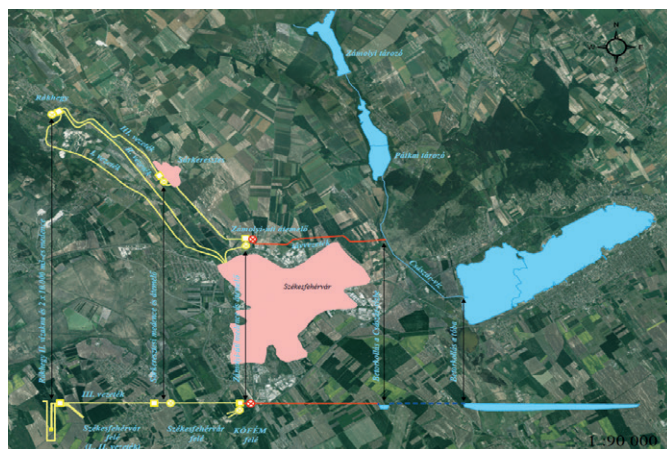
A tó elsődleges, meglevő vízpótlási rendszere a Császár-vízen megépített két víztározó. Szerepük meghatározó a tó vízkészletének alakulásában. A két tározó együttes vízpótlásra fordítható térfogata 11,55 millió m³, ami ideális esetben 46 cm-es vízszintemelést tud elérni a tó vízszintjében. Azonban vannak korlátai a víztározó hatékony szerepének betöltésére. Mindenek előtt az a tény, hogy a víztározók a vízvisszatartás mellett vízhasználók is. A felületükről párolgó víz mennyisége évi kb. 5 millió m³. A tározók másodlagos vízhasznosítása, a horgászat és halászat jelentős vízminőségi problémát okoznak. A horgászat és halászat során bejuttatott etető anyagok magas tápanyag tartalmukkal veszélyeztetik a tározók vízminőségi egyensúlyát. Amennyiben a tárolt vízkészlet minősége kritikus értéket ér el, akkor a Velencei-tóba a vízeresztés nem megengedett. További gond az elöregedett létesítmények műszaki állapota és a tározótér feliszapolódása. A Zámolyi- és Pátkai-tározók felújítása nem várthat tovább. A felújítás mellett új üzemirányításra is szükség van, melynek lényege az, hogy a vízgőjtőn lehulló csapadék mihamarabb a tóba jusson és ha annak szintje a maximális üzemvízszint közelében van akkor kezdhető el a két víztározó feltöltése. Másik fontos használati feltétel, hogy a tározókon folyó halászat és horgászat ne rontsa a víz minőségét. A tápanyag bevitelt szigorúan korlátozni kell. A két tározó felújítási, kiviteli tervei elkészültek, vízjogi engedély is rendelkezésre áll a munkák megkezdéséhez.

Elkészült az alsó tározót megkerülő árok, amely akkor lép üzembe, ha a tározóban lévő víz minősége nem alkalmas a tóba juttatásra, ekkor a vízgőjtő felső részén keletkező csapadékvíz a tározót megkerülve az árkon keresztül jut a tóba.

A Velencei-tó vízgőjtőjére hulló havi csapadékösszegek eltérése a sokévi átlagértékektől (1991-2020), valamint a halmozott csapadékhány (2021 - 2026. április)



Rákhegyi vízpótló rendszer, 1993
(Forrás: KDT Vízügyi Igazgatóság)



Az elmúlt évben civil összefogás eredményeként elkezdődött a tóba torkolló árkok, csapadékkelevezetők tisztítása.

A vízgőjtőn belül két szennyvíztisztító telep is működik, melyeknek használt, tisztított vízmennyisége a vízgőjtőn kívül kerül elvezetésre, így azok nem vesznek részt a vízgőjtő vízkészletforgalmában. Az agárdi szennyvíztisztító telep évi 4,3 millió m³ tisztított szennyvizet bocsát ki, míg a csákvári telep 0,3 millió m³-t. Ha ezt a mennyiséget a tó vízkészletének gyarapítására kívánjuk felhasználni, úgy megfelelő tisztítási, utótisztítási technológiát kell megvalósítani szigorú ellenőrzési rendszerrel. Számolni kell a társadalmi ellenkezéssel, amit meggyőzéssel, szemléltetformálással és a jól működő példák bemutatásával alakítható.

A pótlási változatok összegyűjtésénél szóba jött Székesfehérvár tisztított szennyvize. Jelenleg a város tisztított szennyvize a

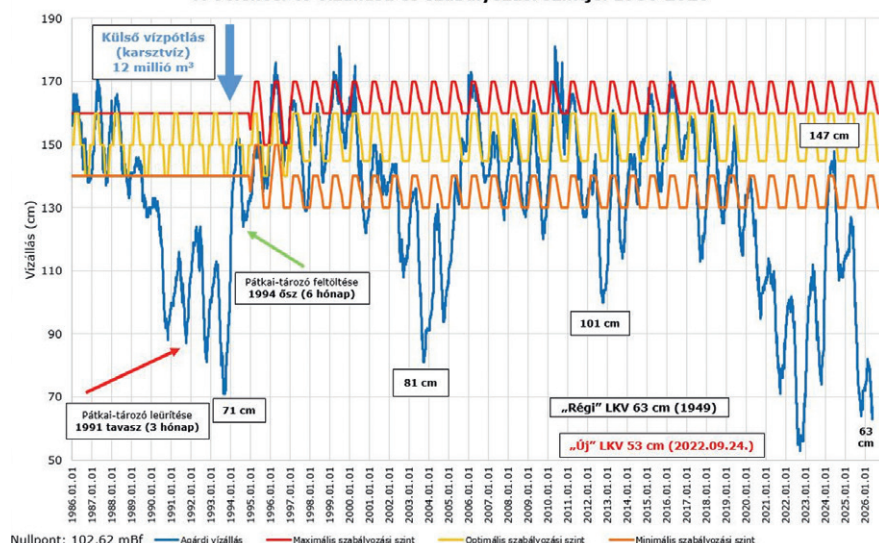
Séd-Nádor vízrendszerbe kerül. Amennyiben ez a mennyiség másik vízgőjtőre kerülne átvezetésre, úgy a Nádor völgyében komoly vízhiányok léphetnek fel a mezőgazdasági vízhasználók körében.

Korábban szóba került Csákvár térségében létesülő mélyfúrású kutak létesítése. A vizsgálatok eredményeként napi 5000 m³, azaz évente 1,8 millió m³ víz emelhető ki a térség felszínalatti vizeinek kedvezőtlen állapotváltozása nélkül. Ez a vízkivétel azonban jogi szabályozásba ütközik, mivel ez a készlet csak ivóvíz felhasználására engedélyezett. Ez a rendszer csak nagyon indokolt esetben és behatárolt időszakban vehető igénybe, ha azt a szabályozás lehetővé teszi.

Vízgőjtőn kívüli vízpótlások

A korábban leírt rákhegyi vízpótlás technikailag rendelkezésre áll és vízpótlás rövid időn belül akár indítható is. Azonban komoly – az utóbbi évtizedekben történt

A Velencei-tó vízállása és szabályozási szintjei 1986-2026



változások miatt – nehézségbe ütközik a rendszer üzembe állítása. A korábbi bányászati célú vízkitermelés átalakításra került a térség ivóvízigényének kiszolgálására, ami kisebb kapacitású szivattyúk beépítését jelentette. Ez a karsztvízszint emelkedését okozta, ami a vas- és mangántalanítás technológiáját szükségteenné tette. Amennyiben a tó vízpótlása innen valósulna meg számolni kell a szivattyúcsérekkel, víztisztító technológiák beindításával, mindez a térség vízárat jelentősen emelné. A korábbi vízpótló rendszer újonnan épített szakaszának átalakítása került. A vezeték és a Velencei-tó északi településeinek ivóvíz hálózata összekötésre került. Tehát a vízpótló rendszer ezen vezeték szakasza mára a tó északi településeket ellátó ivóvízhálózatnak. Ennél a változatnál is fennáll az ivóvízminőségű felszínalatti víz más célú felhasználásának tilalma. A közelmúltbéli vizsgálatok szerint az 1993-1995 évi vízpótláshoz felhasznált vízmennyiséghez képest, jelenleg csak kb. 1,3 millió m³ karsztvíz áll rendelkezésre évente. Összességében a rendszer technikailag indítható a gépészeti és tisztítási technológia átalakításával. Azonban probléma mutatkozik a szabályozási korlátozások tekintetében. Továbbá, megállapodás szükséges az ivóvíz szolgáltatóval, elsősorban a vízár, vízkészletek lekötése és a meglévő hálózat használata vonatkozásában. A térség karsztvízkészlete a Balaton vízellátás fejlesztésére kívánják felhasználni. A készletek túlterheltek, alapos vizsgálatra van szükség annak felhasználására.

Dunai kavicssterasz, illetve nyersvíz: a Duna vízkészlete nagy biztonsággal képes pótolni a Velencei-tó hiányzó vízkészletét. Alapvetően két lehetőség kínálkozik. A jó vízáadó képességű kavicssterasz, illetve közvetlenül a folyó felszíni nyersvíz kivétel. A kavicssterasz jó megoldásnak tűnik a vízminőség és megfelelő mennyiség rendelkezésre állása tekintetében. Azonban teljesen új rendszert kell tervezni és megépíteni, mivel a meglévő vízműtelepek kapacitásai teljes mértékben lekötöttek a Budapest, Érd, Diósd, Ercsi, Adony települések és ipari létesítmények részére. Lehetőség kínálkozik az úgynevezett távlati vízbázisok üzembevitelével. A 2000-es évek elején a Váli-víz torkolatánál és Adony térségében stratégiai tartalék ivóvízbázis lett kijelölve és biztonságba helyezve. Ezek együttes kutatás útján meghatározott kapacitása 43 000 m³ naponta, ami 15,7 millió m³ évi vízmennyiséget jelent. A kiépítés esetén számolni kell a vízműtelep létesítésével, illetve a 25-30 km hosszú távvezetékkel a hozzátartozó átemelőtelepekkel. A jelentős beruházási költség mellett az üzemelési költség is tetemes összegre rúg. Mindemellett a távlati vízbázisok igénybevétele jelenleg nem teszi lehetővé az ivóvíz célú felhasználáson kívüli igénybevételt. Itt is szabályozás módosításra lenne szükség.

A nyers vízkivételre is lenne lehetőség közvetlenül a Dunából. Ebben az esetben is számolni kell egy magas létesítési és üzemeltetési költséggel. Ennél a változatnál számolni kell a nyers dunai víz előtisztításával, annak érdekében, hogy a víz csőve-

zetekben szállítható legyen. További probléma és ezzel a tisztításnál számolni kell, hogy a Velencei-tó részére kockázatos és a Duna vízben lévő anyagok és élőlények (alga, invazív fajok) ne kerüljön a vízpótlás révén a tóba. Ez utóbbi követelmény további jelentős költségnövekedést eredményez. A nyersvíz kivételét korlátozhatja a Duna rendkívül alacsony vízállása a kivételi pont alatti ivóvíz és nagyüzemek vízhasználata.

A vízpótlási változatok kidolgozása előtt tanulmányozni kell a klimatikus viszonyok várható alakulását és ennek a vízgyűjtő területre gyakorolt hidrológiai hatását. Meg kell vizsgálni az egyes vízpótlási változatok vízgyűjtőre, gyakorolt hatásait. A mennyiségi változások mellett az ökológiai rendszerekre gyakorolt hatást is vizsgálni kell.

