

mérnök újság

| A MAGYAR MÉRNÖK

12. szám, 2025. december – Ár: 980 Ft |

Naplás-kilátó

A TORONYSISAK

■ ÚJ KORSZAK
KAPUJÁBAN

GONDOLKODNI JÓ! ■

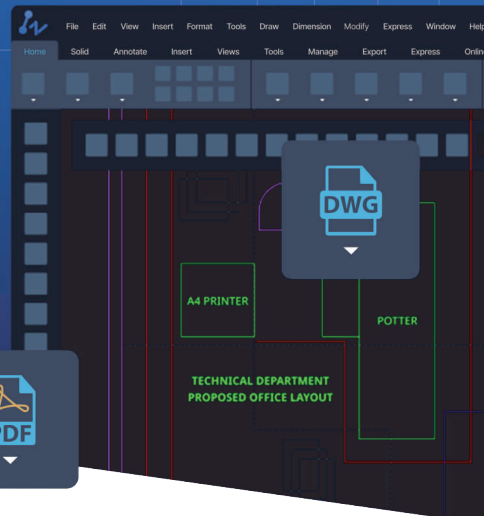
BIZTONSÁG
A MŰTŐKBEN



ZWCAD

Csodálatos dolgokat alkotunk!*

*Több, mint 5.000 magyarországi felhasználó!



Áttekintés

A ZWCAD egy hatékony CAD megoldás 2D-s rajzoláshoz és 3D-s navigációhoz. Teljesen kompatibilis a DWG-vel, így zökkenőmentes együttműködést biztosít az iparágak között. Intuitív felületével, hatékonyságnövelő eszközeivel és mesterséges intelligencián alapuló funkcióival a ZWCAD segít a szakembereknek az intelligensebb és gyorsabb tervezésben.

Jellemzők

Zökkenőmentes kompatibilitás

A ZWCAD magas szintű DWG kompatibilitást kínál és számos más fájlformátummal is zökkenőmentes együttműködést biztosít. Az ismerős felület lehetővé teszi, hogy azonnal elkezdhesen dolgozni anélkül, hogy el kellene sajátítania a program működését. Az átállást segítő eszközünkkel könnyedén áthozhatja fájljait a ZWCAD-be, például a saját betűtípusokat, nyomtatási konfigurációkat és sraffozási mintákat.

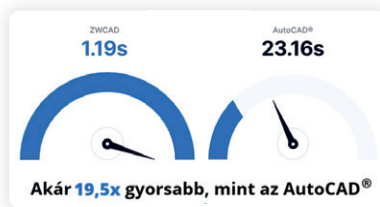


Hatékony funkcionalitás

Szoftverünk minden olyan funkcióval rendelkezik, amire szüksége lehet a munkavégzéshez. De ez még nem minden: olyan további funkciókat is beépítettünk, mint a Flexiblock, amelyek segítenek könnyedén kezelni az összetett feladatokat. Innovatív Smart funkcióinkkal pedig minden eddiginél hatékonyabbá teheti munkafolyamatait.

Hihetetlenül gyors működés

Egy jó szoftver nem várakoztatja a tervezőt. A ZWCAD zökkenőmentes élményt nyújt a tervezés bármely szakaszában a többmagos processzorok és a hardveres gyorsítás kihasználásával. A fájlok megnyitásától a kijelölésen, mozgatáson, pásztázáson és zoomoláson át a mindennapi műveleteink páratlan sebességgel száguldanak.



Szakmai alkalmazások

A ZWCAD több, mint 400 szakmai alkalmazással képes együttműködni, melyek különböző iparágak szakembereit támogatják. (LISP, VBA, ZRX, .NET)



Örökös licenc

Így csak egyszer fizetsz, és örökre tiéd a szoftver használati joga. Nincs kötelező előfizetési díj. Szoftverfrissítés bármikor lehetséges! Egyedi vagy hálózatos licenclés.

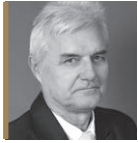
Karácsonyi kedvezmény: -15%
Kamarai kedvezmény: -10% (extra)

CAD-design Kft. <https://zwcad.hu/> +36 30 644 2006





Jövőt tervezni a válság peremén



Wagner Ernő MMK-elnök

Karácsony közeledtével hajlamosak vagyunk a fényt keresni – vagy legalábbis azt hinni, hogy mindaz, ami körülvesz, talán mégsem annyira sötét. De idén az ünnepi fények árnyéka hosszabb. Olyan időszakba érkezünk, amelyet a magyar mérnöktársadalom az elmúlt évtizedekben aligha tapasztalt: ingadozó építőipar, feszített költségvetés, elapadó beruházási források. Ez nemcsak statisztikai realitás, hanem mindennapi tapasztalat: megszorított cégek, irodák, elhalasztott fejlesztések, kiváráó állapotba dermedt szerződések, befagyott kifizetések. Amit eddig türelemmel viseltünk, arról most ki kell mondanunk: változtatnunk kell rajta – közösen, felelősen, szakmai alapon.

A szervezet, ha meggyengül, terápiát igényel – regenerálni kell. De nem kell hozzá kemoterápia. Nem égethetünk le mindent, csak hogy a romokon rendet hirdessünk. A megtisztulásnak célzott, arányos, méltányos, és – mindenekelőtt – szakmai logikát követő módon kell végbemennie. Ne vesszen el minden: csak az, ami valóban hibás. Ne díszlet legyen a változás, hanem szerkezet. A reform ugyanis nem plakátszlogen, hanem alkotmányozás a szakmai hétköznapiakban. Mert hiába csillog egy elismerés, ha nincs mögötte a reálértelmiség egészére ható rendszer: valódi reform, valódi intézkedések, valódi eredmények, a formához tartalom (is!). A mérnöki tudásnak meg kell kapnia azt az elismerést, ami jár neki. Fontos volna, hogy a minőségi munkát végzők diplomája – ha nem is doktori címmel, de a nemzetközi hagyományokhoz méltón például Dipl. Ing. megjelöléssel – egyértelműen mutassa a kompetencia magas szintjét. A társadalom csak akkor fog hinni a mérnöki pályában, ha látja: az ország problémáira nemcsak rövid távú döntések, hanem tartós, mérnöki gondolkodásra épülő megoldások születnek.

Ha szeretnénk hinni a leibnizi optimizmusnak, hogy „ez a létező világok legjobbika”, a hithez akkor is tettek kellenek. És ha valamit nem lehet részmunkaidőben csinálni, az a jövőtervezés. Carpe diem? Igen! De a kérdés így folytatódik: et quid cras fiet? – és holnap mi lesz?

A kamaránk megújulásának első felvonása kétségtelenül jó kezdet volt. Beengedett egy adag friss levegőt: új szemléletet, új energiát. De az asztalon maradt a nagyobb feladat: tovább kell lépünk abból a társadalmi karanténból, amelyben sokan érezzük magunkat, és meg kell mozdulnunk abba az irányba, amerre a mérnöktársadalom va-

lódí küldetése mutat. Mert a magyar társadalomnak van egy olyan értelmiségi csoportja, amelyben soha nem csatlakoztatott: a mérnökök közössége.

Mi mindig úgy építettünk, ahogy ígértük. Amit a papírra rajzoltunk, az ott van a gépben, a hídban, az alagútban, a tartószerkezetben. Nem terveztünk illúziót, még akkor sem, ha jólesne elhinni, hogy – ritka kivételtől eltekintve – a teljes „szepelítelenség” és a felelős „gyermekvállalás” egyszerre, minden (fájdalmas) következmény nélkül lehetséges. Mondjuk ki bátran: mi nem rajzoltunk hamis ívet. Tiszteljünk a logosz mögötti humán ethoszt, de a pusztá ide-alizmus, mely gyakran elfeledkezik a fizikai valóságról, nem helyettesítheti a mérnöki következetességet. Éppen ezért ne hagyjuk magunkat önjelölt percproféták által eltéríteni a helyes szakmai iránytól.

Mi a valós teljesítményben hiszünk, nem a szavak mágijában. A szakmai tartalom és a valós hozzáadott érték nem szorul rá az üres zsargon álcájára: „Kerüljük a soft skillekkel prezentált best practice alignmenteket, pedig elvben kimalcolhatnánk az erőforrás-hatékonyságot, és ezáltal ténylegesen boostolhatnánk a stakeholderségünket.” Nem bízhatjuk magunkat az efféle makutyi dumákra, mert tudjuk, hogy a jövő is a mi kompetenciánk. A tehetség adott. A szorgalom adott. A tisztesség adott.

Most két dolog hiányzik: egy ország, amely hajlandó kérdezni, és egy döntéshozói kör, amely nyitott arra, hogy meghallja a szakma válaszait. Ha ezek megvannak, a részünkről minden más rendelkezésre áll.

A válság tehát nem csak zárójel. Lehet felkiáltójel is. Lehet az a pont, ahol újra felépítjük magunkat. Ahol nem visszahúzódnunk, hanem kilépünk – új jövőképpel, új kompetenciákkal, új hitelességgel.

Ez a karácsony talán nem a tökéletes biztonság ünnepe lesz. De lehet a remény és a jövőbe vetett szakmai önbizalom ünnepe. Hogy mi tudjuk és hisszük: van feladatunk. Hogy tudjuk és hisszük: van tudásunk, van erőnk. És hogy látjuk, mert visszatekintünk: van hová visszatekintenünk – van értelme dolgoznunk azon a jövőn, amelyben majd mások (a mieink) biztonságban élhetnek.

A magyar mérnököknek van jövőképük. És van erejük meg is tervezni. Most azon múlik minden, hogy lesz-e, aki igényt tart erre a jövőre. Mert két dolog kell: egy ország, amely hajlandó kérdezni, és egy döntéshozói kör, amely kész meghallani. Ehhez csak a biztatásunk adhat erőt: *Kérdezze mérnökét!*

Áldott ünnepet,
békés karácsonyt kívánunk
minden Olvasónknak
ezzel a dallal:



TARTALOM



10

Digitalizáció és minőség: a jövő állami beruházásainak kulcsa

Dányi Gábor miniszteri biztos szerint a beruházási törvény és a hozzá kapcsolódó rendeletek már most mérhető eredményeket hoztak.



16

Felhő, OpenBIM és AI

A mesterséges intelligencia mint asszisztens, gyorsító, ellenőrző vagy optimalizáló eszköz hasznos és népszerű segítője lesz a mérnöki rutinmunkának – mondták el év végi kerekasztal-beszélgetésünk résztvevői.



38

A toronysisak

Egy életveszélyessé vált szerkezet újjáélesztése során helyi és határon túli szakemberek példás együttműködése tette lehetővé, hogy a templom tornya újra teljes pompájában emelkedjen a város fölé.



41

Növekvő felelősség

Műszaki vezetők és műszaki ellenőrök az MMK tagjai között.



44

Biztonság a műtőkben

A műtői környezet, bár a gyógyítás és életmentés helyszíne, számos komplex és egymással összefüggő kockázatot rejt magában mind a betegek, mind az egészségügyi személyzet számára.

48

A kiköltözések és a térhasználat változásai

A budapesti agglomeráció Magyarország legnagyobb növekedési zónája...



53

Gondolkodni jó!

Keszthelyi Gabriella PhD matematikus eredetileg dinamikai rendszerekkel és kaoszelmélettel foglalkozott, ám az utóbbi években egyre inkább az foglalkoztatja, hogyan érzékelik, értik – vagy éppen értik félre – az emberek a valószínűségeket.

Wagner Ernő

Jövőt tervezni a válság peremén

3

A HÓNAP ESEMÉNYEI

6

MOZAIK

8

INTERJÚ

Dubniczky Miklós

Digitalizáció és minőség:

a jövő állami beruházásainak kulcsa

10

Beszélgetés Dányi Gábor miniszteri biztossal

FÓKUSZ – MÉRNÖKI SZOFTVER

Dubniczky Miklós

Felhő, OpenBIM és AI

16

Kerekasztal-beszélgetés a tervezőmunka jövőjéről

Dubniczky Miklós

A mérnöki gondolkodás új paradigmája

20

Technikai, etikai és társadalomtudományi dimenziók

Dr. Vörös Fanni

Gyors szkennelés mozgás közben

– merre tart a terepi adatgyűjtés?

22

Cél az adatok minél gyorsabb integrálása a műszaki döntéshozatalba

Magay Dániel, dr. Juhász Tamás

Új korszak kapujában

26

A mesterséges intelligencia hatása

a tartószerkezeti tervezésre – 3. rész

PIAC

Dr. Szilágyi Zsombor

Orosz földgáz Európában

32

Várhatóan megváltoznak az eddigi importszerződések szereplői

PRAXIS

Dr. Hegyi Dezső

Naplás-kilátó

35

Díjnyertes szerkezet

Vidra Sándor

A toronysisak

38

„Van értelme építeni. Fölfelé nézni. És hinni”

Dr. Kukai Tibor – dr. Szabó Éva

Növekvő felelősség

41

Műszaki vezetők és építési műszaki ellenőrök

Ifj. Pólya Endre

Biztonság a műtőkben

44

Morális kötelezettség és pragmatikus igény

Lelkes Mihály

A kiköltözések

és a térhasználat változásai

48

Budapest és az agglomeráció

Augusztinovicz Fülöp

Rezgések és hangok

50

Új utak az akusztikai és rezgéstani kutatásokban és fejlesztésekben

EGYETEMES

Rozsnyai Gábor

Gondolkodni jó!

53

Beszélgetés Keszthelyi Gabriella matematikussal

Búcsúszunk

56

Könyvajánló

58



A MAGYAR
MÉRNÖKI KAMARA
HIVATALOS LAPJA

MAGYAR MÉRNÖKI
KAMARA

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 Mérnöki 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.mernokvagytok.hu

Megjelenik havonta • Tagdíjazott kamarai tagok ingyen kapják, másnak előfizetési díj egy évre: 5600 Ft • Magyar Mérnöki Kamara, 1118 Budapest, Budaörsi út 125/A

Ügyfélszolgálat: +36-1/455-7080 • Nyilvántartási szám: B/SZ 12344/1994 • ISSN 1218-5450 • Nyomda: EOS Zrínyi Zrt., 2600 Vác, Nádas utca 8.

Felelős vezető: Csontos Csilla vezérigazgató • Minden jog fenntartva! • Lapunk következő száma 2026. február 13-án jelenik meg.

IMEDIA

MMK-küldöttgyűlés



A Magyar Mérnöki Kamara november 21-én, a Lurdy Ház konferenciaközpontjában tartotta idei második küldöttgyűlését. Az országos köztestület nagyrendezvényén a szavazásra jogosult 184 küldöttből 120-an vettek részt, a levezető elnök pedig ezúttal is Csohány Kálmán volt.

Wagner Ernő MMK-elnök részletes, a májusi tisztújító küldöttgyűlés óta eltelt időszak kamarai eseményeit összefoglaló tájékoztatója, valamint a küldöttgyűlés tisztségviselőinek megválasztását és a napirend elfogadását követően Zubor András főtitkár terjesztette elő az MMK 2025. évi költségvetési tervének módosítását. Az előterjesztést a kamara legfőbb döntéshozó fóruma ellenszavazat nélkül fogadta el. Következő napirendi pontként tárgyalta a küldöttgyűlés a 2026. évi kamarai díjrendszert, majd az MMK jövő évi költségvetési tervét – az előterjesztéseket ugyancsak ellenszavazat nélkül fogadták el a küldöttek.

A küldöttgyűlés a továbbiakban elfogadta a szakmagyakorlási szabályzat 2. mellékletének módosítását, valamint a szakmai címek ügyrend előterjesztés szerinti módosítását, illetve döntött arról is, hogy a mérnöki kamara igazságügyi szakértői tagjai részére szakmai kollégiumot hoz létre.

A munkaülés utolsó napirendi pontként tárgyalta a másodfokú etikai-fegyelmi bizottság előterjesztését az etikai-fegyelmi szabályzat módosításáról – az ÉKM kérésének eleget téve a bizottság meghatározta a „kamarai közérdek” fogalmát. A küldöttterkezetlet rövid vita után úgy döntött, ülés tartása nélküli határozathozatal keretében dönt majd a javaslatról.

Modern tűzvédelmet kapott az ország legnagyobb gázerőműve

Egységesítették és modernizálták a korábban széttagoltan működő, épületenként különálló tűzvédelmi rendszereket a Dunamenti Erőműben. A fejlesztés első ütemében, 2024-ben összesen kilenc tűzjelző és hét oltásvezérlő központot telepítettek, amelyeket egy felhőalapú megoldás köt össze. Így az üzemeltetők valós időben tudják követni az egyes központok és tűzjelző készülékek aktuális állapotát. Ellenőrizhető például, mikor történt az egyes eszközök kötelező éves tesztelése, és bármikor lekérdezhető a digitális eseménynaplók. Emellett beállítható, hogy akár mobilon, asztali böngészőn keresztül, push értesítések vagy SMS, e-mail formájában informáljon az alkalmazás az eseményekről, például egy érzékelő kikapcsolásáról vagy tűzjelzésről. Ezáltal hatékonyabb és tervezhetőbbé válik a tűzvédelmi eszközök karbantartása. Másrészt a nap 24 órájában, valós időben felügyelhető adatok nagyobb biztonságot nyújtanak a kritikus infrastruktúra részét képező erőmű számára, probléma esetén pedig precízebb és gyorsabb beavatkozást tesznek lehetővé. A felhőalapú szolgáltatásnak köszönhetően továbbá a rendszerek mindig azonnal megkapják a legújabb szoftver- és firmware-frissítéseket, védve azokat a kibertámadásokkal szemben.

A következő ütemben további tűzjelző központok telepítésére kerül majd sor a Dunamenti Erőműben, amelyek szintén a most bevezetett, felhőalapú Siemens Building X platform Fire Manager felügyeleti rendszeréhez fognak csatlakozni.

A BME forradalmi fejlesztésével csökkenthetők a kisodródás okozta balesetek

A BME Gépjárműtechnológia Tanszék Járműdinamika és Szabályzás kutatócsoportja olyan technológiát fejlesztett ki, amely a járművet annak megcsúszásakor is képes kontrolláltan irányítani. Az új fejlesztés jelentősége, hogy a jövőben a tapadási határon túl, tehát a megcsúszást követően is irányítható marad a jármű, ezzel elkerülhető a kisodródásos balesetek jelentős része. A találmányra idén nyáron már egységes európai szabadalom született, és hamarosan az Egyesült Államokban is sor kerül a bejegyzésre. A magyar

szakemberek által kifejlesztett új rendszer áttörést jelenthet a járműbiztonság területén: megcsúszás esetén átveszi az irányítást a jármű vezetőjétől, és csúszás közben is nagy pontossággal képes irányítani a járművet. Ez a megoldás drift manőver útján is képes elkerülni a kisodródás miatti ütközést. Az új rendszer tehát nem a tapadás helyreállítását célozza, hanem csúszás közben tartja fenn az irányíthatóságot, ezzel jelentősen megnövelve a rendelkezésre álló útpálya-variációk számát.

Aláírták a Köztisztviselők Háza tervezési és kivitelezési szerződését

Újabb szakaszba lépett a Magyar Építészeti Központ és Múzeum beruházása – közölte a Magyar Művészeti Akadémia (MMA) december 2-án: aláírták a Köztisztviselők Háza tervezési és kivitelezési szerződését. A beruházás több elemből áll: a mostani szerződés egy már meglévő épület átalakítására szolgál, de a teljes, végső cél a Magyar Építészeti Központ és Múzeum komplex beruházásának megvalósítása a Walter Rózsi-villa szomszédságában. Az MMA szakmai-társadalmi szerepvállalása részeként kínál elhelyezési lehetőséget a Köztisztviselők Házába a tervek szerint beköltöző szakmai testületeknek.

Az MMA titkársága nyílt közbeszerzési eljárást folytatott le, a felhívást 2025. február 18-án tette közzé, a vállalkozó erre nyújtotta be ajánlatát az ún. Köztisztviselők Háza engedélyezési és kiviteli tervdo-



kumentációjának elkészítésére, valamint felújítást és átépítést is magában foglaló kivitelezésére. Az egykori BM-kórház épületegyüttesének 7. számú épületével az MMA mint tulajdonos célja az, hogy itt valósuljon meg a Magyar Építész Kamara, a Budapesti Építész Kamara, a Magyar Mérnöki Kamara, valamint a Budapesti és Pest Vármegyei Mérnöki Kamara elhelyezése.

Újabb lépés a minősített ajánlattevői jegyzék továbbfejlesztéséért



Együttműködési megállapodást kötött november 25-én a Közbeszerzési Hatóság és a Magyar Mérnöki Kamara annak érdekében, hogy a kis- és közepes vállalkozások könnyebben kapcsolódhassanak be a közbeszerzésekbe. A felek vállalták azt is, hogy megvizsgálják a hatóság által vezetett minősített ajánlattevői jegyzék fejlesztési irányait. „A közbeszerzés nem pusztán jogi eljárás: ez az a tér, ahol a felelősen gondolkodó állam és a tisztességesen teljesítő mérnöki-vállalkozói világ egymásra talál. A Magyar Mérnöki Kamara számára kiemelt érték, hogy a szakmai minőség – a gondolkodás, a tervezés és a kivitelezés minősége – már az ajánlattétel pillanatában megjelenjen. A mostani megállapodással egy olyan hidat erősítünk meg, amelyen a mérnökök felkészültsége, a vállalkozások teljesítménye és a jogszabályi környezet tisztasága egy irányba mutat: átlátható, gyors, és kkv-k számára is elérhető közbeszerzések felé. Hisszük, hogy Magyarország akkor halad előre, ha a mérnöki tudást felszabadítjuk. A kamarai rendszer és a minősített ajánlattevői jegyzék összekapcsolása ehhez ad új, nagyon is gyakorlati eszközöket. Együtt dolgozunk azon, hogy a mérnökök és a vállalkozások végre ne adminisztratív terheket, hanem lehetőségeket lássanak a közbeszerzésekben” – húzta alá Wagner Ernő, a Magyar Mérnöki Kamara elnöke.

Új panaszkezelő felület indul az alvállalkozói kifizetések védelmére

Az Építési és Közlekedési Minisztérium új panaszkezelő felületet indít az állami beruházásokban részt vevő alvállalkozók védelmére. A cél, hogy gyors és átlátható megoldás szülessen azokban az esetekben, amikor a vállalkozók elvégzett munkáját már átvették, de a számlák kiegyenlítése késik vagy elmarad. A minisztérium szerint a probléma számos hazai kis- és középvállalkozást érint, és a kifizetési lánc átláthatóbbá tétele nélkülözhetetlen a tisztességes piaci működéshez.



A kezdeményezés részeként a kormány nyilatkozattételi kötelezettséget ír elő minden minisztérium számára, amely állami építési beruházást valósít meg. A szervezeteknek be kell számolniuk projektjeik elszámolási helyzetéről, és meg kell nevezniük a beruházások fővállalkozóit. Emellett a fővállalkozóknak is kötelező lesz adatot szolgáltatniuk az általuk bevont alvállalkozókról, a teljesítések igazolásáról, valamint a számlák kifizetési státuszáról. Az új rendszer lehetővé teszi, hogy az alvállalkozók elektronikusan jelentsék be a teljesített, átvett, de ki nem fizetett munkákkal kapcsolatos panaszukat. A bejelentéseket a minisztérium vaszszigorral vizsgálja ki, és határozottan fellép az alvállalkozók védelmében.

További információ és a panaszkezelő felület a következő linken érhető el: <https://beruhazas.gov.hu/alvallahkozo-bejelento>

VÁRMEGYEI KAMARÁK HÍREI

BÉKÉS

Mérnöknapi ünnepség



A területi kamara november 4-én, a hagyományoknak megfelelően mérnöknapi ünnepséget tartott a Tudományok Napja alkalmából. Buzás Zoltán, a Békés Vármegyei Mérnöki Kamara elnöke nyitotta meg az ünnepséget. A Magyar Mérnöki Kamara alelnöke, Szöllőssy Gábor és a Békés Vármegyei Önkormányzat Közgyűlésének elnöke, Molnár Sándor köszöntötte a meghívottakat. Az ünnepségen került sor a kamara kitüntetéseinek átadására. 2025-ben a dr. Cserei Pál-díjat Dobai Tibor vehette át „A 39-3001 számú I. rendű vízszintes alappont (eleki templomtorony) elmozdulásának vizsgálata” című pályamunkájáért. Tóth Tamás, a Békés Vármegyei Mérnöki Kamara Hírközlési és Informatikai Szakcsoport vezetőségi tagja a kamaráért végzett kiemelkedő munkája elismeréseként emléklapoktat részesült. A területi kamara elnöksége elismerő oklevelet adott át Bak Sándornak, a Vízgazdálkodási, Vízépítési és Környezetvédelmi Szakcsoport vezetőségi tagjának. Oklevéllel ismerték el a Tűzvédelmi és Munkabiztonsági Szakcsoport szakcsoportvezetője és a Gépészeti Szakcsoport vezetőségi tagja, Sajti Lajos kamaráért végzett munkáját is.

A 2025-ben gyémánt- és aranydiplomás mérnököket is köszöntötték az ünnepség résztvevői. A jubiláló mérnök kollégák,

Lipták Ferenc János gyémántdiplomás, valamint Bartók Tamás, Eitel László, Fáskerti László, Fazekas István, Mácsai Sándor Zoltán, Maláta Mihály, Mult József Ferenc, Szabó Mihály és Szokolai Ferenc aranydiplomás kamarai tagok vehették át az emlékoklevelet Buzás Zoltántól.

HEVES

Díjátadó ünnepség



A helyi kamara minden év novemberében tartja díjátadó ünnepségét, az idei rendezvény november 28-án volt Egerben. Az időpont nem véletlen: november 3. a magyar tudomány ünnepe, és a kamara is ebben a hónapban alakult 1996-ban. A díjátadás helyszíne is szimbolikus: az Imola Hotel Platán szakági terveit a vármegyei kamara tagjai készítették. Ilyenkor díjazták a HVMK kiemelkedő munkát végző tagjait, illetve a Heves megyei lakcímmel rendelkező, kiváló diplomadolgozatokat készítő fiatal műszakiakat. A díjak átadása előtt Kalácsi René szerkezetépítő mérnök ismertette előadásban néhány jellemző munkáját.

Kamarai díjazottak:

- Búzás Imre (1944–2025): posztumusz életműdíj – többek között nevéhez fűződik az első Túró Rudi- és Geszti Eszti-csomagoló gépsorok automatizálása, az Egri Malom berendezéseinek és csomagológépeinek automatizálása. Haláláig dolgozott, aktívan tervezett.

- Dr. Szemes Paula: életműdíj – vízügyi és környezetvédelmi szakértőként végzett kiemelt munkájaként említhető a természetes zeolitok vizsgálata a víztisztításban. Köztisztviselőként 31 évig volt a Gyöngyösi Polgármesteri Hivatal műszaki és környezetvédelmi főelőadója. Rendszeresen készített településtervekhez környezeti értékelést. Óraadó tanárként évekig tanított hulladékgazdálkodást a Gyöngyösi Károly Róbert Főiskolán.

- Vankó László: életműdíj – kevés olyan létesítmény van Egerben és környékén, amelynek épületgépészeti tervezésében nem vett részt, de az ország más részein is végzett mérnöki munkát, ilyenek voltak például a gyöngyösi Mátra Múzeum, Orczy-kastély, az ibrányi, bicskei, tatai, iváncsai tanuszodák, a felsőtárkányi Bambara Hotel, az egri Imola Hotel Platán, Bosch-csarnok, az egerszalóki Shiraz Hotel, Detki Keksz Kft.

- Kalácsi René: „Az Év Mérnöke díj” – 1994 óta tervez, legkiemelkedőbb munkái: az MVM Mátrai Erőmű üzemcsarnokai, a galyatetői

„Imádság háza” református pihenőház (1600 m²), a gyöngyösi BB-ran Medical Kft. (29 300 m²) statikája, ez utóbbi bővítésének kivitelezése jelenleg is tart.

– Rittenbacher Ödön: „Kamaráért-díj” – előbb a megyei Mérnök Egylet, majd a Heves Vármegyei Kamara alapításában is részt vett. 2000-től máig a HVMK elnöke és szervezi a kamarai életet. Kezdeményezésével a helyi mérnöki kamara tagjai már 17 alkalommal vettek részt lengyelországi szakmai tanulmányúton.

A több mint egy évtizede minden esztendőben meghirdetett diplomadolgozat-pályázaton idén öt Heves vármegyei fiatal díjazására került sor:

– Molnár Anna Judit: I. díj – „Száras és nedves hűtőtornyos hűtési rendszerrel ellátott kondenzációs erőmű hatásfokvizsgálata és összehasonlítása termodinamikai modell segítségével”

– Bukta Balázs: I. díj – „Alternáló pneumatikus mozgást megvalósító egyedi hengersizelepesség tervezése”

– Király Dávid: I. díj – „Magyarországi fűszergyártó vállalat készáruraktárának tervezése”

– Balázs Krisztián: II. díj – „A mintatervek készítésének automatizációja a Dunaújvárosi Egyetemen”

– Kelemen Kristóf: II. díj – „Vasbeton csarnok egyes elemeinek tervezése, előregyártott és monolit elemek költségeinek összehasonlítása”

A díjátadó ünnepséget a gyöngyösi Vamav Kft. támogatta.

| SZAKMAI TAGOZATOK HÍREI |

KÖRNYEZETVÉDELMI TAGOZAT

Díjátadó ünnepi ülés



A Magyar Mérnöki Kamara Környezetvédelmi Tagozata november 18-án tartotta díjátadó ünnepi ülését. A megjelenteket Parragh Dénes, a tagozat elnöke köszöntötte, majd dr. Bándi Gyula, a jövő nemzedékek érdekeinek védelmét ellátó biztoshelyettes mondtott beszédet. Kiemelkedő szakmai munkájáért és aktív kamarai tevékenységéért „A környezet védelméért” díjat vehetett át Veresné Szombathy Hortenzia, az Unitef '83 Zrt. környezetvédelmi irodájának igazgatója és dr. Manga László, a Paksi Atomerőmű osztályvezetője.

ÉPÜLETGÉPÉSZETI TAGOZAT

OMÉN 2025 – tervezői pályázat

A pályázatra minden várakozásunkat meghaladó számú pályamű érkezett be. Nyolcan méretették meg a bemutatott projektterveket, amelyeket tervezői teamekben készítettek el a pályázók. A bírálóbizottság az alábbiakra volt tekintettel:



1. Az épület érdekessége, mérete, presztízse: 20%.
2. A tervezés során alkalmazott megoldások egyedisége, újszerűsége, a fenntarthatósági szempontok érvényesülése: 30%.
3. Az épületgépészeti rendszerek összetettsége, célszerűsége: 30%.
4. Az épület kialakításából adódó speciális megoldások (pl. műemlék-, átépítés/bővítés esetén): 5%.
5. A pályázati anyag minősége, érthetősége, információtartalma, tervek kidolgozottsága: 5%.
6. Előadás, prezentáció minősége: 10%.

Az összes szempontnál 1–10 pont volt adható. A maximális súlyozott érték pályaművenként tehát 10 pont lehetett. Egy pályázó – Szilágyi László – nem tudott a prezentáción részt venni. (Tervezési feladata „Bölcsőde, Biatorbágy” épületgépészete volt. A beadott pályamű gondosan, szépen kidolgozott, dicséretes munka. A prezentáció a pályázati kiírás szerint kötelező elem volt.)

Egy másik pályázó kiváló minőségű anyaga „kilógott” a klasszikus tervezési rendszerből: energetikai korszerűsítéseket követő megtakarításokat elemzett – a pályamű különdíjban részesült. A hat további pályamű súlyozott pontszámait elemezve azt láttuk, hogy a legmagasabb és a legalacsonyabb pontszám között 9%-nyi különbség adódott. A pontszámok nagyon szűk sávba rendeződtek, ezért a bírálók három megosztott III. helyet, két megosztott II. helyet és egy I. helyet adott ki.

A kialakult sorrend:

1. **EMONIKA Városcsopont (Ljubljana)** – tervező: Malustyik Mónika
2. **ONKO Diagnosztikai Központ** – tervező: Nagy Bernát
3. **MTA-székház, könyvtár** – tervező: Szakál Szilárd
3. **CORVINUS GREEN Campus** – tervező: Bártfai Gábor
3. **Új kutató- és BLS-3 biolabor** – tervező: Hajnal Zsolt
3. **„Szlovák templom” épületegyüttes felújítása, korszerűsítése (műemlék)** – tervező: Virág László

Különdíj: **ACCOR Hotellek és a TABÁN irodaház energiahatékonyság-növelése** – tervező: Versits Tamás

Minden pályázó elismerést érdemel a pályaművek bemutatásáért, hiszen látványos képi anyaggal kiegészített, valóban hatásos prezentációkat láthattunk.

Gyurkovics Zoltán

■ Beszélgetés Dányi Gábor miniszteri biztossal

Digitalizáció és minőség: a jövő állami beruházásainak kulcsa

Az állami építési beruházások rendszere az elmúlt években alapjaiban alakult át. Dányi Gábor miniszteri biztos szerint a beruházási törvény és a hozzá kapcsolódó rendeletek már most mérhető eredményeket hoztak: csökkent az egyajánlatos eljárások aránya, átláthatóbbá vált a projektköltségek vizsgálata, és megkezdődött a BIM-alapú tervezés széles körű bevezetése. A minisztérium célja egységes, kiszámítható és versenyképes rendszer kialakítása, amelyben a minőség és a digitális megoldások legalább olyan hangsúlyosak, mint a költséghatékonyság.

Dubniczky Miklós

– **Mi tartozik most az ön feladatkörébe az Építési és Közlekedési Minisztériumban?**

– Az állami építési beruházások rendjéről szóló törvény végrehajtásához kapcsolódó tennivalókért, valamint a beruházási kontrolling és elszámolási rendszer működtetéséért felelős miniszteri biztosi feladatokat látom el. Döntés-előkészítő teendőim vannak a miniszter által kiadandó beruházási nyilatkozatok, a beruházási törvény alóli mentesítések és a kedvezményadás körében. Hozzám tartoznak a szakmai irányítási feladatok a minisztérium és a minisztérium irányítása alá tartozó társaságok informatikai rendszerei tekintetében. Új feladatomban az idei évtől az állami építési beruházások és az ezekkel összefüggő előkészítések költségellenőrzése.