A vízgyűjtőszintű monitoringhálózatot tovább kell fejleszteni. Mélni, megfigyelni kell a tó és a vízgyűjtőterület vízárszi és vízminőségi viszonyait, a természeti folyamatok alakulását. Kutatni kell a vízminőség romlásának okait és az ehhez rendelt megoldásokat kell megfogalmazni. A jelenlegi nézet alapján nincs közvetlen összefüggés az alacsony vízszint és a vízminőség rosszabbodása között. Azonban az tény, hogy a sekély tó meleg időben gyorsabban melegszik fel és ez például kedvez az algák gyors elszaporodásában. További vizsgálat tárgya lehet a halak pusztulásának időről időre megjelenő ténye.

A tó élete szempontjából meghatározó a nádasállomány állapota. Új szemléletű nádgazdálkodásra van szükség, alkalmazkodva a jelen hidrológiai, klimatikus adottságokhoz. Az egyes vízpótlási változatok kidolgozására és a tó életének alakítására a vízgazdálkodás mellett további tudományos szervezeteket, szakértőket kell bevonni.

Fontos a társadalom igényeinek megismerése és a korrekt tájékoztatás.

A tó jelen állapotának javítására csak a vízpótlás adhat megoldást. A végleges változatok megvalósítása nagyfokú körülmények között igényel. Mint minden vízügyi beavatkozás, komoly változást idézhet elő a meglévő vízrendszer állapotában. Csak az alapos, szerteágazó vizsgálatok hozhatják meg a legjobb megoldást, amely rövid, közép- és hosszú távon meg tudja oldani a Velencei-tó aggasztó helyzetét. Szerencsére vannak a múltból tapasztalatok a vízpótló rendszerek üzemeltetésének hatásairól, amelyeket fel lehet használni a tó vízpótlási változatainak kidolgozásában.

A víz mikroklimatikus szerepének tudatos használata

Középkori kolostorkertek öntözőrendszerei és vízmegtartási gyakorlatai

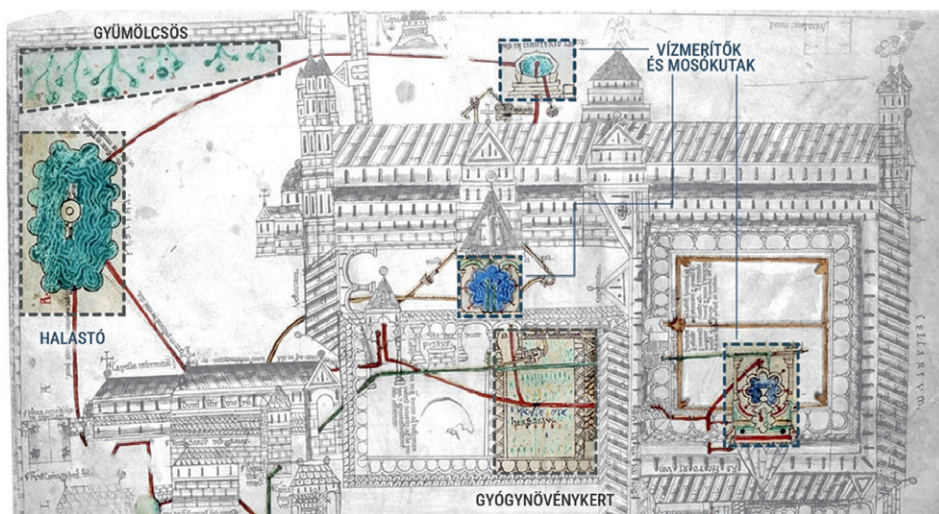
A vízvisszatartás és a csapadékvíz öntözővízként való felhasználása napjainkban, a klímaváltozás hatásainak erősödésével elsődleges feladattá vált mind a közműtervezés, mind a tájépítészet területén. Sorra jelennek meg a korszerű technológiával működő, sok esetben automatizált berendezések, amelyek célja a csapadékvíz helyben tartása, késleltetett elvezetése, és újrahasznosítása a zöldfelületek fenntartása érdekében. Ezek a megoldások – legyen szó esőkertekről, szikkasztó-árkokról, víztározókról vagy intelligens öntözési hálózatokról – egyre inkább a fenntartható vízgazdálkodás alapvető eszköztárává válnak mind objektum-, mind települési és térségi szinten.

Bölkei Blanka

A vízvisszatartás ideája korántsem új keletű jelenség: a heterogén csapadéeloszlásból adódó, időben és térben változó vízkészlet kiegyenlítésére irányuló törekvések már a legkorábbi történeti emlékekben is megjelennek. A víz jelenléte a kezdetektől fogva alapfeltétele volt az életnek, s kulcsfontosságú szerepet töltött be az ember minden napjaiban: elengedhetetlen eszköze volt a közlekedésnek, a mezőgazdaságnak, az állattartásnak, része a hétköznapi higiéniának – ezen belül is főként a mosásnak és a tisztításnak, legyen szó az élelmiszer előkészítéséről, orvoslásról, vagy személyi tisztálkodásról – valamint a városok védelmében is fontos szerepet játszott.

A különböző korokból származó történeti példák áttekintése, értelmezése nem csupán technikátörténeti érdekességgént bővítheti a közműtervezők és a tájépítésszek tudástárát, hanem olyan, a helyi adottságokra érzékenyen reagáló, hosszú távon is fenntartható megoldásokra mutathatnak példát, amelyek napjainkban is relevánsak és hatékonyan elősegíthetik a csapadékvíz hasznosításának maximalizálását.

Jelen dolgozatban a vízmegtartás rövid történeti áttekintését követően a középkori kolostorkertek öntözőrendszereivel és vízmegtartási megoldásaival foglalkozom részletesen, a barcelonai Pedralbes kolostor példáján keresztül ismertetve annak sajátosságait. Külön figyelmet fordítok



Részlet a Canterbury Apátság tervéből (Prior Wilbert, 1153–1167), kiemelve a vízhálózatot (saját szerkesztés, a terv forrása: History Today, Vol. 68/1., 2018. január)

a rendszer erősségeinek és gyengeségeinek feltárására, valamint annak vizsgálatára, hogy a középkori gyakorlatok miként építhetők be a kortárs tervezésbe.

A vízmegtartás története

Már az egyiptomi civilizáció korából, Kr. e. 2700 körülről is fennmaradtak olyan írásos források, amelyek tanúsága szerint a tisztviselők kertjeiben – például Meten előkelő hivatalnok birtokán – tudatosan kialakított csatornákkal és víztározó medencékkel biztosították a növények öntözését. Ez a fajta vízgazdálkodási gyakorlat azonban korántsem korlátozódott a felső

társadalmi rétegekre: a mezőgazdasági termelés általánosságban is szorosan a Nílus éves áradásához igazodott. A földiken dolgozó közösségek a nyár végi áradások vizét gátak, öntözőcsatornák és tározók rendszerével igyekeztek kordában tartani, visszatartani és minél hatékonyabban hasznosítani, illetve elraktározni, lehetővé téve a vízkészletek felhasználását a száraz időszakok során.

Mezopotámia városai szintén szorosan kötődtek a vízhez, ami nemcsak gazdasági, hanem térszervezési és klimatikus szempontból is meghatározta azok alakítását. A településeket gyakran folyók mentén

hozták létre, és kiterjedt csatornahálózattal szőtték át, amelyek biztosították a belső területek öntözését és a vízellátást. A városokat körülvevő, sűrű vízhálózattal ellátott, úgynevezett „zöld gyűrűk” – gyümölcsösök, kertek és művelt területek – egyrészt élelmiszer-termelési funkciót láttak el, másrészt kedvezőbb mikroklímát teremtettek a sűrűn beépített városi térségek környezetében. A víz jelenléte így egyszerre volt a túlélés alapfeltétele és a települési környezet minőségének formálója.

Az ókori Hellaszban ezzel szemben a víz városokba való juttatása a tagolt domborzat és a korlátozott vízkészletek miatt komoly kihívásokat jelentett, ami éles funkcionális különbséget eredményezett a városi és vidéki terek között. A mezőgazdasági termelés elsősorban a városokon kívül, haszonkertekben és művelt területeken zajlott, míg a városokon belül viszonylag kevés, intenzíven öntözött kert kapott helyet. Ez a térbeli elkülönülés jól tükrözi a vízhez való hozzáférés korlátait és a rendelkezésre álló erőforrásokhoz igazodó település-szervezési logikát.

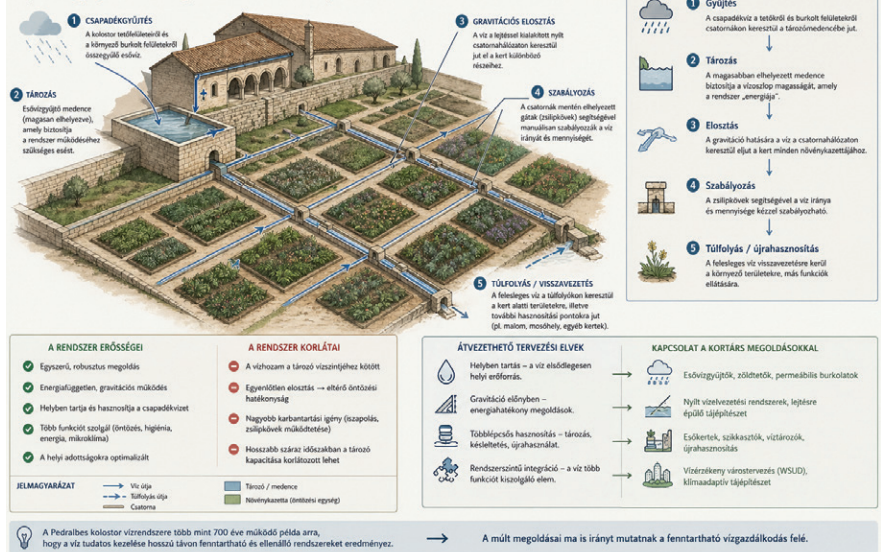
A római civilizáció vízhálózatai közismerten kiemelkedőek voltak a korszakban, s alapvetően meghatározták a városi élet minőségét. A kiterjedt vízközmű-hálózat – különösen az aquaeductusok rendszere – lehetővé tette, hogy a városok nagy mennyiségű, folyamatos vízutánpótláshoz jussanak akár több száz kilométer távolságból is, kihasználva a víz gravitációs áramlását, minimális, mindössze 1-2%-os lejtésekkel operálva. Ennek köszönhetően a víz nemcsak az alapvető szükségletek kielégítésére – ivásra, főzésre, tisztálkodásra és fürdők működtetésére – állt rendelkezésre, hanem a kertek öntözésére is. A rómaiak emellett a szennyvízelvezetés terén is jelentős előrelépést tettek, amit jól példáz a Cloaca Maxima kiépítése. A víz tudatos, mérnöki pontosságú kezelése így a római városok egyik legfontosabb infrastrukturális alapját képezte, és hosszú távon is mintaként szolgált a későbbi korok vízgazdálkodási rendszerei számára.

A víz szimbolikus és praktikus relevanciája

A középkori városépítészetben a vízhez kötődő közművesítés, különösen a szennyvízelvezetés még meglehetősen kezdetleges volt. A szervezett vízvezeték-hálózatok csupán a 13-14. századtól kezdtek megje-

PEDRALBES KOLOSTOR – VÍZRENDSZER MŰKÖDÉSI DIAGRAM

Csapadékvíz gyűjtése, tárolása és gravitációs elosztása a középkori kert öntözésére



lenni, s a csatornázás hosszú ideig megoldatlan maradt. Ezzel szemben a kolostorok a korszakon belül kiemelkedően fejlett vízgazdálkodási rendszerekkel rendelkeztek, amelyek a mindennapi élet és a gazdálkodás szinte minden területét kiszolgálták. Ez egyrészt a vízhez kapcsolódó gazdag szimbolikus jelentésréteghez kötődött, amely a középkori gondolkodásban meghatározó szerepet töltött be. A víz a kezdetektől fogva az élet és a tudás forrásaként jelent meg: a tanítás és a szellemi örökség továbbadását gyakran a hegyről lezúduló, majd egyre szélesedő folyórendszer képével írták le, amely a tanítótól a tanítványok felé áramló tudást szimbolizálta.

A víz a földi és a mennyi világ közötti kapcsolatot is megtestesítette. Magát a kolostort a szerzetesek gyakran „második Édenként”, a földi Paradicsom leképezéseként értelmezték, amelyben a kerengő közepén elhelyezett kút vagy forrás az Édenkert életadó forrására utalt. Ebből a képzeletbeli forrásból a víz a világ négy égtája felé áramlott, megidézve az Éden négy folyóját, és ezzel a teremtett világ rendjét. A forrás azonban egyben Krisztus áldozatának szimbóluma is volt: ahogyan a víz életet ad a növényeknek, úgy kelti életre Krisztus a hívó közösséget, így a víz jelenléte közvetve magát Krisztust is megjelenítette a kolostor terében.

Emellett a víz a lelki fejlődés és a termékenység metaforájaként is szerepet kapott, amely annak növények felé irányuló, tápláló erején alapult, amit a Szentlélek

a hívők szellemi és erkölcsi kibontakozásához való hozzájárulásával azonosítottak. A tiszta víz a megtisztulás, a büntetés és az erkölcsi tisztaság jelképeként is szolgált: a szerzetesek rituális mosakodásai során nem csupán testi, hanem lelki értelemben is a tisztaság fenntartására emlékeztették magukat, s a vízfelületeket egyfajta lelki „tükörként” (speculum) használták, amely megmutatta a bűneiket és visszatükrözte az isteni rendet.

A ciszterci rend értelmezésében továbbá a víz az aktív spirituális munkát is szimbolizálta, a víz malmokat hajtó erejéhez hasonlítva a szerzetesek munkáját, ahogyan a fegyelm formálja a nyers gondolatokat, magasabb rendű spirituális felismerésekké alakítva azokat.

Mindezekből az elvont jelentésrétegekből is látszik, hogy a víz állandó jelenléte csupán szimbolikus szerepéből adódóan is elengedhetetlen volt a kolostorok számára; jelentősége azonban igazán a gyakorlati alkalmazás során teljesedett ki.

A kolostorok ugyanis a külvilágtól elzárva, önálló egységként működtek, amelyek saját maguknak termelték az étkezéshez használt zöldség, gyümölcs és halállományt, így a vízmegtartás maximalizálása számukra egzisztenciális kérdést jelentett.

Az összegyűjtött és tárolt víz a kolostorokban elsősorban a kertek, veteményesek és gyümölcsösök öntözését szolgálta, lehetővé téve a növények kiegyensúlyozott fejlődését még a szárazabb időszakokban is és biztosítva a szerzetesek élelemellátását.

Ezen kívül a víz sok helyen fontos energetikai szerepet is betöltött: hidraulikus energiáját malomkerekek hajtására használták, amelyek révén biztosították a gabona őrlését, valamint a sörfőzés, a cserzés és a borászat során is gyakran használták.

Ezen kívül a víz a kolostori élet higiéniai feltételeinek fenntartásában is kulcsszerepet játszott. A gondosan kialakított rendszerek lehetővé tették, hogy a víz átfolyjon a latrinák alatt, ezzel elszállítva a szennyöződéseket és csökkentve a kellemetlen szagokat. A keletkező szennyvizet külön erre a célra épített gyűjtőmedencékbe és csatornarendszerekbe vezették, biztosítva a lakókörnyezet tisztaságát és egészségügyi biztonságát, amely szintén a modern közműhálózatok egyik korai előképeként értelmezhető.

A kolostorok konyhái ugyancsak folyamatos vízellátásban részesültek: állandó hidegvíz-ellátás mellett egyes helyeken (például az El Escorial kolostorban) még meleg vizet is biztosítani tudtak a főzéshez és az edények tisztításához, kazánok segítségével. Az ezekbe a helyiségekbe bevezetett vizet nem csak az ételek, hanem a különféle gyógyhatású főzetek előállításához is használták, amelyek a kolostori gyógyítás részét képezték.

Mindezekben túl pedig a szerzetesek a víz mikroklimatikus szerepét is tudatosan használták: az infirmáriumok (betegszobák) melletti kertekben csatornák és medencék és vízfelületeinek párologtatása hűsítette a levegőt, segítve a rászoruló gyógyulását.

A víz tehát a kolostorokban egyszerre jelentett alapvető erőforrást, energetikai eszközt, higiéniai elemet és környezetszabályozó tényezőt, amely nélkül a közösségek mindennapi működése elképzelhetetlen lett volna, s amelyből adódóan a legtöbb kolostor széles körű vízhálózattal rendelkezett.

Jó példát szolgáltat erre a canterburyi Christ Church apátság 1165 körül készült vízvezeték szerelési terve, amelyen részletes ábrázolást láthatunk a belső és a külső kertek vízelvezetési hálózatáról. A külső kertekben lépcsőzetes terepalakítással, valamint zsilipekkel szabályozták a víz áramlását és visszatartását, lehetővé téve annak irányított elosztását és tárolását. A kolostor belső kertjeiben pedig halastavak, mosókutak és vízmerítő helyek kapcsolódtak egymáshoz, amelyek nemcsak a tisztítást és az ételkészítést, valamint ivóvízellátást szolgálták, hanem a kertek



Vízgyűjtő medence a Pedralbes-kolostor hátsó udvarán (saját fotó, 2026)

fenntartását is biztosították. A rajzon tisztán kivehető, hogy a rendszer részeként a gyógynövénykert (herbarium) öntözése is biztosított volt, ami jól mutatja, hogy a vízhasználat a kolostori élet funkcionális és gazdasági igényeihez egyaránt igazodott.

Az öntözővíz-hálózat működési mechanizmusa a barcelonai Pedralbes kolostor vízhálózatának mintáján

Napjainkig is fennmaradt példa továbbá a barcelonai Pedralbes kolostor kertje, ahol a látogatók egy korszerűen rekonstruált haszonkerten keresztül ismerhetik meg a kor vízmegtartási technikáit. A kert vízhálózatának fő mozgatórugóját egy négyzetes formában épített esővízgyűjtő kád adja, amely az alapterületére hulló csapadékon túl a környező tetőről is összegyűjti a vizet.

A medencében összegyűjtött víz a kerthez képest magasabb térszínen került kialakításra, lehetővé téve a víz kényszeráramoltatás nélküli eljuttatását a növénykazettákba. A vizet a medencébe ültetett vízinövények tisztítják meg a nagyobb szennyöződésektől, elkerülve a csatornák elzáródását.

Száraz idő esetén a tározóban összegyűlt víz egy csap megnyitásával a kertet behálózó folyókarendszerbe juttatható, ahol a csatornák mentén elhelyezett gátak felemelésével és lezárásával kormányozható, s a minimális fenéklejtésnek köszönhetően a kert minden szegletébe elvezethető.

A hatékony működés érdekében a hálózat – és az annak mentén kialakított kert – raszteres kiosztású és a talajhoz képest némileg süllyesztett (ami jelentős befolyással volt a kor kertépítészeti stílusjegyeire is). Ez a rendszer a kor technikai lehetőségeihez mérten meglepően átgondolt és korszerű megoldásokat képvisel. Reagál a helyi adottságokra (domborzat, vízhozam), épít a fizika törvényeire és elektromos áram nélkül hoz létre időzíthető öntözőrendszereket.

Ugyanakkor kortárs tervezőként a rendszer gyengeségeire is érdemes figyelmet fordítanunk: ilyen például, hogy a tározómedence kifolyónyílása annak felső pereménél került kialakításra, amely csak maximális vízállásnál teszi lehetővé a vízkivételt abból, vagy hogy kifolyók viszonylag ritka elhelyezéséből adódóan a növényzet vízellátása azok közelében sokkal intenzívebb, mint a belső területeken.

Kortárs hasznosítási lehetőségek

A kolostorkertek vízelvezetési és vízviszszatartási rendszereinek tapasztalatai a kortárs tervezési gyakorlat számára is közvetlenül hasznosíthatók, és nem csak a történeti kertek esetében. A gravitációs elven működő, egymásra épülő elemekből (csatornákból, tározókból és túlfolyókból) álló hálózatok jól példázzák, miként lehet a csapadékvíz helyben kezelni, késleltetni és több lépcsőben hasznosítani elektromos energia használata anélkül.

A középkori vízmegtartási szemlélet szoros rokonságot mutat a mai fenntartható városi vízgazdálkodás eszköztárával, (például az esőkertek, szikkasztó felületek vagy nyílt vízvezetési rendszerek), s új lehetőségeket tárnak fel napjaink tervezői számára mind magánkerti, mind közterületi – közparki, köztéri viszonylatban. A bemutatott történeti példák ezért nemcsak inspirációként szolgálnak, hanem konkrét, adaptálható alapelveket is kínálnak a klímaadaptív, vízérzékeny tervezés számára. ■

IRODALOM

- Brucati A. (2023) La DolceVita: Luxury and Water. Garden Heritage and Water Element. In Kertörökség és a Víz elem - Garden Heritage and Water Element. Magyar Kertörökség Alapítvány, 2024
- Eplényi A., Gecsené Tar I. (2021) A középkor kertművészete (előadás). MATE E-learning. Elearning.uni-mate.hu
- Eplényi A., Gecsené Tar I. (2021) Egyiptom és Hellász kertművészete (előadás). MATE E-learning. Elearning.uni-mate.hu
- Eplényi A., Gecsené Tar I. (2021) A Római Birodalom és Pannónia táj- és kerttörténete, Városépítéset, környezet-alakítási koncepciók, villák, kertek, lakóházak, határrendszerek (előadás). MATE E-learning. Elearning.uni-mate.hu
- Eplényi A., Gecsené Tar I. (2021) Általános bevezető az ókori kertművészetről (előadás). MATE E-learning. Elearning.uni-mate.hu
- Galetti G. (2023) The hydraulic experience in the Medici Gardens in Florence and Tuscany - Techniques and Allegories. In Kertörökség és a Víz elem - Garden Heritage and Water Element. Magyar Kertörökség Alapítvány. (Megjelenés éve: 2024).
- Gyurasza M. (2025) A víz jelentősége és első kerti megjelenései (előadás). MATE E-learning. Elearning.uni-mate.hu
- Gyurasza M. (2025) A víz kerti megjelenései az ókori Hellaszban és Rómában (előadás). MATE E-learning. Elearning.uni-mate.hu
- James L. Smith (2013): Water as Medieval Intellectual Entity - Case Studies in Twelfth-Century Western Monasticism. Doktori Disszertáció, University of Western Australia School of Humanities Discipline of History
- Pablo Gumiel- Campos (2024) Water distribution pipelines inside the monastery of El Escorial during the sixteenth century. <https://doi.org/10.1007/s12685-024-00352-7>
- A Pedralbes kolostor hivatalos honlapja: www.monestirpedralbes.barcelona

Milyen hatást gyakorol az oktatás minősége a versenyképességre?