– **Hogyan illeszkedik a munkája a tárcza beruházáspolitikai, illetve építésgazdasági stratégiájába?**

– A beruházáspolitikai meghatározása a kormány és a tárcavezető feladata. A törvény és a vele összefüggésben kiadott rendeletek a végrehajtás kereteit határozzák meg, a stratégiaalkotás nem tartozik a feladataim közé, azt külön államtitkárság készíti elő László Regő építészeti államtitkár vezetésével. A szaktárca munkaszervezési sajátosságai adódnak, hogy az építésgazdasági terület is részt vett a rendeletalkotási munkában.



– **A beruházási kerettörvény életbe lépése óta milyen visszajelzések érkeztek a szakmától, a piaci szereplőktől?**

– Jelentős, de talán szakmai körökben is keveset hangsúlyozott újdonsága a törvénynek, hogy létrehozta az Állami Beruházási Érdekegyeztető Tanácsot (ÁBÉT), ahol valamennyi fontos építőipari szereplő – a beruházói, tervezői, kivitelezői oldal – lehetőséget kapott arra, hogy érvényesítse álláspontját a rendeletalkotási folyamatban. Az Ábtv.-ben található egyes felhatalmazó rendelkezések alapján megalkotott végrehajtási rendeletek, a konszenzuson alapuló megoldások összeállításában konstruktívan részt vettek az ÁBÉT-tagok által delegált szakemberek. A jogalkotási munkát az Ábtv. szellemiségével összhangban végeztük, különös tekintettel a szubszidiaritás elvére, amely biztosította valamennyi érintett számára a véleménynyilvánítás és javaslattevési lehetőségét. Az egyes rendeletek előkészítésére szervezett munkacsoportos üléseken rendszeresen ütköztettük és közelítettük a szakmai nézőpontokat, hogy a szervezetek eltérő álláspontjait közös nevezőre hozzuk. Mindközben folyamatosan tekintettel voltunk a releváns jogi környezetre, elsősorban a közbeszerzési és az építési beruházásokat érintő jogszabályokra. Az eddigi tapasztalatok óvatosságra adnak okot: a kialakított megoldások szilárd alapot teremtenek a további végrehajtáshoz. A rendeletalkotás lezárultával is fontos szerepe van az ÁBÉT-nak, ezen a fórumon megoszthatók az ÉKM-mel és egyéb fontos építőipari szereplőkkel a gyakorlati tapasztalatok. Természetesen az új szabályozás megalkotása – ahogy az ilyenkor lenni szokott – kezdetben heves reakciókat váltott ki szakmai körökben, ennek élet tudta tompítani az, hogy az ÁBÉT-ben szereplő kamarák és érdekképviseleti szervezetek kezdetektől kifejtették álláspontjukat a beruházási törvénnyel kapcsolatban. Szép számmal kaptunk negatív kritikát, azonban jelentős számú a pozitív tartalmú vélemény is, ám ezek a vélemények valahogy nem találnak/ találtak utat a nyilvánosságához. Mi a negatív kritikákat is igyekeztünk és igyekeztünk a mai napig megvizsgálni, és amennyiben ezek mögött tényleg jobbító szándék van, hasznosítani. Tisztában vagyunk azzal, hogy egy ilyen komplex joganyag megalkotása nem ér véget a törvény és a rendeletek

kihirdetésével, a gyakorlati alkalmazás mutatja meg, hol van még szükség beavatkozásra. Mindenkit biztatok arra, hogy akár az érdekképviseleti szervezeteken keresztül, akár személyes kapcsolatfelvétellel juttassa el hozzánk észrevételeit! A törvény hatálybalépése óta folyamatosan jelentek meg a hozzá kapcsolódó végrehajtási rendeletek, amelyek részletesen szabályozzák az állami építési projektek lebonyolítását, melyeket a piaci szereplőknek alkalmazniuk kell. A visszajelzések alapján a szereplők fokozatosan adaptálják gyakorlatukat az új előírásokhoz, a segédletek, mintairatok és a beruhazas.gov.hu „Gyakran ismételt kérdések” rovatának segítségével gyorsan és biztonságosan tudják megvalósítani a projekteket. Összességében a törvény és végrehajtási rendeletei egységes, átlátható keretrendszert biztosítanak, amely elősegíti a tervezett és ellenőrizhető projektmenedzsmentet.

– **Melyek voltak a legnagyobb kihívások a beruházási törvény gyakorlati bevezetése során – akár az állami, akár a tervezői/lebonyolítói oldalról nézve?**

– Számunkra talán az volt a legfontosabb kihívás, hogy valamennyi érdekelt féllel megismertessük az új szabályozást. Hosszú időt vett igénybe, hogy ismertté váljanak a törvény által előírt legfontosabb folyamatok: a miniszteri beruházási nyilatkozatok kérése, a mentesítési lehetőségek, a projektszervezet létrehozásának kötelezettsége, tervezési fázisok. A legtöbb megkeresés, állásfoglalás-kérés is ezekben a témákban érkezett be hozzánk. A kérdés-válaszokból állítottuk össze a beruházási portálon a már említett „Gyakran ismételt kérdések” rovat. A vissza-visszatérő tárgykörökben segédleteket, mintairatokat készítettünk, amelyek szintén elérhetők a portálon – ilyen például a projektalapító dokumentum. A visszajelzések szerint az építetők és a piaci szereplők továbbra is a korábbi gyakorlatukhoz hasonlóan valószínűleg megprojektjeiket – például lebonyolító, tervellenőr vagy műszaki ellenőr bevonásával –, ugyanakkor a törvény és végrehajtási rendeletei egységes, átlátható és jól követhető keretrendszert biztosítanak a megvalósításhoz.

– **Mennyire sikerült elérni a törvény egyik alapvető célját, az állami beru-**

házások átláthatóbbá, tervezhetőbbé és költséghatékonyabbá tételét?

– A törvény céljainak megvalósulása már most jól mérhető néhány kulcsmutató mentén, és ezek közül az egyik legfontosabb az egyajánlatos eljárások számának látványos csökkenése. A rendelkezésünkre álló adatok egyértelmű tendenciát mutatnak: míg 2021–2022-ben az eljárások mintegy 8%-a zárult egyetlen ajánlattal, addig 2023-ra ez az arány 4%-ra, 2024-re 2%-ra csökkent, 2025-ben pedig szintén 2%-os az arány. Az abszolút számok is ezt erősítik: 2021-ben még 380 ilyen eljárás volt, 2024-ben már csak 93, 2025-ben eddig mindössze 38. Ez a folyamat azért különösen fontos, mert a törvény egyik alapvető célja éppen az átláthatóság és a verseny erősítése volt. Az, hogy ma lényegesen ritkább az olyan helyzet, amikor az ajánlatkérőnek csak egy ajánlatot kell elbírálnia, közvetlenül növeli a versenyt és csökkenti a piac torzulásának kockázatát. Több ajánlat valódi versenyt eredményez, így az ajánlatkérő valóban a piaci feltételek alapján dönt. A beruházási törvény értelmében nem lehet eredményt hirdetni, ha csak egy ajánlat érkezik, illetve akkor sem, ha az ajánlati árak meghaladják a rendelkezésre álló fedezetet. Ilyenkor a miniszter a szakminiszter bevonásával dönt a beruházás leállításáról vagy újratervezéséről. Ez ösztönzi a szélesebb versenyt, visszafogja a túlzó ajánlati árakat, és kiszámíthatóbb, tervezhetőbb ajánlati környezetet teremt. Összességében tehát az egyajánlatos eljárások arányának visszaesése jól mutatja, hogy a törvény nemcsak az átláthatóságot és a tervezhetőséget erősítette, hanem érdemben hozzájárult a verseny és a költséghatékonyság javulásához is. Szintén a költséghatékonyságot szolgálja, hogy az Ábtv. főszabályként bevezette, hogy – a sajátos építményfajtákra adott miniszteri engedély kivételével – kizárólag kiviteli dokumentáció birtokában lehet kivitelezésre irányuló közbeszerzési eljárást indítani. Az alaposabban előkészített beruházások kevesebb megvalósítási kockázattal járnak, a költségek jobban tervezhetőek, a megvalósítandó feladat egyértelműbb, átláthatóbb. Az ÉKM magára nézve, miniszteri döntés alapján még egy szinttel „feljebb lépett”, ugyanis az általunk megvalósított beruházások során megkezdjük az úgynevezett „open book” szabályok első ütemének bevezetését a kiviteli szerződéseinkben. Az open book első ütemében – egyebek mellett – a nyertes

ajánlattevő számára előírás a beruházás elkülönített könyvelése, a projektköltség-felosztási szabályzat megalkotása a vállalkozóra és az alvállalkozóra nézve, továbbá projektalapú könyvvizsgálati jelentés minden részteljesítés esetében. Mindezeket túl a szerződéstervezetek tartalmazzák, hogy a vállalkozók nyereséghányada nem haladhatja meg a 10%-ot. Amennyiben ez megtörténik, a vállalkozó a szerződéskötéskor hozzájárul a vállalkozói díj csökkentéséhez. A fentiek első kézzelfogható eredményeit már tapasztalhatjuk, mert ezek is hozzájárulnak ahhoz, hogy az ÉKM által kiírt eljárásokban átlagosan mintegy 30%-kal csökkennek az állami építési beruházások ajánlati árai a becsült értékhez képest. Jelenleg előkészítés alatt van az open book második ütemének megfelelő közbeszerzések kiírása, ez az említett előírások mellett „4 hasábos költségvetést” vár el az ajánlatadáskor: az árazott költségvetésben a vállalkozó tételenként előre bemutatja az anyagköltségét, díjköltségét, közvetett költségét, és a tervezett nyereségét.

– Vannak-e már olyan konkrét projektek, amelyeknél jól látszanak a törvény pozitív hatásai vagy épp tanulságai?

– A törvény a jobb, minőségibb beruházás-előkészítést tűzte ki az egyik fő céljának. Az állami építési beruházások sajátossága, hogy a projekt komplexitásától függően az előkészítés hosszabb folyamat, nem beszélve a kivitelezés végrehajtásának időigényéről. Most tartunk ott, hogy az új szabályozás első eredményei kézzelfoghatóvá válnak. A kollégáimmal folyamatosan monitorozzuk az előkészítés alatt álló és a futó beruházásokat, konkrét projekteket azonban még nem emelnék ki követendő vagy elrettentő példaként, szeretnénk először mi magunk megalapozott következtetéseket levonni.

– Milyen további feladatokat, finomhangolásokat lát szükségesnek a jogszabály gyakorlati működtetése során?

– A törvény a magyar jogrendszerben újdonságként ható előírásokat is megfogalmazott, úgymint a címkék alkalmazásának lehetősége, a közbeszerzési eljárások során mintalapok alkalmazása, építményinformációs modell alapú tervezés (BIM) és kivitelezés. A gyakorlati működtetés során a legfontosabb feladat annak biztosí-



tása, hogy ezek a szabályok ne csak formálisan, hanem ténylegesen beépüljenek a tervezési és kivitelezési folyamatokba. Kiemelt feladat a hazai vállalkozások tényleges előnyben részesítése. Ezzel nemcsak a nemzeti gazdaság erősödik, hanem a beruházások társadalmi haszna is növekszik. A magyar vállalkozások bevonása elősegíti a hazai munkaerő megtartását, a szakmai tudás és innováció itthoni hasznosulását, a helyi beszállítói láncok megerősödését. Mindez hozzájárul a beruházások hosszú távú fenntarthatóságához és ahhoz, hogy az állami források a magyar gazdaságban hasznosuljanak, erősítve az ország önellátó és versenyképes építőiparát. Szeretnénk a jövőben a kommunikációra is nagyobb hangsúlyt fektetni, ebben kiemelt szerepet szánunk a beruházási portálunknak, ahol tematikusan mindig megtalálhatók lesznek a legfrissebb állásfoglalásaink.

– Hol tart jelenleg a beruházási törvényhez kapcsolódó végrehajtási rendeletek előkészítése és elfogadása?

– A jogalkotási feladatot elvégeztük, a törvényben nevesített valamennyi rendelet megalkotására sor került.

– Milyen főbb területeket fednek le ezek a rendeletek?

– A kormány- és ÉKM-rendeletek lefedik a beruházások teljes életciklusát, az előké-

szítést, a kivitelezést és az üzemeltetést is. Valamennyi területet lefedi a 148/2024. Korm.-rendelet, amely az Ábtv. egyes rendelkezései alóli mentesítés és kedvezményadás feltételeit rögzíti. A kérelmeket a szükséges alátámasztó dokumentumokkal együtt a beruházási portálon kell feltölteni. A rendelet vonatkozik az előkészítési, engedélyezési és kivitelezési szakasz kulcsterületeire: ilyen a költségbecslés aktualizálása, a tervellenőri vizsgálat, vagy a szerződésminta egyes rendelkezései alóli mentesítés feltételei. A cél, hogy a beruházások gyorsabban és rugalmasabban valósulhassanak meg, miközben a szakmai és pénzügyi felelősség továbbra is nyomon követhető marad. Emellett, a rendelet lehetővé teszi a közbeszerzési eljárások előre hozását és a kockázatkezelési előírások egyszerűsítését a kis- és közepes értékű projektek esetében. A miniszteri rendeletek egyik fő csoportja az előkészítési folyamatokra helyezi a hangsúlyt, mint például a BIM-alapú tervezés, megvalósítás; a költséginformációs rendszer rendelkezései; a projektalapú felelősségbiztosítás; vagy a közbeszerzési dokumentáció szakmai alkalmassági és értékelési kritériumrendszerre vonatkozó rendelet. A miniszteri rendeletek másik lényeges csoportja a fizikai megvalósítás folyamatát szabályozza. Fontos és meghatározó az Építési Beruházási Folyamatok Rendszeréről és a Tervezői Szolgáltatások

Rendszeréről szóló rendelet. Ezen csoportba tartozik még a műszaki egyenértékű kiváltás szabályairól vagy a beruházásban részt vevő beruházáslebonyolító és a költségszakértő továbbképzésére vonatkozó rendelet. Harmadik csoportként a végrehajtás utáni feladatokat szabályozó miniszteri rendeleteket emelném ki, ide tartozik egyrészt a tervezők és kivitelezők közreműködésének értékeléséről, másrészt az üzemeltetésről szóló rendelet.

– Külön figyelmet fordítanak-e ezekben a kis- és középvállalkozások részvételének elősegítésére az állami beruházásokban?

– Természetesen ez is megvalósult, szeretném is felhívni a figyelmet az idei évben elfogadott két nagyon fontos minisztériumi rendeletre, az egyik a 25/2025. (VIII. 11.) ÉKM-rendelet a közbeszerzési dokumentációk tartalmi elemét képező szakmai alkalmassági és értékelési kritériumrendszeréről, a másik a minősített szolgáltatásokra alkalmazandó címkék jegyzékéről szóló 28/2025. (IX. 11.) ÉKM-rendelet. Mindkettő lehetőséget nyújt az ajánlatkérőknek arra, hogy előnyben részesítsék a kis- és középvállalkozásokat.

– A BIM-mel kapcsolatos jogszabályalkotás az utóbbi időszak egyik legfontosabb építésgazdasági témája. Mi volt a kormányzati cél ezzel a szabályozással – és milyen eredmények látszanak eddig?

– A BIM objektumalapú, paraméteres és egységes adatstruktúra, amely az építmény teljes életciklusát lefedi az előkészítéstől az üzemeltetésig. A geometriát anyag-, teljesítmény-, költség-, idő-, fenntarthatósági és karbantartási adatokkal kapcsolja össze, informatikai szempontból olvasható relációkban. Az együttműködés és az interoperabilitás nyílt szabványokra épül. A kormányzati szabályozás célrendszere az Ábtv.-ben egyértelmű: hatékony, költségtudatos és környezeti szempontból fenntartható megvalósítás, átláthatóság – különösen a költségek terén –, szereplők feladat- és felelősségmegosztásának tisztázása. A BIM-alapú munkavégzés ütközsvizsgálattal, 4D/5D szimulációkkal, energia- és életciklus-elemzéssel, valamint átláthatóbb minőség- és kockázatkezeléssel javítja a döntéshozatalt és racionalizálja az erőforrás-felhasználást. A magyar

építésügy jelenleg talán egyik leginkább innovatív szabályozásaként az Ábtv. előírja – bizonyos értékhatár feletti – állami építési beruházások esetében a BIM-rendszerben történő tervezést, műszaki megvalósítást, lehetőséget nyitva arra, hogy a kivitelezés és különösen a hosszú távú üzemeltetés is költséghatékonyabb legyen.

– Hogyan tervezik a BIM kötelező alkalmazásának fokozatos bevezetését az állami beruházásoknál?

– A BIM-alapú tervezés bevezetésének ütemezése építési alágazatonként eltér, tehát a követelmények fokozatos hatálybalépést tesznek lehetővé. A magasépítésben és útépítésben a 2024. szeptember 21-e után indított, tervezésre irányuló közbeszerzési eljárásokban kötelező az építményinformációs modell alkalmazása. Az Építési és Közlekedési Minisztérium élen jár a bevezetésben: eddig huszonkét közbeszerzésben írta elő a BIM használatát. Az ÉKM minden projekt esetében megvizsgálja – a bekerülési költségűtől függetlenül –, hogy a BIM-követelmények előírása nem eredményez-e aránytalan tervezési költséget. A további építési alágazatok esetében először a vasútépítésben – 2026. július 1-től –, majd a vízépipítésben – 2027. július 1-től – és legvégül a közműépítésben – 2028. július 1-től – kötelező a tervezési beszerzési eljárások esetében a BIM alkalmazása.

– Milyen visszajelzések érkeztek a tervezői és kivitelezői szakmából – mennyire készültek fel a piaci szereplők a BIM-alapú működésre?

– Tapasztalataink alapján a kérdés nagyon összetett. A tervezők – építészek, statikusok, gépészek, villamos tervezők stb. – jellemzően előrébb járnak a BIM adaptációjában. Sok tervezőirodában 3D modellezésre épülő tervezési folyamat zajlik – Revit, ArchiCAD –, de ez nem mindig valódi BIM-szemléletben, hanem inkább „3D CAD”-szoftverhasználatban merül ki. Az adatok strukturálása, az adatgazdag modellek előállítása, valamint a koordináció – IFC, CDE, ütközésvizsgálatok – gyakran még gyerekcipőben jár. A nagyobb irodák és nemzetközi projektek esetében a BIM-folyamatok jól szabályozottak, de a kis és közepes tervezőirodáknál sokszor hiányzik a szükséges tudás, idő- és erőforrás. A kivitelezők BIM-gyakorlata heterogén érettséget mutat, mindazonáltal egyre több projektben jelenik meg szabályozott,

CDE-alapú munkarend. Bár a nagyobb vállalatok, a legnagyobb generálkivitelezők már használnak BIM-eszközöket – idő- és költségtervezés integrálása –, ez még nem általános gyakorlat. A helyszíni BIM-alapú megvalósítás – például tabletalapú modellel való ellenőrzés, AR/VR, digitális átadás – csak szórványosan jelenik meg. Az alvállalkozói lánc gyakran nem BIM-kompatibilis, így a modellinformációk folytonossága megszakad a kivitelezési fázis együttműködési láncolatában.

– Lesz-e támogatás, útmutató, esetleg képzési program az állami beruházások során a BIM alkalmazásához?

– Az ÉKM honlapján – <https://beruhazas.gov.hu> – jelenleg is elérhető a BIM-portál aloldalon a BIM-konceptióterv módszertani útmutatója. Ennek célja, hogy átfogó képet mutasson be a végrehajtani kívánt fejlesztésről a beruházás előkészítésének első szakaszában. Az útmutató segítséget nyújt az építetteőknek is, hogy milyen elvárásokat támasszanak a BIM elemeinek részletességét és megbízhatóságát meghatározó szabványos szint tekintetében – LOD100, LOD200 stb. A hazai BIM-szemlélet érdemi fejlődési szakaszban jár. A terjedést elsősorban az oktatás és a tudásmegosztás célzott bővítése, a gyakorlatorientált képzési modulok arányának növelése, valamint a szakmák közötti együttműködési készségek tudatos fejlesztése gyorsíthatja. Az időnként jelentkező szoftver-interoperabilitási és adatcsere-kihívások nem rendszerszintű akadályok, hanem bevezetési érettségi kérdések; következetes nyílt szabványalkalmazással – például IFC/BCF –, egységes osztályozási és modellezési konvenciókkal, illetve CDE-alapú munkarenddel kezelhetők. A pilotprojektek szaporodása és a módszertani útmutatók terjedése biztató, rövid és középtávon egységesebb minőségbiztosítást, átláthatóbb adatfolyamatokat és stabilabb projektkoordinációt ígér.

– Hogyan kívánják átalakítani vagy fejleszteni a minisztériumi közbeszerzési gyakorlatot az új szabályozási környezetben?

– Az ÉKM saját építési beruházásai során megkezdte az open book első ütemének bevezetését a szerződéstervezetekben: egyebek mellett a nyertes ajánlattevő számára előírás a beruházás fentebb már említett elkülönített könyvelése, a projekt

költség-felosztási szabályzat alkotása a vállalkozóra és az alvállalkozóra nézve, továbbá projektalapú könyvvizsgálati jelentés minden részteljesítés esetében.

– Szerepet kap-e a minőség – nem csak az ár – hangsúlyosabb figyelembevétele a jövőbeni tenderek elbírálásában?

– A törvény alapkoncepciója is az, hogy jobban előkészített állami építési beruházások valósuljanak meg. Azáltal, hogy a törvény főszabályá tette, hogy csak a kiviteli tervek birtokában lehet kivitelezési közbeszerzést kiírni, az átadott beruházások minősége is javul. A címkék előírása, a szakmai alkalmassági és értékelési kritériumrendszerhez tartozó mintalapok alkalmazása, a tervezők és kivitelezők értékelésének bevezetése is erősíti, hogy az ajánlati ár mellett egyre hangsúlyosabbá váljon a kivitelezések minősége. A miniszter úr kezdeményezte a közbeszerzési törvény módosítását is a kizáró okok tekintetében.

– Tervezik-e a mérnöki-tervezői díjak és a szakmai tartalom egységesebb, átláthatóbb meghatározását a közbeszerzések során?

– Nem tervezzük. A mérnöki-tervezői díjakat elsődlegesen a feladat természete – építészeti, tartószerkezeti, gépészeti stb. –, a projekt összetettsége, a kockázati profil és a kért teljesítmények minőségi szintje határozza meg, ezért a piaci árképzés szükségképpen széles sávban mozog. A szakmai kamarák – MÉK, MMK – ajánlásai hasznos tájékoztató pontot adnak, de nem kötelező erejűek. Az ÉKM nem rendelkezik felhatalmazással a díjak központi meghatározására, és nem is törekszik erre. A fix vagy kötelező díjtételek ellentételesek lennének a közbeszerzés alapelveivel – nyílt verseny, egyenlő bánásmód, arányosság –, és torzítanák a piacot.

– Az állami beruházások költségellenőrzése mindig érzékeny kérdés. Milyen eszközökkel igyekeznek most kiszűrni a túltervezett vagy túlárazott projekteket?

– A tavaly elfogadott 2024. évi LXXIV. törvény és végrehajtási rendelete alapján a nemzeti közbeszerzési értékhatárt – 60 millió forintot – meghaladó építési beruházások közbeszerzése csak olyan feltételes közbeszerzési eljárás keretében folytatható

le, ahol rendelkezésre áll az ÉKM-miniszter költségellenőrzési véleménye. A minisztérium kollégái valamennyi beruházási portálra feltöltött eljárás becsült költségét és ajánlati árát tételesen megvizsgálva tesznek javaslatot a miniszternek a támogató vagy nem támogató vélemény kiadására.

– Hogyan működik együtt ebben az ÉKM a beruházó szervezetekkel, illetve a független költségellenőrző szereplőkkel?

– A költségellenőrzés abszolút az ÉKM belső feladata, itt nem törekszünk együttműködésre senkivel. Az ÉKM és az irányításunk alatt álló társaságok személyi állománya rendelkezik az ellenőrzések lefolytatásához szükséges megfelelő felkészültséggel.

– A BIM és a digitális költségtervezés hogyan tudja segíteni a költségellenőrzés átláthatóságát és objektivitását?

– Az ÉKM dolgozik valamennyi építési nemben az állami építési beruházások egységes ágazati tételrendjén. Azokon a területeken, ahol az egységes tételrend elfogadására és kiadására már sor került – köztük, vasút –, ott az ezek alapulvételével készített, árazott költségvetés jelentősen megkönnyíti a költségellenőrzést végző kollégáink munkáját. Véleményem szerint a BIM-ben történő tervezések elterjedése ezen a téren még egy lépéssel előrébb visz.

– Hogyan látja, milyen lesz az állami beruházások új rendszere három-öt év múlva, ha minden a tervek szerint alakul?

– Reményeim szerint az általunk gondolt jogszabálysomag hatályban marad, és tovább modernizálódik. Amiben mi már megtettük a legfontosabb első lépéseket, az a BIM, az egységes tételrendek kidolgozása és az open book szabályozás bevezetése. A BIM bevezetésével kapcsolatos kérdésnél már említettem, hogy van még hova fejlődünk a kivitelezéseknél is a BIM-alapú helyszíni megvalósítása során. Az építőipar az élet egyéb területeivel együtt soha nem látott fejlődésen megy keresztül. Úgy gondolom, az informatika egyre növekvő szerepének mi már utat nyitottunk, azt kell megtalálnunk az állami beruházások megrendelőit képviselve, hogyan tudjuk előnyünkre fordítani ezt az irányt. Nehéz megjósolni, mi várható ilyen időtávlatban, de a

megrendelői szerepkörök erősödését és a műszaki kérdésekből fakadó viták csökkenését várom. Ez az, amivel mi csak nyerhetünk, mert minél kiszámíthatóbb egy beruházás, annál gazdaságosabbá is válik.

– Melyik fejlesztési irányt tartja legfontosabbnak: a szabályozás további pontosítását, a digitalizációt, vagy a humán kapacitás fejlesztését?

– Valójában mindhárom terület egymásra épül, de ha egyet kellene kiemelni, akkor a humán kapacitás fejlesztése a legkritikusabb. A digitalizáció nem technológiai, hanem szemléletbeli váltás. A képzés, gyakorlatorientált oktatás, közös protokollok és a szakmák közötti kommunikáció fejlesztése nélkül a digitalizáció és a szabályozás sem fog hatékonyan működni. Jelenleg az akadály nem az, hogy nincsenek megfelelő szoftverek vagy szabványok, hanem hogy a szakemberek nem tudják vagy nem merik hatékonyan használni ezeket. A tervezőktől a kivitelezőig, a hatósági oldalig mindenkinek új szerepeket kell megtanulnia, és új feladatokat vállalnia. A digitalizáció kulcsfontosságú, de önmagában nem elég. Hiába állnak rendelkezésre fejlett platformok, ha az adatok minősége gyenge vagy a modellezés nem egységes. A digitalizáció tehát a technológiai motor, de emberi tudás nélkül nem mozdul előre. A piaci szereplők eltérő elvárásokkal dolgoznak. A szabályozásnak nemcsak előírnia, hanem ösztönöznie is kellene a BIM-használatot – például a közbeszerzéseknél, az engedélyezésnél vagy az üzemeltetési folyamatoknál, ebben az ÉKM zászlóshajóként szeretne szerepet vállalni.

– Mit üzenne a mérnöki, tervezői szakma képviselőinek, akik a mindennapokban találkoznak az új szabályozásokkal?

– Az új szabályozások és digitális követelmények nem akadályt, hanem lehetőséget jelentenek a szakma számára. A BIM és a digitalizáció nem csökkenti a mérnöki munka értékét – épp ellenkezőleg: láthatóbbá, védhetőbbé és hatékonyabbá teszi azt. A jövő építését nem a technológia, hanem a gondolkodásmód fogja meghatározni. Ezért a legnagyobb erő ma nem a szoftverekben, hanem a nyitottságban, az együttműködésben és a tudás megosztásában rejlik. Akik képesek tanulni és alkalmazkodni, nemcsak követik, hanem alakítják is a jövő építőiparát.

BIM integráció

D
Dynamo

R
Revit


Archicad


IFC


SAF


Grasshopper


Tekla


Allplan


StatiCa

képlékenység

nemlinearitás

berepedt km.

építési állapot

imperfecció

stabilitás

dinamika

földrengés

3D talaj

alapozás

vasbeton

acél

fa | CLT

tűztervezés

kompozit

falazat

tervezés

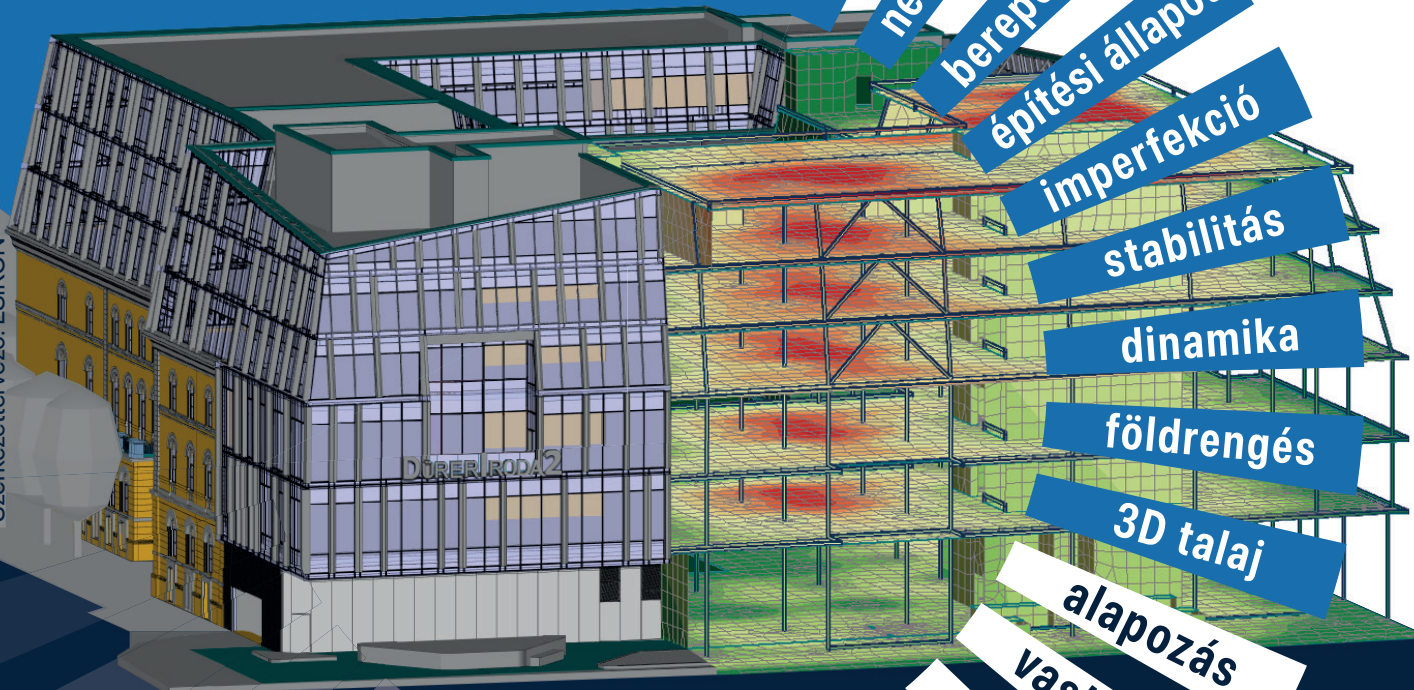


StruSoft FEM-Design

Skandináv minőség, magyar mérnöki innováció. Próbálja ki ingyenesen!

analízis

Dürer Park Irodaház
Építész: Lean Tech Mérnökiroda
Szerkezettervező: ESIKON



■ Kerekasztal-beszélgetés a tervezőmunka jövőjéről

Felhő, OpenBIM és AI

A mesterséges intelligencia mint asszisztens, gyorsító, ellenőrző vagy optimalizáló eszköz hasznos és népszerű segítője lesz a mérnöki rutinmunkának, a jövőben pedig a generatív tervezéssel összefonódva teljes értékű, önmagát javító és tanuló tervezőrendszerre válhat, ami nagyságrendileg növeli a mérnöki munka sebességét, ugyanakkor felerősíti a kollégák kreativitását és döntéshozatalát – mondták el szokásos év végi kerekasztal-beszélgetésünk résztvevői.



ELEMÉRY GÁBOR

A KEREKASZTAL-BESZÉLGETÉS RÉSZTVEVŐI:
Eleméry Gábor okl. építőmérnök, Tangens
Németh Zoltán építészmérnök, Arkance
Rechtorisz Ákos okl. építőmérnök, StruSoft

Dubniczky Miklós

– Milyen évet hagy maga mögött 2025-ben a hazai építésgazdaság?

Eleméry Gábor: Ez az év a kivárás, a változékonyság, a csökkenő teljesítmények és megcsappant megbízások éve volt, amit biztosan nem fogunk feljegyezni a hazai építésgazdaság aranykönyvében.

Németh Zoltán: Az idei esztendő a túlélés és a pozíciók megtartásának éve volt. Rengeteg kis cégtől, mikrovállalkozástól hallottuk, hogy nincs semmiféle tartalékuk, büdzsájuk fejlesztésekre. És ami nem nagyon volt jellemző korábban, a nagyobb cégek „lehajoltak” a kisebb munkákért is, így a piaci „tápláléklánc” alján lévő mérnökirodák még kevesebb megbízáshoz juthattak hozzá. Jövőre kismértékű javulást várunk.

Rechtorisz Ákos: Mi azt láttuk az elmúlt évben, hogy a piaci bizonytalanság hatására a mérnökök egyre tudatosabban választanak olyan eszközöket és módszereket, amelyekkel hatékonyabban tervezhetnek, és

optimálisabb működést érhetnek el munkafolyamataikban.

– A korszerű digitális technológiák terjedésében történt érdemi előrelépés?