Tudás nélkül nincs innováció, innováció nélkül nincs jóléti társadalom



A cím első része Krausz Ferenc Nobel-díjas fizikus kutatótól származik, Harald Lesch professzorral folytatott beszélgetésében hangzott el 2024 tavaszán, a második része pedig a szerző kiegészítő gondolata. A két állítás együtt tömören foglalja össze korunk egyik legfontosabb kérdését: a tudás, az innováció és a társadalmi jólét elválaszthatatlan kapcsolatát.



Dr. Anisits
Ferenc

A reális világ törvényszerűségei

A tudás nem politikai vélemény vagy társadalmi konstrukció, hanem az emberi akartól függetlenül létező valóság felismerése. A természet törvényszerűségei – a gravitáció, az energiamegmaradás vagy az

elektromágnesesség – objektív módon léteznek, és matematikai formában írhatók le. Az ember nem megalkotja ezeket a törvényeket, hanem felfedezi őket, majd a tudomány és a gazdaság szolgálatába állítja. A természet mindenütt matematikai struktúrákat mutat: a galaxisok spiráljaiban, a



légörvényekben, a napraforgó magjainak elrendeződésében vagy a fenyőtobozok mintázatában ugyanazok az összefüggések jelennek meg. A matematika ezért nem pusztán számolási eszköz, hanem a tudás nyelve. A tudomány fejlődésének alapja a felismerés, hogy a világ rendezett és megismerhető. Erre épül a modern technológia, a mérnöki munka és végső soron a társadalmi fejlődés is.

Az innováció és a társadalmi jólét

A világ innovációs rangsora világosan mutatják az összefüggést a tudományos teljesítmény, az innováció és az életszínvonal között. A Szellemi Tulajdon Világszervezete (WIPO) évente összeállított globális innovációs indexében évek óta olyan országok szerepelnek az élmezőnyben, mint Svájc, Svédország, az Egyesült Államok, Szingapúr vagy Dél-Korea. Közös jellemzőjük nem a nyersanyagkincs vagy a nagy terület, hanem a versenyképes tudományos rendszer és a magas tudásszint. Svájc különösen figyelemre méltó példa. Kis terüle-

”Magyarország akkor volt sikeres, amikor a tudást stratégiai erőforrásként kezelte.

tű, nyersanyagokban szegény országgént mégis hosszú ideje a világ egyik legversenyképesebb gazdasága. Sikere elsősorban a tudásra, a kutatásra, az innovációra és a magas hozzáadott értékű termelésre épül. A történelmi tapasztalat azt mutatja, hogy a jóléti társadalom alapját nem önmagában a tőke vagy a nyersanyag teremti meg, hanem a tudás és annak gazdasági hasznosítása.

Versenyképes tudományos rendszer

A modern tudományos rendszer négy alapvető feladata: a tudás felfedezése, a tudás alkalmazása, a tudás átadása, valamint az innováció gazdasági hasznosítása. Az alapkutatás, az alkalmazott kutatás, az oktatás és az ipari fejlesztés nem egymástól

elszigetelt területek, hanem ugyanannak a folyamatnak az egymásra épülő elemei. A sikeres tudományos rendszerekben az egyetem nem pusztán oktatási intézmény, de a kutatás és az innováció egyik központja is. A nemzetközileg versenyképes modellekben az egyetemek mellett kutatóközpontok működnek, amelyek szoros kapcsolatban állnak a gazdasággal. A professzorok és kutatók az oktatás és a kutatás között mozognak, így az egyetemi képzés tartalma folyamatosan alkalmazkodik a tudomány aktuális állásához. Jó példát jelent erre a gyógyszeripar területe, ahol az oktatás, a kutatás és az ipari alkalmazás egyszerre van jelen. Az ilyen úgynevezett „spin-off” innovációs modellekben az egyetemi tudás közvetlenül kapcsolódik a fejlesztéshez, a gyártáshoz és végső so-

ron a piaci hasznosításhoz. A tudományos rendszerben az akadémiák, a kutatóhálózatok, az egyetemek és a gazdasági szereplők eltérő, mégis egymást kiegészítő szerepet töltenek be. Az akadémiai szféra a tudományos minőség és a nemzetközi kapcsolattrendszerek őrzője, a kutatóintézetek az alap- és alkalmazott kutatás központjai, az egyetemek az oktatás és a kutatás találkozási pontjai, míg a gazdaság biztosítja a fejlesztés, a gyártás és az innováció gyakorlati megvalósítását. Együtt alkotják azt az ökoszisztémát, amelyből a versenyképes innováció megszülethet.

Az iskolarendszer mint a humántőke forrása

A 21. század gazdaságának legfontosabb erőforrása a humántőke. Az oktatás minősége ezért közvetlenül meghatározza egy ország jövőbeli versenyképességét. Az iskolarendszer legfontosabb feladata, hogy a tanulók képességeihez és érdeklődéséhez illeszkedő fejlődési utakat kínáljon. A sikeres oktatási rendszerek nem egységesíteni akarják a különböző képességeket, hanem differenciált lehetőségeket biztosítanak. A német nyelvterület országai – Németország, Ausztria és Svájc – jó példái annak, hogy a korai pályaaorientáció és a differenciált képzési utak miként segíthetik a gazdaság működését. A gimnáziumi, technikumi és duális képzési rendszerek egymás mellett működnek, és különböző életpályákat nyitnak meg a diákok számára. Az ipari gyakorlat és az oktatás szoros együttműködése különösen fontos szerepet játszik a szakemberképzésben.

A tömegképzés önmagában nem garantálja a magas színvonalat. A tudásalapú társadalom kialakításához egyszerre van szükség széles műveltségre, versenyképes szakmai képzésre és a tehetségek támogatására.

Klaszterek – a versenyképes gazdaság regionális központjai

Ausztria az Európai Gazdasági Közösséghez történő csatlakozás után felismerte, hogy a kis- és középvállalkozások csak együttműködés révén maradhatnak versenyképesek a globális piacon. A válasz a klaszterstratégia lett. A Michael Porter nevéhez kapcsolódó klasztermodell lényege, hogy egy adott régióban vállalkozások, beszállítók, egyetemek, kutatóintézetek és szol-

gáltatók hálózatszerű együttműködést alakítanak ki. A közelség, a tudásáramlás és a közös innováció szinergiát hoz létre.

Ausztriában rövid idő alatt sikeres ipari klaszterek jöttek létre: Felső-Ausztriában a BMW környezetében, Graz térségében a Magna körül, és számos más régióban. A klaszterek jelentősen hozzájárultak az ország gazdasági megerősödéséhez. A modern gazdaságban a versenyképesség egyre kevésbé az olcsó munkaerőn, és egyre inkább a tudásintenzív együttműködésen alapul.

Gazdasági fellendülés a dualizmus korában és a két világháború között

A magyar történelem számos példát kínál arra, hogy a tudás, az innováció és a mérnöki teljesítmény miként képes gazdasági felemelkedést létrehozni. A dualizmus időszakában Magyarország rendkívül gyors fejlődésen ment keresztül. A vasúthálózat Európa élvonalába tartozott, az ipari termelés többszörösére nőtt, és világszínvonalú műszaki alkotások születtek. A Ganz-gyár, a MÁVAG vagy a Láng Gépgyár körül olyan mérnökök és feltalálók dolgoztak, mint Bláthy Ottó, Déry Miksa, Zipernowsky Károly vagy Kandó Kálmán. A két világháború közötti időszak szintén figyelemre méltó. A súlyos gazdasági veszteségek ellenére újra kialakult egy erős tudományos és ipari együttműködés. A Ganz, a Tungsram vagy a Chinoin nemzetközi szinten is kiemelkedő eredményeket elérő kutatókkal dolgozott együtt. A történelmi tapasztalat azt mutatja, hogy Magyarország akkor volt sikeres, amikor a tudást stratégiai erőforrásként kezelte.

A rendszerváltoztatás után Magyarországon gazdasági modernizációja más utat választott. A piacgazdaságra való áttérés idején már nem állt rendelkezésre az a vállalkozói és iparszervező polgárság, amely korábban a magyar ipari fejlődés egyik motorja volt. Az ipari parkok és a külföldi működőtőke jelentős szerepet játszottak a gazdaság stabilizálásában és a munkahelyteremtésben, ugyanakkor kevésbé alakult ki az a széles innovációs környezet, amely saját, versenyképes nemzeti technológiák és termékek létrejöttét ösztönözhetné volna. A gazdasági fejlődés hosszú távon ugyanis nem pusztán infrastruktúra és tőke kérdése. Legalább ilyen fontos az innováció társadalmi megbecsülése, a kutatás

és az ipar együttműködése, valamint a kreatív mérnöki gondolkodás támogatása.

Tudomány- és technológiapolitika

A tudásalapú társadalom nem spontán módon jön létre. Hosszú távú oktatási, tudományos és technológiai stratégia szükséges hozzá. Magyarország egyik legnagyobb erőforrása ma is a magas színvonalú műszaki és természettudományos tudás. Magyar mérnökök és kutatók világszerte vezető szerepet töltenek be egyetemeken, kutatóintézetekben és innovatív vállalatoknál. A magyar tudomány nemzetközi tekintélye ma is jelentős. Az innováció azonban nem adminisztratív utasításokból születik. A kreativitás, a kutatás, az ipari együttműködés és a mérnöki gondolkodás olyan ökoszisztémát igényel, amelyben a tudás érték. Az állam feladata elsősorban nem a közvetlen innovációirányítás, hanem a kiszámítható és támogató környezet megteremtése. A mérnök szerepe ebben a folyamatban kulcsfontosságú. A mérnök nem pusztán technikai szakember, hanem az innovációs folyamat egyik legfontosabb szervezője és megvalósítója. A tudományos felismerések gyakorlati alkalmazása, az új technológiák létrehozása és a gazdasági hasznosítás jelentős része mérnöki munkára épül.

A mérnök felsőfokú végzettségű szakember, aki természettudományos, matematikai és műszaki tudással rendelkezik, és képes az innovációs folyamatok professzionális irányítására a fejlesztéstől egészen a piaci alkalmazásig. Hozzáadott értéket teremt, munkahelyeket hoz létre, és közvetlenül hozzájárul a társadalom jólétéhez. Mindezek ellenére a mérnöki gondolkodás társadalmi és gazdaságpolitikai súlya ma még jóval kisebb annál, mint amit a modern gazdaság működése indokolna.

Pedig a történelem újra és újra bebizonyította: a jóléti társadalom alapját végső soron nem a nyersanyag, hanem a tudás, az innováció és a mérnöki kreativitás teremti meg.

A mérnöki tudás hosszú távú megújulásának feltétele ugyanakkor az, hogy az oktatás, a kutatás és az ipari gyakorlat ne váljon szét egymástól. Az egyetem akkor képes valóban versenyképes szakembereket képezni, ha közvetlen kapcsolatban áll a tudomány aktuális eredményeivel és a gazdaság valós problémáival.