Eleméry Gábor: A hazai tervezőirodák között lassú ütemben, de egyértelműen megindult az irány a digitális, modern tervezés felé. Azok az irodák, amelyek nyitottak a változásra – új szoftverek, BIM, adat és folyamat alapú munkavégzés, digitalizált építésmenedzsment – jó eséllyel versenyképesebbek lehetnek. Ugyanakkor a teljes iparági átállás még inkább csak jövőprojekt: sok irodánál hiányzik a szándék, a képzettség vagy a digitális kultúra. A hazai tervezőirodák csak kisebb része használ aktívan BIM-et, a használók többsége azonban csak részlegesen, modellezésre vagy dokumentációra, nem teljes életciklusra. A nagyobb, nemzetközi magasépítési projekteken dolgozó irodák, illetve az infrastruktúra és ipari projekteken részt vevők járnak elől. Ami a fejlesztői oldalt illeti, az élvonalbeli szoftvercégek gőzerővel dolgoznak a mesterséges intelligencia megoldások fejlesztésén, sokszor a világ legkiválóbb műszaki egyetemeivel együttműködve. Létezik már néhány termékesült, a mérnöki munkát AI révén támogatott megoldás is, de ez az irány igazán

csak a közeljövőben bontakozik majd ki: a mesterséges intelligencia egyfajta asszisztensé válik, ami mindig mellettünk áll és mert megtanítottuk neki, segíti a mérnököket a munkafolyamatok gyorsabb, hatékonyabb és pontosabb elvégzésében.

– Reálsan milyen ütemben áll át a piac a BIM-alapú működésre?

Rechtorisz Ákos: A BIM valójában már régóta itt van velünk: a Graphisoft négy évtizeddel ezelőtt, 1986-ban megalkotta a virtuális épület fogalmát. Bár akkor még nem nevezték BIM-nek, a lényeg már akkor is az adatokkal ellátott geometria volt. Véleményem szerint nem az a kérdés, hogy a piac mikor fog teljesen átállni a BIM-alapú működésre, hanem az, hogy tudunk-e olyan eszközöket adni a mérnökök kezébe, amikkel valóban BIM-ben tudnak dolgozni.

– És tudunk?

Rechtorisz Ákos: Igen, és ma már nem egy központosított, zárt rendszerben gondolkodnak a fejlesztők, hanem egy olyan rugalmas platformban, amelyhez az egyes mérnöki szakágak képviselői a saját eszközeikkel tudnak csatlakozni. Az építések mindig BIM-ben dolgoztak és 3D modellben gondolkodtak, automatizálták a dokumentációt,



NÉMETH ZOLTÁN

RECHTORISZ ÁKOS

de az építőmérnök is, amikor végeselem-programban dolgozik, 3D-ben tervez. Az OpenBIM térnyerése alapjaiban formálja át az építőipari szoftverfejlesztés logikáját: míg korábban a hangsúly főként az egyes szoftverek zárt ökoszisztémáján volt, addig ma a nyílt adatformátumok, a szabványos és a szoftverfüggetlen együttműködések kerülnek előtérbe.

Németh Zoltán: Egyre nagyobb adatállományokat, egyre több információt kell kezelniük a szakágaknak az egymás közötti kommunikációban, és az ideai fejlesztések eltolódtak abba az irányba, hogy ez miként valósítható meg gördülékenyebben, nyíltabban, általánosabb szinten. Ebben meghatározó szerepe van a felhőmegoldások fejlődésének és a különféle AI-megoldásoknak. És ez már messze túlmutat azon, hogy beírunk egy kérdést, és egy választ várunk, az utóbbi időszakban a neurális hálót használó mesterséges intelligencia megoldások is rengeteg fejlődtek. És ez megoldás lehet abban, hogy egy építési projekt szereplői hogyan tudják átadni egymásnak csak azokat az adatokat, amire szükségük van – ne csupán szakaszos fájlatadások történjenek, hanem jól működő, becsatornázott adatkapcsolatok jölessenek létre. Ebben látunk komoly előrelépéseket az idei évben.

Rechterisz Ákos: 2012-ben alakult meg az OpenBIM mozgalom a Graphisoft kezdeményezésére, amelyhez csatlakozott a BuildingSMART, a Nemetschek-csoport, a Tekla, a StruSoft és számos más szervezet. Ott, ahol különböző szakágak eltérő eszközökkel dolgoznak együtt, az OpenBIM teszi lehetővé, hogy minden fél a saját preferált, kedvenc eszközével dolgozhasson, miközben az adatcsere biztosított. Ez nemcsak technológiai, hanem filozófiai váltást is jelent: a hangsúly elmozdul a termékcentrikus megközelítésből egy workflow-centrikus gondolkodásba: milyen adat, mikor, hol, milyen formátumban érhető el. Az adat nem egy adott szoftver tulajdona, hanem projektszintű erőforrás, amit több szereplő is hasznosíthat – akár más időpontban, más célból, más eszközzel.

Németh Zoltán: Ez a fajta nyitottság az iparági platformok megjelenését hozza magával, azaz egy-egy ilyen platform az adatokat le tudja bontani a legelemibb részecskékre, granuláris formátumra, és ebből az adatok betöltője, az adatokat megkapó fél be tudja állítani azt a fajta adatcsereigényt, amire az adott kooperációs folyamatban szüksége van – így sokkal gyorsabb és pontosabb információcserre tud létrejönni.

Eleméry Gábor: A szoftverek többé-kevésbé készen vannak és folyamatosan fejlődnek tovább, de végső soron minden mérnök rendelkezik azzal a szoftverállománnyal, amellyel a BIM kihívásaival meg tud felelni. Ott látok inkább egyfajta szétválást, hogy amíg a nagyprojekteknél ma már nem kérdés, hogy BIM-filozófia mentén kell dolgozni, sőt, akár saját BIM módszerei is vannak a cégnek, akik szervezik a BIM folyamatokat, addig a kisebb vállalkozások, kis létszámú mérnökirodák, amelyek nem léptek erre az útra, képtelenek lépést tartani a technológiai fejlődéssel, azok óhatatlanul lemaradnak, leforgácsolódnak a piaci versenyben. Évek óta tisztán látjuk, hogy ha egy ügyfelünk nagyobb volumenű projektekben BIM szerint kezdett el dolgozni, az utána a kisebb projektjeit is e filozófia mentén csinálja végig.

– Melyik szakági terület van leginkább lemaradva, és hogyan lehet gyorsítani a fejlődést?

Rechterisz Ákos: Tizenkét évig dolgoztam a Graphisoftnál, és az országot járva azt láttam, hogy a sok egyedi megoldással operáló gépészet/épületgépészet a leginkább elmaradott szakterület. Roppant komplex feladataikhoz sokszor nincs integrált szoft-

ver-ökoszisztéma, vagy csak nehezen használható eszközeik vannak. Sokáig 2D-ben dolgoztak. Az építészek és a statikus tervezők járnak az élen, és az épületüzemeltetés is zárkózik fel a sok adatnak, a pontosabb BIM-modelleknek és például az energetikai számításoknak köszönhetően. Még egy gondolat az előző témához: ahogy Gábor említette, a szoftverek valóban készen állnak a BIM-re, ugyanakkor a képzés szerepe is kulcsfontosságú, ami teljesen át fog alakulni. Nem tartom valószínűnek, hogy a holnap mérnökei kézikönyvekből tanulnak majd – ott lesz mögöttük a mindig elérhető AI asszisztens, amely fáradhatatlanul segíti őket. A mérnökök betanítása jelentősen lerövidülhet, ha az AI segít a rendszerek megértésében, elmagyarázza a korábbi tervek, vagy összefoglalja a releváns szabványokat. A döntés természetesen továbbra is a mérnökök kezében marad. Az AI nem váltja ki a mérnöki munkát, mert a kreatív döntéshozatal, a felelősségvállalás és rendszerszintű gondolkodás emberi kompetencia – az AI legnagyobb szerepe inkább asszisztensként, automatizálóként és kiterjedt tudásbázisként fog megjelenni.

Németh Zoltán: Egy kicsit máshogy látom azt, hogy mely szakágak vannak lemaradásban a többihez viszonyítva. Magyarországon az építészeknek az Archicad már a korai időszakban is egy jó eszközt jelentett, míg az épületgépészeknek a Revit volt az a megoldás, és a nagyobb mérnökirodák használták is, mert elemi érdekük volt, hogy a nagyobb projekteknél legyen egy olyan korszerű eszközük, amivel hatékonyabban dolgozhatnak. Jelenleg szerintem a közműtervezésben dolgozók – villamos-, vasút-, víziközmű-tervezők –, vagyis a nagyobb struktúrákban, vonalas létesítményekben gondolkodó szakemberek vannak leginkább lemaradva, egyszerűen azért, mert ezeknek a projekteknak az információmodellezése, eszközkészlete még hiányos, sok tervező pedig még mindig papíron egyeztet, nem valódi modellkoordinációban.

Rechtorisz Ákos: Én az infrastruktúraszakterületen jelentős előrelépést tapasztalok a BIM-et illetően. Az új, 4.3-as IFC-szabvány is kifejezetten az infrastruktúra-tervezést támogatja olyan új elem típusokkal, mint az útpálya, vasút, híd vagy az alagút. Ezek lehetővé teszik, hogy a különböző szoftverek akár több kilométeres projektek esetén is zökkenőmentesen cseréljenek adatokat. Egyetlen digitális

modell tartalmazza mind a geometriai, mind a műszaki információkat, így a teljes életciklus – a tervezés, a kivitelezés (például gépvezérelt aszfaltozás), valamint az üzemeltetés és fenntartás – átfogóan modellezhető.

Eleméry Gábor: Magyarországon is rengeteg jó példa van, itt vannak közöttünk azok a cégek – akár tervező, akár kivitelező vállalkozások –, amelyek mintaszerűen használják a korszerű digitális eszközöket. Viszszakanyarodva a szakágakra, vannak olyan mérnöki területek, amelyek minden magasépítési projektnél jelen vannak – tűzvédelem, akadálymentesítés, akusztika stb. –, de ezek a tervezők még messze nincsenek megfelelően kiszolgálva BIM-eszközökkel.

Németh Zoltán: A szabályozás kényszerítő ereje segíti a szabványos, interoperábilis megoldások elterjedését, míg ezeknek a megoldásoknak az egyszerűbb elérhetősége és használatbavételük egyszerűsége a széles körű adaptációt támogatja, vagyis csökkenti a belépési küszöböt – különösen a kisebb piaci szereplők körében. A szoftverfejlesztők alapvető érdeke, hogy minél nagyobb legyen a piac és minél jobban tudják használni a termékeiket.

– Milyen mértékben integrálódik a BEM (Building Energy Model) a BIM-folyamatokba, illetve mikor lesznek képesek a szoftverek automatikusan karbonlábnyomot, LCA-mutatókat számolni?

Eleméry Gábor: Az ALLPLAN-nak már ma is vannak kapcsolatai olyan felhőalapú alkalmazásokhoz, amelyek automatikusan képesek karbonlábnyomértékeket számolni. Ezek ellenőrzött, szabványosított rendszerek, és a tervezőknek nem sok pluszinformációt kell hozzátennie, mert a BIM modell magában hordozza azokat az attribútumokat, amiket aztán egy erre a célra fejlesztett rendszer a karbonlábnyom szempontjából képes kiértékelni.

Németh Zoltán: A technológia, amely ezeket az adatokat kezelni képes különböző szoftverekben, készen áll, amiben előre kell lépni, hogy a szakági tervezők ezeket pontosabban, naprakészen tudják használni az aktuális szabványoknak és nemzeti előírásoknak megfelelően.

Rechtorisz Ákos: A BEM ma már a korai és a részletes tervezési fázisokban egyaránt jelen van. Fejlesztésében mi magunk is érintettek vagyunk, többek között a Stru-

Soft saját terméke, a BIM Energy, illetve az Archicad EcoDesigner számítási motorja révén. Emellett analízisszoftverünk, a FEM-Design karbonlábnyom-számítási funkcióval is rendelkezik. A tervezők a szerkezetek, anyagok és keresztmetszetek optimalizálása során azonnal láthatják az egyes elemtípusokhoz tartozó szén-dioxid-kibocsátási értékeket az LCA gyártási fázisainak megfelelően. Ezáltal a mérnökök valós adatok alapján hozhatnak anyagtakarékosabb és fenntarthatóbb tervezési döntéseket.

Németh Zoltán: És már nemcsak az energetikára jellemző, hogy ezek a rendszerek/alkalmazások készen állnak, hanem mindenféle más elemzésre is – például szél- és zajterhelésre, benapozásra stb. –, ami a felhőbe feltöltve elvégzi ezeket a nagy számítási igényű, végelelem-számításokat.

Eleméry Gábor: A cégek, irodák és beruházók is egyre inkább keresik azokat a szoftvereket, amelyek nemcsak modellt adnak, hanem adatalapú, intelligens támogatást: költség- és időbecslést, kivitelezéstervezést, hibadetektálást – a piaci kereslet ehhez igazodik.

– Mely területeken számíthatunk leginkább az AI térnyerésére, illetve hol, miben lehet ez a mérnökök, mérnök-irodák hasznos segítője?

Eleméry Gábor: A mesterséges intelligencia nagyon hasznos, nagyon népszerű segítője lesz a mérnöki munkának. Azt várom a közeljövőben, hogy azokat a jól begyakorolt rutinfeladatokat, amiket mindenki tud – például miként kell egy tervdokumentációt összeállítani –, rá lehet majd bízni az AI-ra. Mindez jelentős időmegtakarítást, kevesebb adminisztrációs terhet és iterációt jelent. Bizonyos dolgok már termékesültek, a látványtervezés terén például nagyon sokat hozott a mesterséges intelligencia – szöveges promptlással másodpercek alatt elő lehet állítani igen jó minőségű látványterveket.

Németh Zoltán: A mesterséges intelligencia nem váltja le a mérnököket, de komoly szerephez jut mint segédeszköz, gyorsító, ellenőrző vagy optimalizáló eszköz – különösen ott, ahol sok adat, ismétlődő minta vagy szabályszerűség van jelen. Tervlapok és a konszignáció előállítás, ezek méretezése, ellenőrzése, a különböző modellvalidációs folyamatok lefuttatása, frissítése – minden olyan tevékenység, ami eddig egyfajta rabszolgamunka volt a mérnöki

praxisban, az AI segítségével lerövidíthető, automatizálható lesz. Az viszont nagyon fontos, hogy az irányítás és az ellenőrzés mindvégig megmaradjon a mérnököknél.

Rechtorisz Ákos: Az AI nem egyetlen, elkülönülő eszköz lesz, hanem láthatatlan háttértámogatóként kísérheti végig a teljes tervezési és dokumentációs munkafolyamatot. Hamarosan át kell térnünk a második generációs Eurocode-ok használatára, és ebben a cseppet sem egyszerű áttállási folyamatban is az AI a mérnökök egyik leghasznosabb támogatójává válhat.

Németh Zoltán: A prediktív analitika is óriási előny lesz, az üzemeltetésben például az AI előre jelezheti, hogy az adott gépészeti rendszer várhatóan egy hónapon belül karbantartást igényel, valós időben elemezhet szenzoradatokat – energiahasználatot, hőmérsékleti adatokat stb.

Rechtorisz Ákos: A generatív tervezés szorosan kapcsolódik a mesterséges intelligenciához. Jelenleg elsősorban optimalizálási feladatok és parametrikus modellvariációk előállítása jellemzi. A jövőben azonban – az AI integrációjával – teljes értékű, önmagát javító és tanuló tervezőrendszerre fejlődhet, amely nagyságrendekkel növeli a mérnöki munka hatékonyságát, ugyanakkor tovább erősíti a mérnök kreativitását és szakmai döntéshozatalát.

Németh Zoltán: A mérnöki együttműködést támogató platformok biztonságos használata kiemelten fontossá vált, hiszen ezek a rendszerek gyakran tartalmaznak érzékeny műszaki adatokat, szellemi tulajdont, illetve kritikus infrastruktúrára vonatkozó in-

formációkat. Az is lényeges kérdés, hogy az AI megoldások milyen minőségű információkkal lesznek „trenírozva”. Nem mindegy például, hogy teljesen általános, szabadon hozzáférhető AI megoldásokról beszélünk, amelyek mindenhol gyűjtik az adatokat és épp ezért elég nagy a fals információk lehetősége, vagy értékes, releváns információkkal vannak „feltanítva”, amik valóban segítik a szakmagyakorlókat.

– Mit hozhat 2026 a mérnöki szoftverek piacán?

Németh Zoltán: Tovább fog fejlődni az AI-vonal, bejönnek a különböző háttértámogató megoldások, az Autodesknél tovább fejlődik a programokban az AI asszisztens, amely segíteni tudja a tervezési lépéseket. Az elmúlt évekhez hasonló nagy ütemű fejlesztés várható a közös adatkörnyezetet adó Construction Cloud és az építőipar számára iparági felhőplatformot biztosító Forma esetében. Előrelépés várható a felhőmegoldások belépési korlátjában is – azt várom, hogy többen és egyszerűbben tudják majd elérni ezeket az alkalmazásokat, mert ez elemi érdeke az ipárnak és a szoftverfejlesztőknek.

Rechtorisz Ákos: A jövőben minden, amiről eddig beszéltünk, fokozódni fog. A tervezési folyamatok egyre gördülékenyebbé, integráltabbá és hatékonyabbá válnak. Fejlesztőként mi is erre a fejlődési irányra összpontosítjuk a munkánkat.

Eleméry Gábor: A felhőalapú együttműködést lehetővé tévő platformok fejlesztése továbbra is prioritás, különösen az egymás-

tól távol dolgozó mérnöki csapatok támogatására, mivel a mérnöki munka egyre inkább irodákon és határokon átnyúló, több időzónát és szakágat átfogó tevékenységgé válik. Ezek a platformok lehetővé teszik, hogy a csapatok valós időben dolgozzanak ugyanazon modelleken, terveken vagy simulációkon, miközben automatikusan nyomon követhetők a módosítások, a verziók és a felhasználói hozzájárulások. A felhőalapú rendszerek nemcsak a kommunikációt és az adatmegosztást gyorsítják fel, hanem jelentősen csökkentik az infrastrukturális költségeket is, hiszen nincs szükség helyi szerverek karbantartására. Emellett növelik a skálázhatóságot és az elérhetőséget, így bármilyen eszközről, bárhol is hozzáférhetők a projektek. A jövőbeni fejlesztések pedig várhatóan egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek az integrált kommunikációra, a mesterséges intelligenciával támogatott munkafolyamatokra és a biztonságos hozzáférésre.