■ Szükség van „köztes” testületekre is

Kamarai törvényünk születése

A jubileumi 30 esztendőhöz még hozzá kell számítanunk 8 évet: az ötlettől a megvalósulásig. Ebben a cikkben ezt az előtörténetet mondom el.



Dr. Hajtó
Ödön

1988 őszén hárman ültünk egy kerti padnál: Callmeyer Ferenc építész (házigazda), Andor Béla és dr. Hajtó Ödön statikus építőmérnökök.¹ A rendszerváltozás szele már érződött a levegőben. Az volt a kérdés, hogy van-e tennivalónk a változás előmozdításában, vagy a mérnökség abban való pozicionálásában? Az előzmény, amelyből ki tudtunk indulni, az 1923. évi XVII. törvényikk volt „a mérnöki rendtartásról”. 1924–1944-ig, húsz évig, már létezett Magyarország törvény által szentesített Mérnöki Kamara.

Hármban volt a közös, hogy nagyon elegünk volt a „marxizmus-leninizmus” téveszméinek magasabbrendűségéből, a proletárdiktatúrából, az elvtársak szónoklataiból, a reformálásokból, a munkaversenyekből. Bízunk egy valódi demokratikus rendszerváltás sikerében, ezért a mérnöki és az építész hivatások kamaráinak – törvény általi – megalakítását és köztestületi jogállását tűztük ki a célként. Az akkor érvényes jogrendben a „köztestület” mint fogalom nem volt beiktatva.

Magyaráznom kell: nem egyesületet, nem szakszervezetet, hanem köztestületet akartunk. Nagy a különbség, ezért azt próbálom röviden megmagyarázni. Az embereknek egyenlő joguk van az élethez, a szabadsághoz és a boldogságra való törekvésre, és e jogaik biztosítására kormányzatokat létesítenek, amelyek törvényes hatalma a kormányozottak beleegyezésén nyugszik.² Így azután a kormányok fel-



adata az olyan közszolgáltatások ellátása, mint honvédelem, pénzügyek, közoktatás, közegészségügy, közgazdaság, közlekedés, közművek stb.

De szükség van „köztes” testületekre is, melyek részfeladatokat jobban el tudnak látni, mint a kormányhivatalok. Ilyen feladatok ellátására jönnek létre olyan hivatásrendi kamarák, illetve szakmai köztes testületek, köztestületek, mint pl. ügyvédi, orvosi, mérnöki, építész, közjegyzői stb. kamarák. Ezek feladata az emberek, a választópolgárok érdekvédelme, védelme azáltal, hogy az adott hivatásokhoz valóban értő, kamarai jogosultsággal bíró szakemberek végezzék a hatáskörükbe tartozó feladatokat. E kamarai köztestületek a hivatásukra, illetve a szakmájukra

vonatkozó szakmai szabályokat, követelményeket maguk határozzák meg és saját maguk ellenőrzik, szankcionálják is, ha kell. Egy hivatásnak csak egyetlen kamarája lehet, míg egyesülete több is. Az erős köztestületek hiánya lehetőséget ad a politikai pártok által vezérelt korlátlan hatalom, önkényuralom, autokrácia, vagy jursztokrácia létrejöttének.³

Első feladatunk az volt, hogy a köztestület fogalmát az 1989–90-es demokratikus rendszerváltás során a törvényi jogrendbe illesztessük, amire majd a kamaránkat alapítani lehet. Elhatároztuk, hogy erre a célra addig is egy Mérnöki Egyesületet hozunk létre. Egyesület létrehozására a Kádár-kor-

¹ Nyolc évvel később, 1997 januárjában dr. Hajtó Ödön lett az új Mérnöki Kamara és Callmeyer Ferenc az új Építész Kamara első elnöke.

² Idézet az 1776-os amerikai Függetlenségi nyilatkozatból.

³ A gondolat Alexis de Tocqueville Az amerikai demokrácia című könyvéből.

Mérnöki szellemi szolgáltatások az építési folyamatokban a FIDIC szerint

- 1 Beruházási cél meghatározása és megvalósíthatósági tanulmányok
- 2 A beruházás költségbeceklése – beleértve a pénzügyi tervezést
- 3 Környezeti tanulmányok és környezetvédelmi hatásvizsgálat
- 4 Fenntarthatósági tanulmányok
- 5 Geológiai és talajvizsgálatok; térképek
- 6 Építészeti/mérnöki tervezés
- 7 Tenderdokumentáció elkészítése
- 8 Ajánlatok elbírálása
- 9 Építésfelügyelet
- 10 Projektmenedzselés, beruházáslebonnyolítás
- 11 Minőségmenedzselés
- 12 Felelős építésvezetés
- 13 Költséggazdálkodás
- 14 Szerződés felügyelete
- 14 Megbízások kiadása és visszavonása
- 16 Értékbecslelési szolgáltatások
- 17 Hiányvizsgálat
- 18 A törvényesség betartása
- 19 Műszaki oktatás, betanítás
- 20 Kockázatelemzés és -kezelés
- 21 Üzemeltetés és fenntartás
- 22 Kutatás és fejlesztés
- 23 Műszaki segítségnyújtás
- 24 Intézményfejlesztés
- 25 Mennyiségi felmérés és értékelés

szakban a Belügyminiszter engedélyére volt szükség, de ekkor, 1988 év közepén már az új belügyminiszternél, Kulcsár Kálmán akademikuskánál már készült az új egyesülési jogról szóló törvény tervezete. Úgy nézett ki, hogy ezt még 1988 végéig el is fogadja a parlament.

Az egyesületalapító ülését – előbbi szóbeli híreink alapján – ezért össze is hívtuk 1989. január 4-re, a Vigadó tér 1. szám alá, a MÉLYÉPTERV-UVATERV állami tervezővál-

latok székházának nagytermébe. Őszezre is gyűltünk ott mintegy háromezázán, de csalódtunk, mert az egyesülésről szóló várt törvény nem jelent meg addigra. Az egyesülési jogról szóló 1989. évi II. törvény végül is a *Magyar Közlöny* 1989. január 24-i számában jelent meg. Újra nekifutottunk, és ugyancsak szóbeli terjesztéssel meghirdettük március 9-re a kamarai törvényért lobbizó Mérnök Egylet alapítását. A belépési nyilatkozatot 294-en írtuk alá, így az egyesület bírósági bejegyzésének már nem volt akadály. Ezt az Egyletet majd csak 8 év múlva, a köztisztületi kamara megalakulása után 1997-ben zártuk be.

Egyesületünk már volt, de mi köztisztületre pályáztunk. Legelőbb a köztisztület fogalmának törvénybe iktatását kellett elérnünk. 1991. október 14-én személyesen kerestük meg dr. Balsai István igazságügyi minisztert, és vittünk magunkkal egy tervezetet is, hogy mit szeretnénk a polgári törvénykönyvben (PTK) látni. A miniszter először nem is értette, hogy mit akarunk. 2 év kellett ehhez a törvényhez, de végül 1993. október 30-án el is fogadtatta az 1959. évi IV. törvényt, a Ptk. módosítását, benne azzal a szöveggel, amelyet mi vittünk a miniszternek.

A kamarai törvény fogalmazásába az egyesület (egylet) megalakulása után azonnal belekezdünk. Párhuzamosan, de egyeztetve fogalmaztunk az építészekkel: a MÉSZ (a Magyar Építőművész Szövetség) akkori vezetője, Böhményei János volt partnerünk. A MÉSZ 1989. november 12-i közgyűlésén volt napirendi téma, hogy a mérnök és az építész egy kamara legyen, vagy kettő? Erre is volt külföldi példa, arra is. Nekem mint a Mérnök Egylet elnökének, arra volt felhatalmazásom, hogy nekünk mind egy. Az építőművészek a külön kamara mellett szavaztak, így különváltunk.

Építésügyi Minisztérium hiányában az iparügyi miniszter (akkor Szabó Iván mérnök-társunk) vállalta, hogy mérnöki kamarai törvénytervezetünknek az Országgyűlés elé terjesztését előkészíti. A törvény-előkészítést kötelezően megelőző államtitkári egyeztetést meg is tartotta, de mire a köztisztület fogalma tisztázódott és a Ptk.-ba bekerült, addigra Szabó Ivánt 1993 februárjában átvezényelték a Pénzügyminisztérium élére. Az Iparügyi

Minisztérium élére⁴ Latorczai Jánost nevezték ki, aki kamarai törvényünket a kormányváltásig hátralévő időben nem terjesztette be az Országgyűléshez.

Hat pártfrakció részvételével 1994. július 15-én megalakult a Horn-kormány. Az építésügyi a Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztériumhoz került. Miniszter Baja Ferenc, politikai államtitkára Szily Katalin, építésügyért felelős Szaló Péter államtitkár, nála pedig Kovács Imre főosztályvezető lett kamarai ügyünk intézője, akinek sokat köszönhattunk a továbbiakban.

Tisztázásra várt, kiknek a kamarája a Mérnöki Kamara? Többször ismételt megfogalmazásunk, hogy az épített környezet alakításához, létrehozásához elengedhetlenül hozzájáruló szellemi szakmai tevékenységeket „közérdeket ellátó” hivatásként kell kezelni, amely a biztonság, a minőség és a szakszerűség biztosításának elengedhetetlen feltétele. A mérnökök előbb említett „közérdeknek” való megfelelését a Mérnöki Kamara kell garantálja. Ezeket a szakmai, szellemi tevékenységeket a nemzetközi zsargonban a „consulting engineer” fogalom határozza meg, foglalja össze. Részletesen a FIDIC könyveiben találjuk meg ezek felsorolását. (Lásd a mellékelt táblázatot.)

Köszönettel tartozom sok-sok közreműködő társunknak, megpróbáltam nevetek is ide írni, de nem tudtam tökéletes névsort összeállítani.

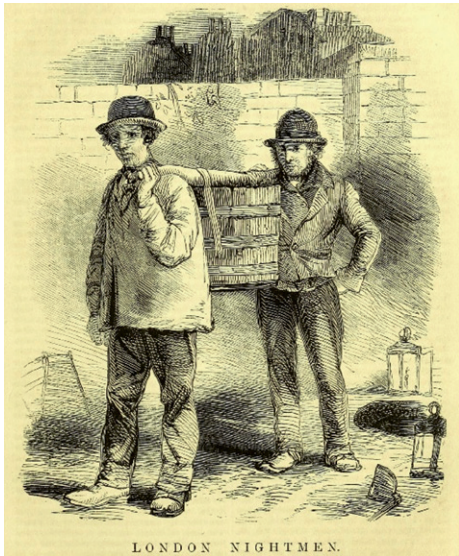
Kamarai törvényünket az Országgyűlés 6 parlamenti frakciója (2 kormánypárti és 4 ellenzéki) ellenszavazat nélkül, 316 igen szavazattal fogadta el a harminc évvel ezelőtti, 1996. június 25-i ülésnapján. Hogyan értesültem erről a jó hírről? Autóban ültem, a 67-es úton, Pécs felé tartottam, a Pollackon állami vizsgabiztosi feladatot kellett másnap ellátnom, így Dávid Zsuzsa kamarai titkárnő szól utánam mobiltelefonon. Az 1996. évi LVIII. törvény a Magyar Közlönyben 1996. július 10-én jelent meg. A köztisztületi Mérnöki Kamara megalapítása a továbbiakban az arra felkészült Mérnök Egylet feladata lett, 19 megyei csoporttal, összesen 8265 taggal.

⁴ Ahol kamarai törvénytervezetünk már készen állt.

■ Veszélyes szenny(víz)kezelés

Londoni disznók, pesti csatornák

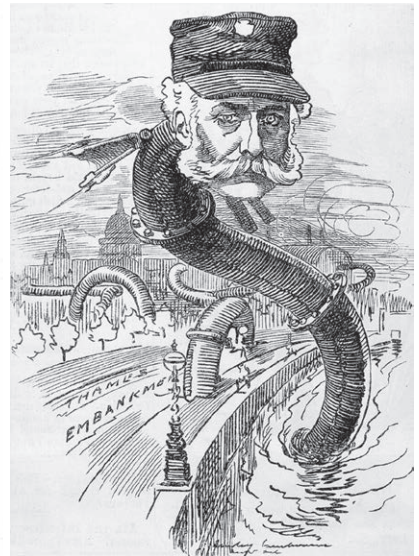
Nagy-Britannia a kísértetek hazája. Minden valamirevaló településnek van legalább egy saját visszajáró szelleme. Az egyszerű, szegényebb települések kísértetei nem túl bonyolultak, olykor szinte viccesek. Valamikor régen egy gonosz, részeges walesi vénasszonyban meggyulladt a pálinka, a faluvégen azóta az ördög a banya füstszagú, kormos lelkével ijesztget.



London éjszakai munkásai Henry Mayhew könyvéből



Faraday és a Temze vén, gonosz szelleme



Bazalgette mint „Csatornakígyó” a Punch satirikus lap karikatúráján, 1883-ban

Laczik Bálint

Napjainkban Hampstead London egyik különösen előkelő kerülete. Politikusok, rocksztárok, írók, színészek és tévés személyiségek laknak itt, a házak sok-sok millió fontos áron cserélnek gazdát. A falusias külváros hangulatos utcái alatt azonban egy bizarr, sötét legenda rejtőzködik. A história a mocsok és betegségek, veszélyes és kétségbeesett munkák korszakára emlékeztet, egy korszakra, amikor London külvárosai és mellékutcai közeli kapcsolatban álltak egy vad, alsó világgal. A Hampstead alatt húzódó sötét és bűzös csatornahálózat labirintusában hajdan hatalmas és nagyon gonosz szörnyállatok éltek.

London mélyén már a Római Birodalom időszakában épültek csatornák. A brit fővárost korábban több kis folyó szelte keresztül-kasul, amelyek azonban az évszázadok során rendre kiszáradtak. A középkortól kezdődően a városi magisztrátus a med-

reket nagyrészt befedette. Az így létesült zárt járatokban máig megvannak az egy volti folyómedrek fölé emelt kőhidacsák.

A folyamatosan gyarapodó lakosság és a város belterületén csúfoskodó istállók, disznóólak természetes melléktermékei mellett hatalmas mennyiségben keletkeztek a hentes, mészáros, tímár, bőrcserző, sintér, a kelméket és mindenféle másokat festő, színező mesterek hulladékai, a mosások, mosogatások, no meg az éjjeliedények tartalmi. Valamennyi befedett csatorna a legrövidebb úton vezette a város bűzös anyagait az egyetlen megmaradt központi folyóba, a Temzébe.

A viktoriánus korszak furcsa nagyvárosi szakmáiról Henry Mayhew (1812–1887) „London Labour and the London Poor” címmel négy vastag kötetet adott ki 1851–61 között. A gazdagon illusztrált összeállítás egyik érdekes szereplője Jack Black volt, aki „Öfelsége patkány- és vakondirtójaként” beszélt tevékenységéről. Mr. Black

kacagtató humorral mesélt a munkája közben elszenvedett patkányharapásokról és a harapásokból származott életveszélyes fertőzéseiről.

Mayhew könyvei máig tanulságos olvasmányok, tökéletesen hitelesítik a brit világbirodalom fővárosának rettenetes, mély nyomoráról tudósító Charles Dickens írta regényeket. A Twist Olivér históriájából ismeretes uzsorás, zsebtolvaj, prostituált szakmák, az utcai mutatványosok, csont- és szivarvégygyűjtők mellett az „éjszakai emberek” jámbor, de roppant kevésbé vonzó hivatásáról is olvashatunk a „Londoni munka és londoni szegénység” oldalain.

A vízőblítéses angol WC első példányát a XVI. században élt brit arisztokrata, Sir John Harington (1561–1612), Erzsébet királynő kedvelt udvaronca építette imádott úrnője richmondi kastélyába.

Az uralkodó személyes használatára készült higiéniai készség nem vált közkeletűvé. A XVIII. században kibontakozó an-

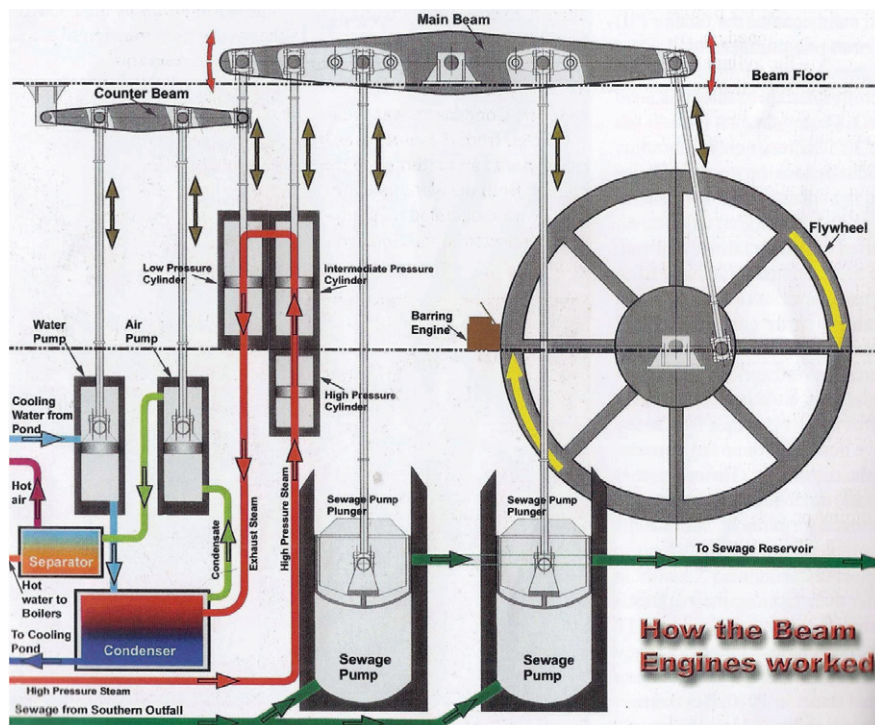
gol ipari forradalom egyik különösen termékeny feltalálója, Joseph Bramah¹ ugyan megalkotta a búzzárral ellátott WC-csészét és az öblítés után önműködően töltődő víztartály szelepet, ám még az 1850-es években is fontos tevékenységet végeztek a londoni „Night men” csapatok.

A városi magisztrátus a felettebb rossz illatú munka végzését csak éjfél-től napkelteig engedélyezte. A csapat „köteľmunkása” („ropeman”) leeresztett egy dőzsát a bűzös hulladékgödörbe, ahol a „lyukmunkás” („holeman”) megtöltötte az edényt. Ezután két „dőzsás” („tubeman”) vitte a terhet egy szekérre, amelynek úti célja a város valamelyik szeméttelpe, trágyadepója vagy trágyakikötője volt, ahol a hulladékot lerakták, esetleg szállítóhajókra pakolták. A munka nemcsak megterhelő, hanem veszélyes is volt, a bomló hulladékok által termelt mérgező gázok gyakran okoztak fulladásos baleseti halált.

A kifejezetten életveszélyes túl- és evi-
lági rémek legszörnyűbb alakjai a fedett
londoni csatornáknak lappangtak. Vala-
mikor régen (állítólag) egy vemhes koca
beesett az egyik csatorna nyílásába és el-
tévedt a sötét, félelmetes alagútszer-
ben. A hely bőségesen ellátta étellel,
malacai megszülettek, és az utódok gene-
rációi idővel egy szörnyűséges, fekete vad-
disznó-mutációt hoztak létre. A hatalmasra
növekedett, gonosz jószágok rettegésben
tartották a csatornákat, melyek iszapjában az
oda belehullott, valamilyen még hasz-
nálható anyagok és tárgyak gyűjtőjétől.

A „tosher”-ek, a viktoriánus Anglia talán legnyomorultabb foglalkozását űzők között lábra kapott sötét legenda nyomán a csatornavadászok fegyverekkel is kénytelenek voltak felszerelkedni. A visszataszító tevékenység azonban viszonylag jó megélhetést biztosított. A személyes beszámolók szerint a csatornavadászat átlagosan napi 6 shilling jövedelmet biztosított – amely a felszínen egy átlagos szakmunkás keresete volt.

A csatornavadász tevékenységet a városi hatóság 1841-ben betiltotta, sőt tekintélyes összegű jutalmat ajánlott fel minden tosher leleplezéséért. Az emberi élet



A Crossness Pumping Station gépezete, lenti képen a jelen állapot.



védelmében hozott rendelkezésnek nem volt sok fogamatja, a bűzös mélységek kutatói továbbra is a csatornában kotlásztak. Jellegetes szerszámuk egy igen hosszú nyelű, erős kapa volt, amely az üledékes ár és iszap túrása mellett életmentő eszközként is jó szolgálatot tett. A csúszós szennyvízben elesve a kapával legtöbbször sikerült valamiben megkapaszkodni és feltápászkodni.

A tapasztalt csatornavadászok jól ismerték azokat a mélyedéseket, ahol általában megakadtak a csatorna áramlásával sodort tárgyak. Ezeken a helyeken pusztá kézzel tapogatva szerencsés esetben különféle címletű réz, ezüst és akár arany-pénzek kerülhettek elő.

A londoni csatornáknál naponta kétszer megjelent az Atlanti-óceán dagályának ha-

tása. Az óvatlan tosher ilyenkor a hirtelen felduzzadt szennylében könnyen megfuladhatott. Hasonló veszély fenyegetett a vezetékek, zsílippek váratlan lezárásakor vagy felnyitásakor is. Az óhatatlan balesetek áldozatait leszámítva azonban a csatornavadászok meglepően hosszú életűek voltak, szinte sohasem betegedtek meg: nyilván a szervezetük különlegesen megedződött munkálkodásuk rettetetes, csatornaiszappal, bűzzel telített világában.

A viktoriánus orvostudomány a járványok terjedését a miazmánknak tulajdonította. Az elmélet szerint mindenféle bomló szerves anyag, a szennyvíz szaga, de akár egy beteg személy kilégzése is fertőzést okozhatott.

London 1831-ben kitört első nagy kolerajárványa 6536 áldozatot követelt. A második, 1848-49-es járvány során 14 137, majd az 1853-54-es pandémiában 10 738 londoni halt meg.

A második járványban John Snow (1813–1859)² londoni orvos észrevette, hogy a Lambeth, Southwark és Vauxhall vízművek

1 Bramah (1748-1814) sok fontos találmánya közül kiemelkedik a hidraulikus prés, valamint az órák koszmák közötti jelentősége is: szörpumpa, a sörárapumpa („beer engine”). 1784-ben szabadalmaztatta a különösen biztonságos lakat mechanizmusát. A lezárt lakat kinyitójának 200 gúnat jelenik meg. Megannyi sikertelen próbálkozás után végül 1851-ben (I) sikerült a díjat elvinni. Alfred Charles Hobbs (1812-1891), az ugyancsak biztonsági zárrakkal foglalkozó amerikai feltaláló 16 napon át, összesen 51 órányi próbálkoztatott a 67 éves brit Bramah lakatát, végül sikeres - felnyitással.