Rechtorisz Ákos: A mesterséges intelligenciánál az is előtérbe fog kerülni, hogy programozói ismeretek nélkül is lehessen munkafolyamatokat és eszközöket létrehozni – akár például a szakági együttműködés előmozdítása érdekében. Az analízis területén két markáns fejlődési irány látszik: egyrészt a kollégák által készített modellek precizitása és valósághűsége folyamatosan növekszik, másrészt előtérbe kerülnek azok a felhőalapú szolgáltatások, amelyek – amint arra Gábor is utalt – jelentősen gyorsítják és egyszerűsítik a mérnöki feladatok elvégzését.

axisvm.hu



PARAMETRIKUS TERVEZÉS

MAGASSZINTŰ KÉTIRÁNYÚ EGYÜTTMŰKÖDÉS

■ Technikai, etikai és társadalomtudományi dimenziók

A mérnöki gondolkodás új paradigmája

A mesterséges intelligencia robbanásszerű fejlődése az elmúlt években elsősorban a szoftveres innovációkról szólt: a nagy nyelvi modellek, a generatív rendszerek és a felhőalapú számítás dominálták a technológiai diskurzust. Mára azonban világossá vált, hogy a következő technológiai ugrást nem a szoftver, hanem a mögötte álló hardver fogja meghatározni. Az energiahatékony, célzott AI-chipek, a fejlett félvezető-architektúrák és a neurális hálózati gyorsítók új korszaka veszi kezdetét.



Dubniczky Miklós

A globális AI-hardver piac mérete 2024-ben 59 milliárd amerikai dollár volt, de a terület 2034-re elérheti a 296 milliárd dollárt is, 18%-os éves növekedési ráta mellett a Global Market Insights 2025 júliusi elemzése szerint. Ezáltal a munkaerőpiacon felértékelődik azoknak a szakembereknek a tudása, akik nemcsak szoftveres, hanem hardveres tudással is rendelkeznek.

A legnagyobb technológiai vállalatok – a Microsoft, az Amazon, az Oracle, az Intel, a

Qualcomm, vagy éppen a Google – ma már saját AI-chipeket terveznek, hogy függetlenedjenek az Nvidia-tól, és optimalizálják modelljeiket az energiafogyasztás, késleltetés és hűtés szempontjából. Az Nvidia legújabb, H sorozatú gyorsítói 500–1000 W közötti fogyasztása jól mutatja, hogy a számítási teljesítmény további növelése fizikai korlátokba ütközik. Ezért minden szereplő – az okostelefon-gyártókon, diagnosztikán, genomikán és adattudományon át a robotikáig és az ipari IoT-ig – új, hatékonyabb architektúrákat keres, ame-

lyek képesek fenntartható módon kiszolgálni a mesterséges intelligencia igényeit.

A Very-Large-Scale Integration (VLSI) AI-chipek tervezése mellett a Field Programmable Gate Array (FPGA) alapú megoldások is kulcsszerepet játszanak a digitális hardvertervezés területén. Sokoldalú és nagymértékben testreszabható integrált eszközök, amelyek ideálisak a nagy teljesítményt, alacsony késleltetést és valós idejű feldolgozást igénylő alkalmazások széles köréhez, a repüléstől a biztonságtechnológián át a pénzügyekig és a távközlésig átalakítják a digitális rendszerek tervezésének és építésének módját.

Ezek a technológiai trendek alapjaiban változtatják meg a mérnöki kompetenciával kapcsolatos igényeket. A mai mérnök-informatikusnak nem elég kiváló szoftverfejlesztőnek lennie; értenie kell a számítási architektúrákhoz, az adatmozgatás fizikai korlátaihoz, a hűtési és energiahatékony-sági kérdésekhez, valamint az alkalmazott technológiák hardverigényéhez is. Számos nemzetközi egyetem és kutatóintézet mellett a Pázmány Péter Katolikus Egyetem Informatikus Technológiai és Bionikai Kara (PPKE ITK) is kiemelt figyelmet fordít arra, hogy hallgatóik szoftver- és hardverfejlesztésben egyaránt képzetek legyenek, a tervezéstől a megvalósulásig végig tudjanak kísérni egy-egy projektet. „A hallgatók már az első félévben bekapcsolódhatnak a kar kutatási műhelyeibe és laborjaiba. Valós áramköröket és chipeket terveznek, amelyek a legnagyobb ipari fejlesztések

logikáját követik. Ezek valós időben tesztelhetők, módosíthatók, így napok alatt létrehozhatók olyan architektúrák, amelyekhez ipari környezetben akár évek szükségesek” – emeli ki dr. Nagy Zoltán, a PPKE ITK egyetemi docense, a mérnökinformatikus-képzés szakfelelőse.

A mesterséges intelligencia fejlődésének egyik leglátványosabb, de egyben legmélyebb hatású iránya a „talk to your data” paradigma: az a képesség, hogy a felhasználók természetes nyelven kommunikáljanak az adatbázisokkal, elemző-rendszerrel vagy épp gépi tanulási modellekkel. Ez a trend radikálisan átalakítja az ember-gép interakciót: az adat többé nem csak lekérdezhető, hanem értelmezhető és kontextusban kezelhető a mesterséges intelligencia révén. A mérnökinformatikusok számára ez több szempontból is meghatározó. Egyrészt a hagyományos adatbázis- és szoftverfejlesztési tudás kiegészül a nyelvi modellek integrálásának ismeretével, vagyis azzal, hogyan lehet egy adatforrást generatív AI-rétegen keresztül elérhetővé tenni. Másrészt új típusú adatchitektúrák és biztonsági kihívások is megjelennek: a természetes nyelvi lekérdezésekhez szükséges kontextusépítés, adat-előkészítés (data curation), valamint a promptvezérelt folyamatok optimalizálásának mérnöki feladata. „Kiemelt hangsúlyt helyezünk arra, hogy a hallgatóinkat megtanítsuk hatékonyan együttműködni az AI-jal. A természetes nyelvi lekérdezésekkel adatokat elemezni, kódot generálni, modelleket finomítani. A »talk to your data« szemlélet ma már nem jövőkép, hanem valós kutatási téma, amelyből szakdolgozatok és ipari együttműködések

is születnek” – teszi hozzá Lukács Gergely, a PPKE ITK egyetemi docense, a mérnökinformatikus-képzés oktatója.

A szak kutatási fókuszában a multimodális adattudomány áll: kép-, hang- és szenzoradatok feldolgozása, gépi látás, biológiai adatok elemzése, valamint az ezekhez kapcsolódó AI-alapú döntéstámogató rendszerek fejlesztése. Ezekhez a kompetenciákhoz a Pázmány ITK több évtizedes tudományos háttere biztosít alapot, mint például a Roska Tamás-féle bionikai és gépi látáskutatások, de a karon működik a mesterséges intelligencia alkalmazásai szakirányú továbbképzés is, hiszen fontosnak tartják, hogy olyanok is megismerhessék az MI lényeges területeit, akik nem mérnöki háttérrel érkeznek vagy más területről jönnek. Az egykori hallgatók mára olyan cégeknél dolgoznak, mint a Google, a Lidl Data Competence Center, a Bosch, a Morgan Stanley és a Hi-Fly Labs projektjei, valamint a Krausz Ferenc-féle Center for Molecular Fingerprinting kutatási programjai.

A jövő mérnökinformatikája egyre inkább az önfejlesztő rendszerek irányába mozdul el, ahol az AI-alapú algoritmusok nem csupán végrehajtják a feladatokat, hanem képesek adaptívan optimalizálni saját működésüket is a környezeti adatok, felhasználói szokások vagy éppen energiahatékonysági szempontok alapján. Az ilyen rendszerek fejlesztéséhez elengedhetetlen a mérnöki gondolkodás újfajta integrálása: ahol a klasszikus algoritmikus tudás összeolvad az önszervező architektúrák, valós idejű tanulás és dinamikus hálózati újrakonfigurálás ismeretével. Ez nem csupán technológiai, hanem etikai és szabályozási kérdéseket is felvet, amelyekben a

jövő mérnökeinél elengedhetetlen lesz az interdiszciplináris gondolkodás.

Egy másik meghatározó irány a kvantumtechnológia és mesterséges intelligencia konvergenciája, amely a következő évtized végére alapjaiban írhatja újra a számítási teljesítmény és az adattudomány lehetőségeit. A kvantumszámítógépek olyan komplex rendszerek szimulációjára és optimalizálására lehetnek képesek, amelyeket a klasszikus AI-eszköztár csak közelítéssel tud kezelni. A magyar mérnökképzés hosszú távú feladata, hogy olyan szakembereket képezzen, akik nemcsak a mai technológiákhoz értenek, hanem képesek eligazodni a kvantumlogika, a bioinformatika, az MI-vezérelt rendszerek és a beágyazott intelligencia metszéspontjain is.

A technológiai fejlődés gyorsulása új felelősséget is ró az oktatásra és a társadalomra. A mesterséges intelligencia által vezérelt rendszerek ugyanis nem csupán műszaki területeken jelennek meg, hanem az oktatásban, közigazgatásban, egészségügyben és az igazságszolgáltatásban is – ahol az algoritmusok döntési mechanizmusai közvetlen hatással lehetnek emberek életére. A hazai mérnökképzésnek ezért nemcsak technikai, hanem etikai és társadalomtudományi dimenzióban is fejlődnie kell, hogy a jövő mérnökei képesek legyenek felelős és átlátható módon alakítani az intelligens rendszerek működését. A mérnöki gondolkodás új paradigmájában ugyanis nem elég pontos és hatékony rendszereket tervezni: azokat érthetővé, méltányossá és fenntarthatóvá is kell tenni – egy olyan világban, ahol a technológia nemcsak eszköz, hanem formáló erő is.

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, -kölszönzés. 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.

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



■ Cél az adatok minél gyorsabb integrálása a műszaki döntéshozatalba

Gyors szkennelés mozgás közben – merre tart a terepi adatgyűjtés?

Az elmúlt években a térinformatika és a műszaki adatgyűjtés egyik központi kérdésévé vált, hogyan lehet nagy pontosságú, nagy felbontású térbeli információt minél gyorsabban, minél kevesebb eszközzel és a lehető legkevesebb utómunkával rögzíteni. A klasszikus, statikus lézerszkennerek továbbra is meghatározó szereplők, ugyanakkor a szakemberek dinamikus, menet közbeni adatfelvételt szeretnének végezni anélkül, hogy a pontosság terén jelentős kompromisszumot kellene kötniük.

Dr. Vörös Fanni geoinformatikus

A kézi és hordozható mobil szkennelési technológiák rohamos fejlődése új munkamódszereket hozott magával. Olyan környezetekben is releváns, jól elemezhető pontfelhő rögzíthető, ahol korábban a mérési idő vagy a terepi körülmények miatt statikus technológiával ez nem volt reálisan megvalósítható. Egyre több területen számít új normának a „mozgásból történő” adatgyűjtés.

A gyors szkennelés műszaki alapjai – hogyan működik a módszer?

A mozgás közbeni adatgyűjtés lényege, hogy a szenzor a környezetet folyamatosan tapogatja le, miközben a felülethez viszonyított saját pozícióját valós időben becsüli. Ezt több technológia együttes alkalmazása teszi lehetővé:

- LIDAR-alapú távolságmérés a környezet folyamatos leképezéséhez;
- IMU (inerciális mérőegység), amely a szkennertérbeli orientációját határozza meg;
- SLAM algoritmusok, amelyek a környezeti geometriát felhasználva korrigálják a pozíciót, csökkentik a driftet és a hibákat;
- kamerás támogatás bizonyos rendszereknél, ami segíti a térbeli illesztést és a topológiai felismerést.

A technológiai háttér fejlődése nagyrészt annak köszönhető, hogy a processzási teljesítmény és a memóriakapacitás ma már lehetővé teszi az olyan, valós időben működő algoritmusok használatát, amelyek néhány éve még csak kutatólaborokban voltak életképesek. A mérnöki gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a nyers pontfelhő már a terepen előzetesen ellenőrizhető, a kritikus hiányok idejekorán azonosíthatók.

Terepi előnyök – több adat rövidebb idő alatt

A mobil szkennelés elsődleges értéke az időnyereség és a munkaszervezési rugal-



Fedezze fel az ARKANCE nyújtotta előnyöket az Autodesk Docs-hoz

Vezesse be az Autodesk Docs rendszerét magabiztosan. Az Autodesk közös adatkörnyezet (CDE), munkafolyamat-optimalizálási szolgáltatásaink és képzéseink segítséget nyújtanak a csapatmunkában, a koordinációban és a projektinformációk megosztásában.

[Ingyenes konzultáció]

Ismerje meg bevált gyakorlatainkat és kérje szakértőink támogatását.

Igényeljen ingyenes felmérést december 31-ig!





masság. Míg egy statikus, állványos mérésnél a műszer telepítése, pozicionálása, szintezése és az álláspontok közötti mozgatása a feladat jelentős részét felemésztí, addig a kézből vagy lábon végzett szkennelés során a szakember elsősorban az adatmenet logikájára és a bejárás útvonalára koncentrálnak.

A terepen tapasztalható előnyök többek között:

- töredékére csökken a mérési idő, különösen komplex, tagolt helyszíneken;
- nincs szükség az álláspontok számának növelésére, mert a folyamatos mozgás lefedi a részleteket;
- könnyebb hozzáférés szűk, akadályozott vagy veszélyes helyszínekhez (ipari terek, alagutak, építkezések);
- a módszer zavarás nélkül integrálható élő, működő környezetekbe, ahol a statikus eszközök akadályoznák a forgalmat vagy a munkavégzést.

kus eszközök akadályoznák a forgalmat vagy a munkavégzést.

A mobil adatfelvétel a felmérési folyamat mellett a dokumentációs, ellenőrzési és auditcélú alkalmazásokban is jól használható, mivel könnyen ismételhető, így időbeli változások is követhetők vele.

Pontosság – mikor elég jó a dinamikus adatgyűjtés?

A mobil szkennelési megoldások számos területen előnyt kínálnak, ugyanakkor fontos tisztázni, hogy a pontosság és a részletesség több tényezőtől függ: a helyszín geometriájától, a bejárás útvonalától, a mozgás sebességétől, a fényviszonyoktól (kamerás rendszereknél), valamint az alkalmazott algoritmusok minőségétől. A korszerű rendszerek kedvező körülmények között akár néhány centiméteres

pontosságot is elérhetnek, ami számos mérnöki és ipari alkalmazásnál bőségesen elegendő (pl. általános épületfelmérés, gépészeti nyomvonalak dokumentálása, térfogat- és távolságbecslés). Vannak azonban olyan projektek – például deformációmérések, precíz geometriai illesztések vagy speciális geodéziai feladatok –, ahol továbbra is indokolt a statikus módszerek használata, illetve a mobil felvételek statikus méréssel történő kontrollja.

A jövő egyik kulcskérdése, hogy a technológiai fejlődés során a mobil szkennelés meddig tudja megközelíteni a statikus szkennelés pontossági szintjét. A jelenlegi tendencia egyértelmű: a dinamikus módszerek évről évre csökkentik a pontosságbeli különbséget, miközben sebességben és rugalmasságban továbbra is jelentős előnyt élveznek.

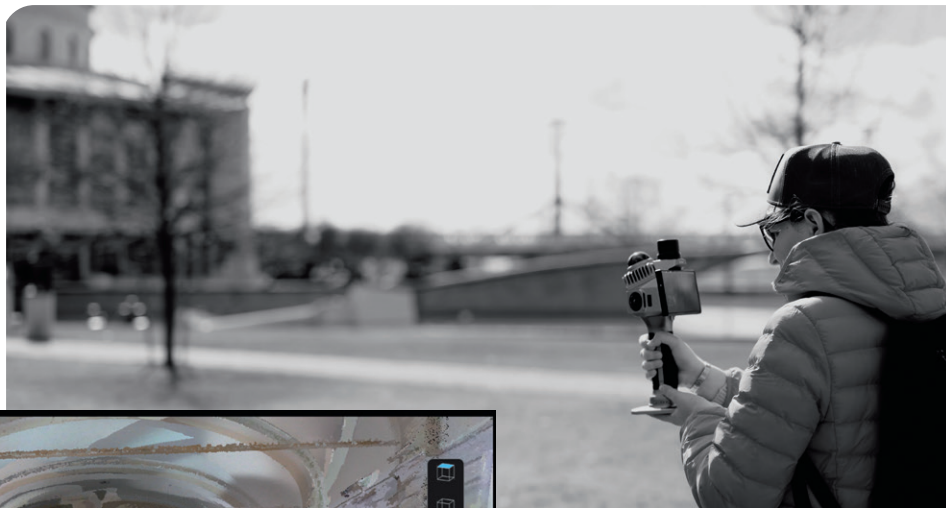
A szoftver szerepe – nyers adatoktól a használható modellig

A mobil szkennelés sikerének másik meghatározó eleme a szoftverkörnyezet. A mai rendszerek nem csupán rögzítik az adatokat, hanem: valós időben előfeldolgoznak, kiszűrik a nyilvánvaló hibákat és zajokat, automatikusan zárják a hurkokat, javaslatot adhatnak az optimális bejárás útvonalára. A legfontosabb azonban az, hogy a szoftver képes legyen értelmezhető, strukturált eredménnyé alakítani a pontfelhőt. Ez lehet például: 2D alaprajz, 3D felület- vagy tömegmodell, térfogat- vagy távolságelemzés, vagy BIM-kompatibilis adatstruktúra.