2 A kiváló orvos az éter és kloroform műtėti használatának kifejlesztésében is komoly érdemeket szerzett. A kloroform szülessé kúban érzéstelenítőként alkalmazását sok orvos és az anglián egyház is élesen ellenezte. Viktória királynő azonban megkérte John Snow-t, hogy nyolcadik gyermeke, Leopold születése során alkalmazzon kloroformot. Snow az eljárást a királynő Beatrice lánya születése során megismételte. A szülészet érzéstelenítéséhez kúri elfogadása ezután kezdődött el – amai is inkább, hogy az anglián egyház vezetője a mindenkirő bírt utakodó...

által ellátott területeken a halálozási arány számottevően magasabb volt, mint másutt. Snow a kolera terjedéséről 1849-ben egy tanulmányt jelentetett meg. Ebben a miazma elmélettel szemben a betegség terjedését a fertőzött víznek tulajdonította; a cikket a szakemberek teljességgel figyelmen kívül hagyták. Az 1854-es kolerajárvány során Snow azonban egyértelműen bizonyította, hogy a járvány kiinduló pontja egy szivárgó csatorna szennyvizével folyamatosan fertőzött közkút. Miután az orvos a kutat lezárta, a környéken a halálesetek száma ugrásszerűen lecsökkent.

1855-re a járvány ugyan véget ért, ám a londoni higiéniai viszonyok mit sem változtak. A szennyező üzemek és a vízöblítéses WC-k száma gyorsan nőtt, a csatornák rohamosan szaporodó, bűzös anyagaikat pedig mindenfajta tisztítás nélkül szállították a Temzébe.

1855 júliusában Michael Faraday levelet írt a „The Times”-nak a Temzén tett hajókirándulása aggályos tapasztalatáról. A kor legtekintélyesebb brit tudósa kissé megnevedesített fehér kartonlapokat dobált a folyóba. A lapok mielőtt csak egy hüvelyknyit is süllyedtek, a szennyezett víz átlátszatlansága miatt eltűntek a szeme elől. A levél nyomán a „Punch” satirikus magazinban karikatúra jelent meg, amelyen Faraday névjegykártyáját nyújtja Thames atyának, a folyó rusnya szellemének. A rajz aláírása: „És reméljük, hogy a piszkos fickó konzultálni fog a tanult professzorral.”

1858 nyarán korábban soha nem tapasztalt hőhullám telepedett Dél-Angliára. A meleg olyan tűrhetetlen volt, hogy – mint korábban erre példa nem volt – a Westminster Hall bíróságain az ügyvédeknek engedélyezték parókájuk levételét.

Faraday aggodalmait igazolódtak. A minden korábbit meghaladó hőség és szárazság következményeként a csatornában és a Temzében leülepedett, rengeteg bomló szerves anyag szörnyű szaga elárasztotta a Londont. Az angol főváros 1858 nyarára, mint a nevezetes „Nagy Bűz” („Great Stink”) időszakára emlékezik.

A folyó vize sűrű, sötétbarna zagylé gyanánt, éppen, hogy csak csordogált. A borzalmas szag miatt a Parlament redőnyeit mészkloriddal itatták át – ám ez nem sokat segített. Egy alkalommal Benjamin Disraeli (1804–1881) miniszterelnök a parlament bizottsági üléséről menekülni kényszerült. A kormányfő arcához zsebkendőt szorítva

tántorgott ki a teremből, a benn maradtak mindegyike hányingerrel küszködött.

1858. július 15-én Disraeli benyújtotta a Parlamentnek a tarthatatlan helyzet rendezését célzó javaslatot, és az augusztus 2-án már törvényerőre is emelkedett.

Joseph Bazalgette (1819–1891) a viktoriánus Britannia elismert építőmérnöke volt. Nagypapa elszegényedett francia szabómesterként munkálkodott, majd aztán a walesi herceg, a későbbi IV. György király főszabója lett. A gyorsan meggazdagodott szabó leszármazottjai kiváló képzésekben részesültek. A tehetséges és roppant szorgalmas Joseph unoka mérnöki tanulmányokat végzett, majd kül- és belföldön számos vasút és vízepítési munkán szerzett tapasztalatot. 1842-ben saját tervező és tanácsadó irodát nyitott, 1856-ban pedig a legtekintélyesebb mérnök, Isambard Kingdom Brunel támogatásával a Metropolitan Board of Works (a Fővárosi Munkálatok Tanácsának) főmérnökévé lépett elő.

A „Nagy Bűz” ihlette városrendezési törvény nyomán Bazalgette hamarosan megkezdte London hatalmas, új csatornahálózatának tervezését és építését. A munkálatok 1859-től 1875-ig folytatódtak. 1887-re teljesen megszűnt a szennyvíz a Temzébe bocsátása.

Bazalgette grandiózus műve nem csupán a szennyvízelvezetés javítását tartalmazta. A nagyszabású rendezés során a Temze-parti töltései, csatornák és metróalagutak, valamint új közlekedési utak is készültek. Bazalgette tervezte és állította rendszerbe a Temze két partját összekötő Woolwich Free Ferry ingyenes gőzkompjait is. A roppant népszerű műszaki felsővezető hatalmas munkabíráásával, személyesen ellenőrizte és minősítette a csatornahálózat valamennyi csatlakozását. Az élclopokban gyakran szerepeltek jellegzetes, hatalmas pofaszakállas és bajszos, ám a legkevésbé bántó karikatúrái. A londoni rendszer sikere nyomán Bazalgette több európai nagyváros csatornázásának fejlesztésére kapott megbízást. A kiváló szakembert Viktória királynő 1875-ben lovaggá ütötte, 1885-ben (az immár) Sir Bazalgette a brit építőmérnöki testület, az Institution of Civil Engineers elnöki címét is elnyerte.

A „Csatornák Királya” sírboltjának felirata: „Flumini vinculat posuit” (kötelezettséget rótt a folyóra) klasszikus tömörséggel fogalmazza meg Bazalgette munkásságának lényegét.

Az új szennyvíz rendszer kialakítása során 165 mérföldnyi régi főcsatornát újított fel, 82 mérföldnyi új gyűjtőcsatornát, valamint 1100 mérföldnyi új utcai csatornát épített. A munkálatok során 3,5 millió köbyard földet termeltek ki, 318 millió téglát és 80 000 köbyard beton építettek a műtárgyakba.

A nagyszerű mérnöki létesítmény a Temzét a világ legpiszkosabb városi vízi útjából a legtisztábbá változtatta, és csatornái ma is London szennyvízrendszerének alapját képezik.

Különösen nagy jelentőséget kapott a csatornarendszer négy új, hatalmas szivattyútelepe. Az 1865 és 1868 között épült Abbey Mills szivattyúállomást a lelkes kortársak „A Szennyvíz Katedrálisának” nevezték el. Agörög kereszt alaprajzú épület egyaránt tartalmazza a gótikus olasz és az ortodox orosz templomok stílusjegyeit. A sárga téglából épült falakat kék és piros téglaminták között faragott kőburkolat díszíti, a gépcsarnokot oszlopok, boltívek és aprólékos, színezett vasmunkák elképesztő sokasága ékesíti.

A Crossness Pumping Station épületében négy szivattyú egység dolgozott. A szivattyúkat működtető hatalmas, lassú járatú gőzgépeket Bazalgette tervei alapján a James Watt & Co gyártotta. (A céget a nagy feltaláló és üzlettársa, Mathew Boulton 1795-ben alapították. A vállalkozás 1892-ig Watt nevével működött és kizárólag gőzgépeket készített.)

A szivattyúállomások triplex rendszerű gépeiben három gőzhenger dolgozott. A kazánból érkező friss gőz munkavégző képességét először a nagy nyomású munkahengerben fejtette ki. A nagy nyomású henger dugattyúlökeete végén a még jelentős hőkapacitású gőz a középnyomású, végül a kisnyomású henger dugattyúját hozta mozgásba. A dugattyúrudak a legkorábbi „ösgőzgépek” jellegzetes egysége, a mérleghintaként billegő himba egyik oldalához kapcsolódtak. A himba csuklós rúdjai két hatalmas szennyvíz szivattyú dugattyúit és a gép egyenletes, folyamatos járását segítő lendkereket hajtották meg.

A szivattyúk továbbították a csatorna főgyűjtő vezetékből az elvezető csőbe a szennyvizet. Az alacsony nyomású henger dugattyúrúdja a segédhumba közvetítésével mozgatta a gép légsűrítőjét és vízszivattyúját.

Ugyanezek a konstrukciók hajtották a több lépésben tisztított szennyvizet végül a Temzébe átemelő szivattyúkat.

A Crossness-i szivattyútelep épületében négy gőzgép dolgozott. A „Victoria”, „Prince Consort”, „Albert Edward” és „Alexandra” nevezetű gépek egyenként és perceként 11 lökettel, 1500 gallon (6800 liter) szállító teljesítménnyel dolgoztak, ehhez kazánjaikban évente 5000 tonna walesi szenet égettek el.

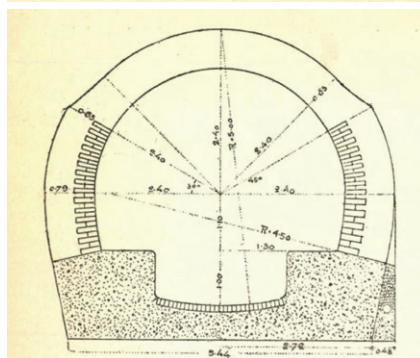
A crossnessi üzem kezdetben csupán a nyers szennyvizet emelte át a Temzébe, majd a folyó szállította a tengerbe. 1882-ben született egy királyi bizottsági határozat arról, hogy a szennyvízben található szilárd anyagokat válasszák szét, és csak a megtisztított folyékony részt engedjék a folyóba. 1891-ben a szivattyúüzemhez derítő medencéket építettek, a kinyert csatornaiszapot gőzhajókkal szállították el, majd a Temze torkolatában a tengerbe öntötték ki.

A szivattyúgépházak, a viktoriánus vasműkatedrálisok gőzüzemét idővel dízel-motoros meghajtás váltotta fel. A crossnessi szivattyútelepet 1950-ben bontani kezdték. A gyönyörű gőzgépek legértékesebb színesfém alkatrészeit leszerelték, a többi szerkezetet és az épületeket pusztulni hagyták. Húsz évvel később azonban az illetékes hatóság az egész együttest első osztályú műemlékké minősítette és felvette a veszélyeztetett nemzeti örökségek nyilvántartásába. Az 1980-as években végzett igen gondos munkának köszönhetően sikerült teljes szépségében restaurálni a páratlan ipari remekművet.

Az eredeti gőzkazának ócskavasba kerültek. A világ legnagyobbként megmaradt és működőképes állapotba helyreállított himbás gőzgépét egy utólag beállított apró kazán táplálja. A szivattyúk nem emelnek már szennyvizet, a kis kazán csupán a gép hatalmas részeinek terheletlen, ám roppant látványos mozgását biztosítja.

A sok millió angol fontba kerülő helyreállítás befejeztével 2016-ban a viktoriánus mérnöki munka dicső emlékműve megnyílt a látogatók előtt.

„Tekintetes főpolgármester úr! Van szerencsém ezennel egy tervezetet, térrajzok, átmetszet- és költségelőirányzattal, Pest városa javított víz lecsapolása és a Dunának a város közelébeni tisztántarthatására, a város tekintetbevétel végett előterjeszteni, melyet Sir Morton Peto úr és társai megkeresése folytán a viszonyok, magassalatok, valamint minden e tárgyra befolyással levő tényezők beható tanulmányozása



A közös főgyűjtő keresztmetszete

A pesti városrész fő gyűjtőcsatornái

Bazalgette három főgyűjtő csatorna építését javasolta: kettőt a Duna közelében levő mélyen fekvő területek, egyet a magasabb fekvésű részek szennyvizeinek gyűjtésére, majd a Haller utcához közeli szivattyútelepre továbbításához. Az első tervváltozat közös rendszerben, a házi és ipari szennyvizet a csapadékkal együtt kívánta szállítani

Új gyűjtő és lefolyó csatornákkal, a kifolyók mélyebbre helyezéseivel, valamint az alacsony Duna-vízállás esetén átemelő szivattyúk telepítésével a gondok megoldhatók lesznek. A csatornarendszer fejlesztése mellett okvetlen szükséges a Duna szabályozása, különösen a meder mélyítése – summázta az angol mérnök költségtervvel is ellátott javaslatait.

1873-ban egyesült Buda, Pest és Óbuda. Budapest első átfogó, az egész városra kiterjedő csatornázási tervét Reitter Ferenc (1813–1874), a Fővárosi Közmunkák Tanácsa szakosztály főnöke készítette el. A pesti oldal Bazalgette-féle tervét Reitter szinte változtatlanul emelte be a saját munkájába.

A mindmáig Budapest szennyvízkezelésének gerincét alkotó nagy szelvény keresztmetszetű főcsatornák, a szivattyútelepek és a váratlanul felbukkanó, hatalmas mennyiségű csapadék kezelésére szolgáló vészkiömlők építése csak 1889-ben indult el, és 1910-ben ért véget.

A csatornákra és különösen azok építőire ritkán gondolunk. No és persze a lábunk alatt, a mélységes alagutakban sem leselkednek már gonosz fenevadak, nem keresgélnek rongyos, szegény emberek. Vagy ki tudja?...

után készítettem.” Így kezdődik Sir Joseph Bazalgette, London város főmérnökének Gamperl Alajos pesti polgármesterhez benyújtott előterjesztés.

Az 1867-es kiegyezést követően Pest lélekszáma rendkívül gyorsan nőtt. A város csekély szállítóképességű, korszerűtlen csatornarendszere mindinkább fenyegető probléma lett. A pesti halálozások aránya jelentősen magasabb volt a modern csatornarendszerrel ellátott európai nagyvárosokénál. Londonban évente 23, Pesten – járvány mentes időszakban – ezer lakosra 38 haláleset jutott.

A pesti csatornák kifolyó nyílásai a város középső részén helyezkedtek el, az év legnagyobb részében a Duna vízfelszíne alatt voltak. A vezetékek nem tudtak ürülni, tartalmuk megállt és a bomló, rothadó anyag a talajba szivárogva a fúrt kutak vizét szennyezte. A vezetékes vízhálózat kiépítése előtt a lakosság legnagyobb része pedig ilyen kutakat használt. A meglehetősen rendszerességgel felbukkanó járványok terjesztésében a rossz csatornáknak komoly szerepe volt.

Emészthető közgazdaságtan



Evtizedek óta a szabadpiacot, a piacgazdaságot tartjuk optimális gazdasági berendezkedésnek – az egysíkú azonban, ahogy az étkezésben, úgy a gondolkodásban sem egészséges. Miért lett a répa narancssárga, és mit tanít ez nekünk az innovációról? Miként válhat manapság is „banánköztársasággá” egy multinacionális vállalatoknak szabályozás nélkül teret adó ország? Hogyan alapozta meg a rozs (és Bismarck, a szocializmus legnagyobb ellensége) a világ első jóléti államának kialakulását? E kérdésekre igyekszik választ adni Ha-Joon Chang, a londoni SOAS Egyetem Közgazdaságtudományi Karának oktatója és kutatója, a világ egyik vezető közgazdásza.

A HVG Kiadó révén a mítoszromboló, szellemes és elgondolkodtató *Emészthető közgazdaságtan – Egy éhes közgazdász elmagyarázza, hogyan működik a világ* című művében az összetett történelmi, gazdasági és társadalmi folyamatok összefüggéseit úgy elemzi és teszi „fogyaszthatóvá”, hogy a világ minden tájáról származó ételekről szóló történetekkel fűszerezi. Miközben őszintén vall a csokoládéfüggőségről, vagy arról ír, hogy a szardella a világon a legtöbbet és legváltozatosabban felhasznált halfajta, sokat tanulhatunk a globalizációról, éghajlatváltozásról, bevándorlásról, megszorításokról, az automatizáció térnyeréséről, a posztindusztriális tudásalapú gazdaságokról, a kapitalizmus és a szabadság összefonódásáról. A könyv segít megérteni a kapitalizmus és a szabadság összefonódását, valamint azt, miért elengedhetetlen, hogy tisztában legyünk a gazdasági folyamatok hátterével. Ha jobban átlátjuk ezeket az összefüggéseket, felkészültebben nézhetünk szembe a jövő kihívásaival.

A megújulás kora

Az épített örökség múltunk lenyomata és jelenünk fontos része. Kulturális örökségünk e szegmensének megóvása, megújítása közös felelősség: az építészeti törvény szerint az örökség megőrzése és gyarapítása kiemelt közérdekként az állam feladata. Az elmúlt időszakban olyan jelentős örökségvédelmi beruházások történtek, amilyenekre korábban nem volt példa. A helyreállítások és felújítások sorát reprezentatív album foglalja össze és tes-



szí közkinccsé a TERC Szakkönyvkiadó és Genius Loci Építészeti Alapítvány gondozásában: *A megújulás kora – Magyar műemlékek a Kárpát-medencében 2010 után* című, gazdagon illusztrált, ötszáz oldalas könyv az egyes épületeket, illetve azok felújítását fotókkal és szakmai, de közérthető leírásokkal mutatja be, válogatást adva az elmúlt tizenöt év műemlékvédelmi munkájából. Az album tájegységi bontásban mutat be 383 megújított műemléket és műemlékegyüttest a Nyugat-Dunántúltól a Balaton vidékén és Észak-Magyarországon át Erdélyig. Budapest és az attól építészeti karakterben és így műemlékeinek jellegét tekintve is eltérő Pest megye külön egységként szerepel. Az egyes épületek egyfajta súlyozással, különböző léptékben, illetve terjedelmekkel jelennek meg a műben. Az albumon 130 szakember, köztük egy szűkebb, 30 fős szerkesztői csapat dolgozott, Szende András tájépítész, településmérnök, műemlékvédelmi szakmérnök mint főszerkesztő vezetésével.

Egy diszkrét matematikus

A Magyar Tudományos Akadémia támogatásával, a Typotex Kiadó gondozásában jelent meg az *Egy diszkrét matematikus – Beszélgetések Lovász Lászlóval* című kötet. Az 1948-ban, Budapesten született Lovász László matematikaprofesszor, korunk egyik legkiemelkedőbb matematikusa, az elméleti számítógéptudomány világhírű kutatója, 2006–2011 között az Eötvös Loránd Tudományegyetem Matematikai Intézetének igazgatója, valamint 2014–2020 között az MTA elnöke volt. A kétezres évek elejétől a kombinatorikus optimalizáció területén ért el kiemelkedő eredményeket. Több mint kétszázötven tudományos publikáció és kilenc könyv szerzője vagy társszerzője.

A könyv szerzője, Staar Gyula matematika-fizika szakos középiskolai tanár, tudományos újságíró, a Természet Világa folyóirat 1990–2017 közötti főszerkesztője több mint négy évtizeden át, 1979-től 2022-ig készített mélyinterjúkat Lovász László kutatóval. A beszélgetésekből kibontakozó portré és pályáiv nem csupán egy rendkívüli tudós életútját rajzolja meg a „Fazekas-jelenségtől” a fiatalon (1979-ben) elnyert magyar akadémikusi címen keresztül a matematika Nobel-díjaként emlegetett Abel-díjig (2021), hanem egy barátságos és őszinte embert is megmutat. Mindeközben Lovász László a tudományos vezetői feladatok vállalásától sem riad vissza. Az időrendbe szerkesztett interjúkat olvasva a diszkrét matematika, a számítástudomány és a hálózatkutatás alapját adó terület látványos fejlődését is nyomon követhetjük. Egy kivételes tudású magyar matematikus és példaképnek tekinthető ember története tárul fel a kötet lapjain.



Tisztelt Kollégák!

Tájékoztatjuk Önöket, hogy a Magyar Mérnöki Kamara korábbi honlapja, az mmk.hu kivezetésre kerül, **az oldal tartalmai nem frissülnek.**

A jövőben minden hivatalos tartalom, szolgáltatás és funkció kizárólag a köztestület új portálján, a mernokvagyok.hu weboldalon frissül.

Az új weboldal a megszokott módon minden információt és szolgáltatást biztosít tagjaink számára.

Észrevételét vagy kérdését az info@mmk.hu címen fogadjuk.

Együttműködésüket köszönjük!

Magyar Mérnöki Kamara

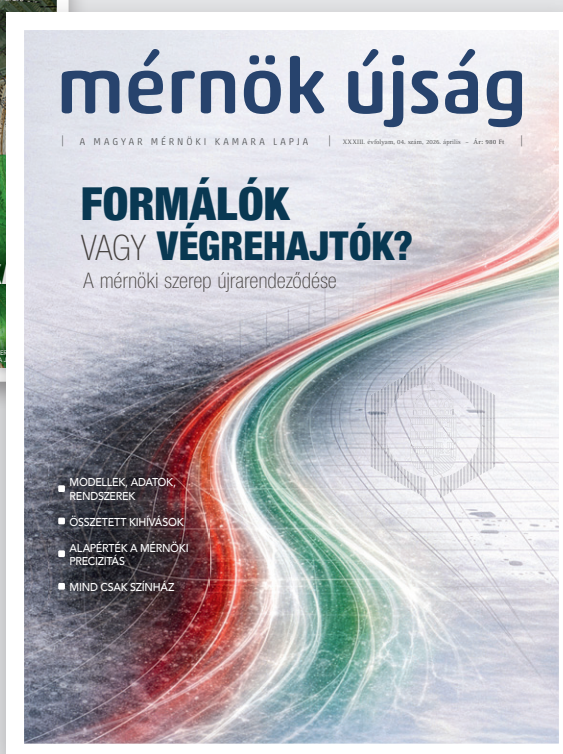


mérnök újság

| A MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA LAPJA |

A lap az MMK hivatalos orgánuma, havonta 28 000 kamarai taghoz jut el.

Jól megszokott és közkedvelt tartalmi felépítéssel szakpolitikai kérdésekben is irányadó, hivatkozási alapként szolgáló, politikailag független közéleti magazin immár több mint 30 éve.



A mernokvagyok.hu a Magyar Mérnöki Kamara új digitális projektje, mellyel a már jól ismert kamarai honlap mellett egy új, színesebb hírportállal szeretne a mérnökök szolgálatába állni.

| HIRDETÉSI INFORMÁCIÓK: DULKA.AGNES@MMK.HU |