Az automatizált geometriafelismerés és a mesterséges intelligencián alapuló elemzés várhatóan tovább gyorsítja a feldolgozási folyamatot. A cél az, hogy a terepi felvételt követően minél rövidebb időn belül rendelkezésre álljon a döntéshoz szükséges, már értelmezett információ, ne pusztán a nyers pontfelhő.

Kihívások extrém környezetben – barlang és alagút

A mobil szkennelés egyik jellegzetes, ugyanakkor kevésbé hétköznapi felhasználási területe a barlangok és alagutak felmérése. A kis méretű, kézben tartható eszközök alkalmasak a szűk, kiépítetlen járatok bejárására is, ahol a statikus műszerek nehezen vagy egyáltalán nem telepíthetők. A tapasztalatok szerint az



A nem megfelelően kezelt adatok félrevezető eredményekhez és helytelen következtetésekhez vezethetnek. A technológia nem old meg minden problémát, hanem a megoldáshoz vezető utat rövidíti le – ezzel teheti hatékonyabbá a mérnöki munkát.

Várható, hogy a kézi szkenneres felmérések következő lépcsője egyrészt a még nagyobb pontosság és a kompaktabb eszközök, másrészt a beépített, terepen is használható AI funkciók elterjedése lesz. A valós idejű adatszolgáltatás és döntéstámogatás iránti igény gyakorlatilag minden szektorban növekszik, így a terepi adatgyűjtés területén is megjelennek az automatizált, részben önállóan javaslatot tevő rendszerek.

A dinamikus szkennelés helye a mérnöki gyakorlatban

A kézből és lábon végzett gyors szkennelés ma már nem kísérleti megoldás, hanem érett, számos szakterületen alkalmazható technológia, amely a statikus módszerek sok esetben kiegészíti, bizonyos feladatoknál pedig részben kiválthatja. Az időnyereség, a mobilitás és a gyorsan feldolgozható pontfelhőeredmények arra utalnak, hogy a mérnöki gyakorlatban egyre nagyobb szerepet kapnak a rugalmas, helyzethez alkalmazkodó adatgyűjtési módszerek. A technológiai fejlődés nem csupán új eszközöket hoz, hanem új szemléletet is: a terepi felmérések célja ma már nem pusztán az adatok rögzítése, hanem azok minél gyorsabb, minél közvetlenebb integrálása a műszaki döntéshozatalba. Ebben a folyamatban a mobil szkennelés az egyik legfontosabb, dinamikus fejlődő építőköve.

ilyen környezetekben a fő kihívást nem a geometria, hanem a megvilágítás jelenti. A pontfelhő geometriája sötétben is rögzíthető, azonban ha a felvétel színes, textúrázott megjelenítése is cél (pl. a nagyközönség számára készített vizualizációk, virtuális bejárások), akkor elengedhetetlen a jó minőségű, erős és egyenletes fényforrás. A nem megfelelően kivilágított tér „foltosan” jelenik meg a színes pontfelhőben, és nehezíti az értelmezést.

Mérnöki projektekben a barlanghoz hasonló geometriájú, zárt terek – például közmű- vagy közlekedési alagutak – esetében a mobil szkennelés lehetővé teszi a gyors, folyamatos adatgyűjtést, amely alapot adhat megvalósulási tervekhez és állapotfelméréshez.

Mérnöki felhasználás és utólagos kérdések

A mobil szkenneléssel készített pontfelhő jól illeszthető a megszokott mérnöki munkafolyamatokba. Megvalósulási tervekhez például a felmért valóság CAD felületen

viszonylag gyorsan összevethető a tervezett állapottal. Gyakori, hogy a felmérés után – akár hetekkel később – merülnek fel olyan kérdések, amelyekre a folyamat elején még nem gondoltak. Ilyen esetekben elegendő a pontfelhőt vagy a felmérés során készült képeket újra megnyitni, és már meglévő adatok alapján adható válasz.

A rögzített térbeli információ alkalmas: távolság- és területmérésre, beépítési lehetőségek előzetes vizsgálatára (például egy adott méretű berendezés, szekrény elhelyezhetősége), energetikai és gépészeti vizsgálatok előkészítésére, nyomvonalak ellenőrzésére.

A jól felépített, visszakereshető adattár így hosszú távon is értéket teremt.

Szakmai felelősség és jövőkép

Bár a korszerű mobil szkennerek használata sok esetben nem igényel mély technológiai ismeretet, a kapott eredmények helyes értelmezéséhez és feldolgozásához elengedhetetlen a szakmai hozzáadott érték.

■ A mesterséges intelligencia hatása a tartószerkezeti tervezésre – 3. rész

Új korszak kapujában

Cikksorozatunk első két részében egy teoretikus jövőképet vázoltunk fel: bemutattuk az OmniSzerkezet megszületését, majd exponenciális fejlődését és iparági elterjedését. Bár a történet fiktív volt, valós technológiai trendek és kutatási irányok szolgáltak alapjául. A harmadik, egyben utolsó részben azonban a figyelmet elmozdítjuk a jövő víziójától a jelen feladatai felé. Nem azt próbáljuk megjósolni, milyen lesz a következő évtized, hanem azt, hogy milyen lépésekre van szüksége a szakmának, a Magyar Mérnöki Kamarának, az oktatási rendszernek, az egyetemeknek és a nagyvállalatoknak, hogy felkészüljenek egy potenciálisan mindent átalakító MI-rendszer megjelenésére.

Magay Dániel, dr. Juhász Tamás

A kérdés nem az, hogy az MI mikor jelenik meg a tartószerkezeti tervezésben, hanem hogy miként fogadjuk és hogyan formáljuk a szerepét.

A mérnöki hivatás újradefiniálása

A rutinszerű számítások és dokumentációk elkészítését egy MI könnyedén átveheti. A tartószerkezeti mérnök szerepe ezért eltölódhat: ellenőrző és stratégiai szerepkörbe kerül. A felelősség súlypontja a modellalkotás helyett a kiinduló feltételek, szabványok és geometriai definíciók hibátlan meghatározásán lesz. Egyre fontosabbá válik a kritikai gondolkodás, a rendszer döntéseinek megkérdőjelezése és értelmezése. A mérnök tehát kevesebb időt tölt majd számításokkal, de sokkal nagyobb hangsúlyt kap a felelősségvállalás, az etikai mérlegelés és a döntések átlátható kommunikációja.

A mérnöki kamara feladatai

Egy mesterséges intelligencia megjelenése az építőiparban új típusú szakmai kereteket követel meg. A kamara szerepe ebben kulcsfontosságú. A mesterséges intelligencia fejlődése ma még sok szempontból kísérleti, részben ipari, részben akadémiai környezetben zajlik. Bár az építőiparban még nem jelent meg egy minden átfogó rendszer, mint amilyen az Om-

niSzerkezet a cikkünk fiktív idővonalában, a kutatások és az iparági alkalmazások üteme alapján biztosra vehető, hogy a következő években a mérnöki szakma egyre gyakrabban találkozódik majd MI-alapú eszközökkel. Éppen ezért most, a technológia még kezdeti szakaszában lenne indokolt egy olyan intézményi mechanizmus kialakítása, amely képes függetlenül követni és értelmezni ezeket a folyamatokat.

A mérnöki kamara ebben kulcsszerepet játszhatna azzal, ha létrehozna egy független építőipari MI-kutatócsoportot. A csoport feladata nem új rendszerek fejlesztése vagy ipari megoldások támogatása lenne, hanem kizárólag a meglévő kutatások és fejlesztések nyomon követése, feldolgozása és közérthető bemutatása a mérnöktársadalom számára. A működés alapelve az objektivitás: a csoportnak mentesnek kell maradnia minden iparági vagy piaci befolyástól, és feladata kizárólag a tények, kutatási eredmények és ipari tapasztalatok bemutatása volna.

A kutatócsoport munkájának egyik sarokpontja a rendszeres beszámolók készítése. Ezek a jelentések kezdetben félévente jelenhetnének meg, átfogó képet adva arról, hogy az MI-fejlődésben az elmúlt időszakban milyen eredmények születtek, milyen új rendszerek vagy prototípusok jelentek meg, és milyen várható trendek rajzolódhatnak ki a következő fél évre. Ha a fejlődés üteme felgyorsul, a jelentések gyakoriságát érdemes lenne növelni, hogy

a mérnökök mindig naprakész információkhoz juthassanak.

A beszámolók elkészítésénél kiemelt szempont az érthetőség. Nem szűk akadémiai közönségnek kell szólniuk, hanem a mérnöktársadalom egészének, így a szövegezésnek közérthetőnek kell lennie, de a szakmai pontosság megtartásával. A cél, hogy minden mérnök – a pályakezdőtől a több évtizedes tapasztalattal rendelkező tervezőtől – értelmezni tudja, mit jelentenek ezek a változások a saját szakmai gyakorlatában.

Egy ilyen független kutatócsoport léte nemcsak a mérnökök tájékozottságát növelné, hanem biztonságot is adna a szakmának. Amikor eljön a fontos döntések ideje – legyen szó szabályozási változásokról, etikai kérdésekről vagy új technológiák bevezetéséről – a mérnöki közösség már felkészülten, tájékozottan tudna reagálni. Ez biztosítaná, hogy a mérnökök ne elszenvetődjenek, hanem tudatos alakítói legyenek a változásoknak, és a szakma saját maga dönthesse el, milyen irányban kívánja beengedni az új technológiákat a mindennapi gyakorlatba.

Egy építőipari MI-kutatócsoport létrehozása az első lépés lenne abban, hogy a szakma felkészülten nézhessen szembe a közelgő változásokkal. Ha ezt a kezdeményezést a Magyar Mérnöki Kamara nem vállalja fel, aligha várható el, hogy a szakmabeliek egyénileg képesek legyenek tartani a lépést a technológia rohamos fejlődésével.

Ismerje meg megoldásainkat!

Modern mérnökszoftverek, és innovatív technológiák önálló tervezőknek és nagy mérnökirodáknak.

TANGENS

+36 1 424 01 34

info@tangens.hu

FELTURBÓZOTT PRODUKTIVITÁS AZ ALLPLAN-NAL!

ALLPLAN
A NEMETSCHEK COMPANY

- ✓ AI alapú vizualizáció
- ✓ Vasbeton tervezés, automatizált részletek
- ✓ Felhőalapú, összehangolt működés
- ✓ Előregyártott szerkezetek

ACÉLSZERKEZET TERVEZÉS A LEGÚJABB IGÉNYEK SZERINT!



SDS2
BY ALLPLAN

- ✓ Teljes profilkatalógus
- ✓ Automatizált kapcsolatok
- ✓ Elemterv készítés gombnyomásra
- ✓ Változáskövetés és verziókezelés



Ugyanakkor ezzel a kutatócsoporttal a kamara nemcsak a hazai mérnöki közösség számára jelentene stabil tájékozódási pontot, hanem európai szinten is példaként állhatna a többi mérnöki kamara előtt. A hazai kamara az első volna, amely professzionálisan, független és transzparens módon vállalja fel az MI nyomon követését. Ez stratégiai pozíciót teremthet abban is, hogy nemzetközi hálózatokba kapcsolódjon, és a magyar mérnöki közösség aktív szereplőjévé váljon a technológiai fejlődés alakításában.

A MMK-nak most lehetősége lenne, hogy Európában céltörő és példamutató szereplőként lépjen fel a mesterséges intelligencia építőipari alkalmazásában. Mivel más európai mérnöki kamarák részéről eddig nem indult hasonló kezdeményezés, Magyarország úttörő szerepet vállalhatna, aktívan hozzájárulva egy jövőbeli, közös európai mérnöki gondolkodás kialakításához.

Az oktatási rendszer feladatai

Az oktatás kulcsszerepet játszik abban, hogy a mérnöki hivatás mennyire tud alkalmazkodni a mesterséges intelligencia (MI)

térnyeréséhez. Ha a felsőoktatási intézmények nem készítik fel a jövő szakembereit az MI-vel való együttműködésre, a mérnöktársadalom könnyen elveszítheti a technológia feletti irányítást, és inkább elszenvedője, mint alakítója lesz a változásoknak.

A jelenlegi képzési struktúra erősen számítás- és rutinközpontú. A hallgatók főként azt sajátítják el, hogyan kell egy adott szabvány szerint méretezni, alkalmazni az előírásokat és megoldani a problémákat a hagyományos lépések alapján. Bár ez a tudás továbbra is fontos a szakmai alapok miatt, az MI elterjedésével a hangsúly eltolódik. Az ismétlődő feladatokat egy korszerű algoritmus gyakran gyorsabban és pontosabban elvégzi, mint maga az ember.

Az alapképzésben jelenleg kevés figyelem irányul az eredmények értelmezésére. A hallgatók ugyan megtanulják kiszámolni a különféle paramétereket, de ritkán vizsgálják meg, hogy a kapott szám valóság-e, illeszkedik-e a műszaki összefüggésekhez és a tényleges helyzethez. A következő évtized mérnökének viszont épp ez lesz a legfontosabb készsége: felismerni, hogy egy MI által kínált javaslat elfogadható-e, vagy

épp ellenkezőleg, hibás irányba terelné a tervezést.

Ezért nagyobb szerepet kellene kapniuk azoknak a gyakorlatoknak, amelyekben a hallgatók nemcsak számolnak, hanem értékelik is az eredményeket: mit jelentenek a kapott értékek, helytálló-e a feltételezések, és mennyire illeszkedik a megoldás a valós körülményekhez. A fókusz a „hogyan számoljuk ki” kérdésről a „helytálló-e az eredmény, és ha nem, miért téves?” szemlélet felé kellene elmozdítani.

Jelenleg sok diák hónapokon át olyan feladatokon dolgozik, amelyeket egy modern szoftver percek alatt megoldana, miközben kevés hangsúly jut az értelmezésre, az érvelésre és a mérnöki felelősség gyakorlására. Ez az eltérés az oktatás és a munkaerőpiaci elvárások között egyre nagyobb, és könnyen oda vezethet, hogy a diplomások tudása már belépéskor részben idejétmúlt.

A mérnökképzésnek ezért szemléletváltásra van szüksége: a jövő szakemberei kevesebb időt töltenek majd kézi számításokkal, viszont sokkal nagyobb felelősséget vállalnak azért, hogy helyesek-e a

Szintet lépett a DWG-s ZWCAD tervezőrendszer a BIM-folyamatokba történő integrálódás területén



A ZWCAD már a évek óta támogatja a BIM-folyamatokba történő alapszintű bedolgozást az IFC importfunkciója révén.

Sok felhasználó kívánsága teljesült azáltal, hogy a legújabb verzióban már szűrhetünk is a beolvasandó komponensekre, adatkiemelés és IFC-exportálás is lehetséges, és új 3D-s komponenseket, tulajdonságokat is hozzáadhatunk a modellhez.

IFC-BEOLVASÁS

A beolvasás funkció több IFC-szabványt támogat (IFC2x3, IFC4, IFC4x1, IFC4x2, IFC4x3). Lényegesen javult az IFC-importálás hatékonysága és a megjelenítés pontossága.

Új IFC-importpanel hozzáadására került sor, amely lehetővé teszi a felhasználók számára az importált IFC-fájlok megjelenítési stílusának és nézetirányának beállítását. Az importpanel támogatja az alkatrésztípusok szűrését is az IFC-importálás során.

IFC-FÁJLOK MEGTEKINTÉSE ÉS SZERKESZTÉSE

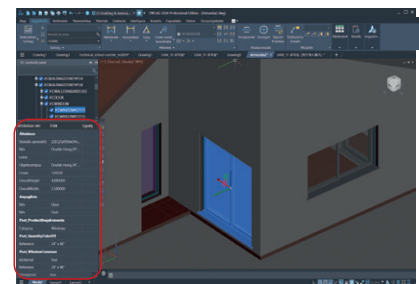
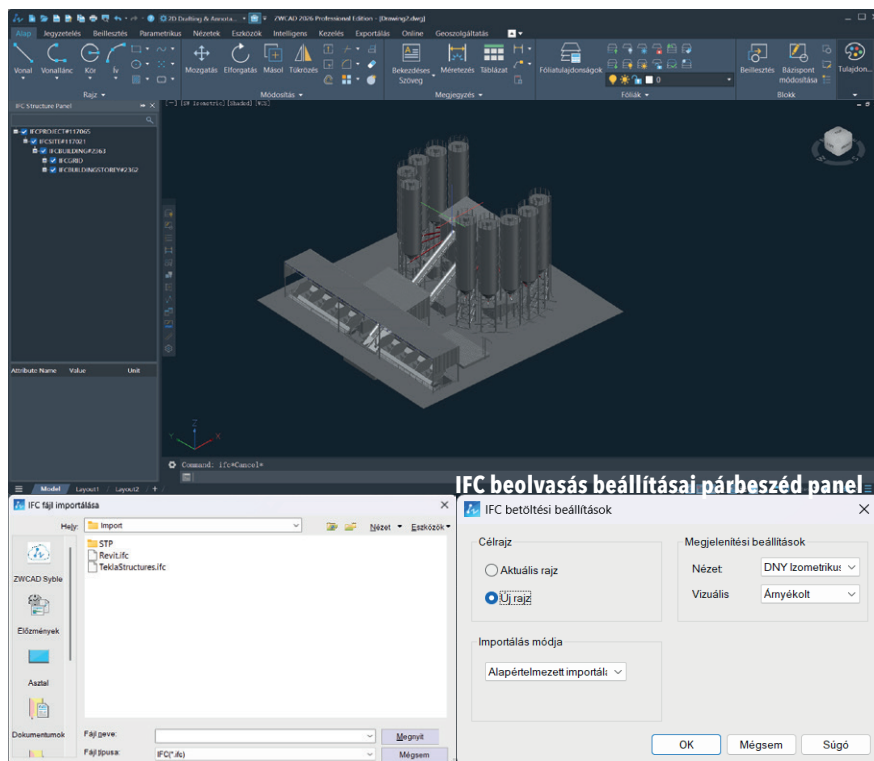
Az IFC szerkezeti panel támogatja az IFC-komponens azonosítójának és nevének keresését a szerkezeti panelen az alkatrész pozíciójának gyors megtalálásához. A tulajdonságok közvetlen ellenőrzése mellett a ZWCAD méretező eszközeivel rámérhetünk az alkatrészekre a szokásos 2D munkafolyamat megszakítása nélkül.

ÚJONNAN LÉTREHOZOTT GEOMETRIAI KOMPONENSEK HOZZÁADÁSA

Az új verzió támogatja újonnan létrehozott geometriai komponensek hozzáadását. Így egy 3D objektum megrajzolása után hozzáadhatjuk azt saját IFC-komponensként.

TULAJDONSÁGOK ÉS TULAJDONSÁGKÉSZLETEK HOZZÁADÁSA

Az újonnan létrehozott komponenseinkhez tulajdonságkészleteket rendelhetünk. A program lehetővé teszi az IFC-komponensek és tulajdonságaik kötegelt másolását is.



TÖBB IFC-FÁJL EGYIDEJŰ BETÖLTÉSE

Az új verzió több IFC-fájl egyidejű beolvasását és hivatkozásait is támogatja az „IFCMULTIMPORT” parancs segítségével. A fő dokumentumot szerkesztjük és a munkafolyamat végén exportáljuk, míg a további fájlok csak hivatkozásként szolgálnak.

IFC-FÁJLOK EXPORTÁLÁSA ÉS AZ ADATKIEMELÉS

Az új IFC-modul támogatja az IFC-formátumú fájlok exportálását az „IFCExport” parancs segítségével. Ezen kívül támogatja az objektumokból történő adatkiemelést is.

Megállapíthatjuk, hogy a ZWCAD teljes körű BIM kompatibilitást biztosít, így a tervezők együttműködése adatvesztés nélkül valósulhat meg.

A ZWCAD-be épített IFC-támogatásnak köszönhetően a felhasználók könnyedén kezelhetik és megoszthatják a modelladatokat anélkül, hogy bonyolult és drága BIM-szoftvereket kellene használniuk.

A különböző IFC-szabványok natív támogatásával a tervezők könnyedén szűrhetik az elemeket, ki nyerhetik a geometriai és attribútumadatokat, így a lényeges modell adatokra összpontosíthatnak. A modellfa segítségével történő egyszerű és gyors keresés, valamint a külső hivatkozások csatolása hatékonyabbá teszi a tervezést. Lehetséges saját IFC-komponensek és tulajdonságok hozzáadása is. A program hatékonyan támogatja a teljes BIM munkafolyamatot az IFC-fájlok megtekintéséhez, szerkesztéséhez, az adatkinyeréséhez és a fájlok átviteléhez.

A ZWCAD áthidalja a szakadékot a CAD és a BIM között: könnyebb elsajátítani, és segít gyorsabban elvégezni a feladatot.

Ez hatékonyabb tervezést, pontosabb együttműködést és gördülékeny kapcsolatot biztosít a tervezés, kivitelezés és mérnöki elemzés között.

Beke András, CAD-design Kft.

kiindulási feltételek, értelmezhetőek-e a kapott eredmények, és vállalható-e a választott megoldás.

Az intézmények felelőssége, hogy a képzési rendszert hozzáigazítsák a technológiai átalakuláshoz. Első lépésként érdemes lenne két olyan tantárgyat kötelezővé tenni, amely az MI működésének megértését és gyakorlati használatát célozza. Ezek nem programozókat képeznének, hanem olyan mérnököket, akik tisztában vannak a mesterséges intelligencia lehetőségeivel, korlátaival és működési logikájával. Ezt kiegészíthetnék szimulációs kurzusok, ahol a hallgatók saját eredményeik mellett MI által generált javaslatokat is értékelnek, vitatnak meg és korrigálnak szükség esetén.

Ez a tudás már pályakezdőként is anélkülözhetetlen a felelős és kritikus gondolkodáshoz. Az egyetemek feladata tehát nem az, hogy mindenkit programozni tanítsanak, hanem hogy kialakítsák azt a szemléletet, amely lehetővé teszi az MI-vel való tudatos és ellenőrző jellegű együttműködést.

A jövő szempontjából kiemelten fontos lenne egy új, specializált képzési irány megnyitása is. Erősen ajánlott egy „építőipari MI-mérnök” mesterképzés elindítása, amely mélyebb betekintést nyújt a mesterséges intelligencia működésébe, alkalmazási lehetőségeibe, erősségeibe és gyengeségeibe. Ez a szakirány hidat képezne a hagyományos mérnöki tudás és a modern digitális technológiák között, és olyan szakembereket képezne, akik vezető szerepet tölthetnek be a jövő mérnöki gyakorlatában.

A nagyvállalatok feladatai

A nagyvállalatok kezében van az a tudás és adatvagyon, amely döntő szerepet fog játszani a mesterséges intelligencia mérnöki alkalmazásában. Az adatok rendezettsége és naprakészsége a közeljövőben nemcsak működési előnyöket biztosít, hanem önmagában is komoly értéket képvisel majd: a jól előkészített adatbázisok a vállalatok egyik legfontosabb vagyontárgyává válhatnak. Az adatok rendezése és centralizálása nem pusztán a kutatás-fejlesztést támogatja, hanem rövid távlatban kézzelfogható üzleti előnyöket is hoz: csökkenti a tervezési és kivitelezési költségeket, pontosabb előrejelzéseket tesz lehetővé, felgyorsítja a döntéshozatalt és hatékonyabbá teszi a projektmenedzsmentet. Egy helyesen előkészített, napra-



készen tartott adatbázis a jövőben önmagában is komoly értéket képvisel majd, hiszen az MI kizárólag jól strukturált adatokra támaszkodva képes valódi eredményeket hozni. Aki időben felismeri ezt, az nemcsak követni fogja az iparági változásokat, hanem aktív alakítójává is válhat. Éppen ezért kulcsfontosságú, hogy a vállalatok már most megkezdjék adatvagyonuk tudatos rendezését és egységesítését. Egy jól felépített, centralizált adatbázis a vállalat saját működését is átláthatóbbá, hatékonyabbá és innovatívabbá formálja. A valódi áttörést nem a legújabb algoritmusok vagy látványos chatlapú MI-rendszerek hozzák meg, hanem a pontosan előkészített, konzisztens adatok.

A tartószervezeti mérnöki gyakorlatban ez konkrétan azt jelenti, hogy a vállalatoknak digitalizálniuk kellene korábbi projektjeik statikai számításait, tervdokumentációit, költségvetéseit és üzemeltetési tapasztalatait, és ezeket egységes, feldolgozható formátumban kellene tárolni.

A nagyvállalatok felelőssége, saját versenyképességük megőrzése és növelése. Az a vállalat, amely elsőként képes lét-

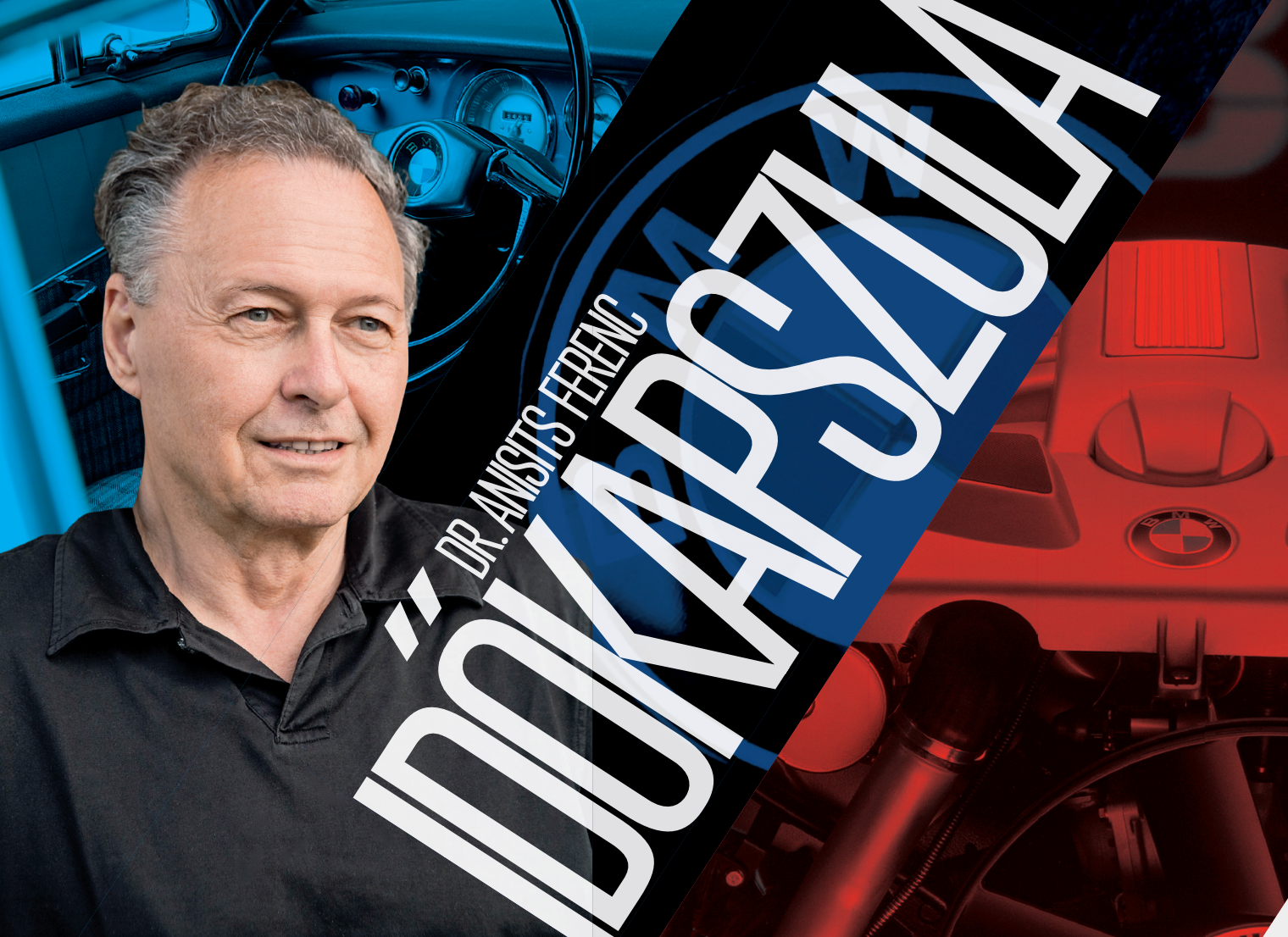
rehozni egy átfogó, centralizált mérnöki adatbázist, nemcsak piaci előnyhöz jut, hanem irányt is mutat a teljes iparág számára.

Az első két részben bemutatott jövőkép egy figyelmeztetés volt, a MI-rendszerek képesek lehetnek alapjaiban átalakítani az építőipart. A harmadik részben azonban szándékosan a jelenhez tértünk vissza. Nem jóslatokat adtunk, hanem konkrét feladatokat jelöltünk ki: a Mérnöki Kamara feladata a független kutatócsoport létrehozása, az egyetemek feladata az oktatás radikális modernizálása, a nagyvállalatok feladata meg az adatvagyonuk rendezése, tisztítása és centralizációja.

*

Ez a három pillér együtt teszi lehetővé a szakma felkészültségét. Ha mindhárom területen időben lépünk, akkor a mesterséges intelligencia nem veszélyt, hanem lehetőséget jelenthet a teljes mérnöki hivatás számára.

Örömmel fogadjuk visszajelzéseiket és javaslataikat, szakmai tanácsadással pedig készséggel állunk rendelkezésükre.



**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.*

■ Várhatóan megváltoznak az eddigi importszerződések szereplői

Orosz földgáz Európában



Az Egyesült Államok elnökének akciói az orosz–ukrán háború lezárására hosszabb időszak után lehetnek eredményesek. A háború egyik nagyon fontos eleme az orosz energiahordozók felhasználásának sorsa Európában, az orosz háborús költségek legfontosabb fedezetét biztosító energiahordozó-export a világ több térségébe.



Dr. Szilágyi Zsombor

Oroszország számára az energiahordozók exportja nagyon fontos az ország gazdaságának fenntartása érdekében: az energiahordozók adják a teljes export mintegy 40%-át. Legjelentősebb a földgáz és a kőolaj, de a nukleáris fűtőelemek és a villamos energia is fontos tényező. Az export főleg hosszú távú külkereskedelmi szerződések alapján folyik, de a tőzsdei kereskedésben is megjelennek orosz tételek.

Az oroszok rendszeresen igénybe veszik közvetítők piaci aktivitását, a „névtelen” szállítók közreműködése főleg az orosz–ukrán háború kiszélesedése után indult be.

Politikai, katonai események az orosz–ukrán háború kirobbanásáig

1991-ben felbomlott a Szovjetunió, Ukrajna független állam lett. 1994-ben Ukrajna lemondott az atomfegyvereiről, ezért területi sérthetlenségi nyilatkozatot kötött Oroszországgal, az Egyesült Államok és Nagy-Britannia. 2014-ig az ukrán vezetés egyértelműen oroszbarát volt. 2014-ben ukrán tüntetések és kormányváltások sora kezdődött az orosz kapcsolatok megszakítására. Az ukrán parlament megszavazta a társulási megállapodást az Európai Unióval. Ukrajna keleti és déli területein nagyszámú orosz nemzetiség él, és az ukránok jelentős része is orosz anyanyelvű.

Az orosz–ukrán háború

2014 februárjában Oroszország harcok nélkül megszállta a Krím félszigetet. Oroszpárti tüntetések gyakran voltak Ukrajnában, ezek 2014-re fegyveres konfliktussá fajultak. 2015-ben orosz csapatok léptek be Ukrajnába. 2022-ben az oroszok fokozták a katonai műveleteiket az ukránok ellen. 2023-tól állóháborúnak lehet tekinteni az ukrán és orosz felek harcait, azzal együtt, hogy harci drónokat egyre gyakrabban vet be mindkét fél. Áldozatok tízezrei és mérhetetlen anyagi kár a következménye az orosz vezetés uralmi vágyának.

Az Európai Unió egyértelműen az ukránok mellé állt, sokoldalú támogatást nyújt a háború okozta károk csökkentésére.

2022. szeptember 26-án, máig tisztázatlan körülmények között felrobantották az Északi Áramlat I. és II. földgázvezetékét a Balti-tengerben. A két vezeték évente mintegy 100 milliárd m³ orosz földgázt szállított Németországba, és részben tovább más európai országokba. A vezeték felrobbantás azonnal megemelte a földgáz árát Európában. Azóta a világ jelentős cseppfolyós gáz (LNG) exportőrei: Katar, Ausztrália és az USA pótolták a vezeték kiesését, és földgáz ára Európában ezzel kiegyensúlyozottan alakul. Az LNG fogadására minden európai tengerparttal rendelkező országban LNG-terminálok épültek, és továbbiak telepítése is folyik.

Az Európai Unió a háború lezárása érdekében indította el az orosz energiahordozók importjának korlátozását. Az EU Bizottság döntései 2025-ben a tagországokra vonatkozóan:

- 2025 végétől nem lehet új energiahordozóimport-szerződést kötni orosz cégekkel,
- 2027 közepéig le kell állítani az orosz LNG-importot,
- 2027 végéig le kell állítani a teljes orosz energiahordozó-importot.

Az Egyesült Államok támogatja az EU törekvéseit az orosz energiahordozó-import leállítására. Ebben a támogatásban nagy szerepe van az amerikai kőolaj- és földgáz-kitermelés növekedésének és az amerikai exportfokozási törekvéseknek.

OROSZ FÖLDGÁZEXPORT CSŐVEZETÉKEN EURÓPÁBA

(milliárd m³)¹

Év	2015	2020	2021	2022	2023	2024
Export	169,4	167,4	167,7	86,5	45,5	51,4

Az orosz földgáz Európába szállításának csökkenését az oroszok a Kínába irányuló export növelésével próbálják ellensúlyozni:

OROSZ FÖLDGÁZEXPORT CSŐVEZETÉKEN KÍNÁBA

(milliárd m³)¹

Év	2015	2020	2021	2022	2023	2024
Export	–	3,9	7,6	14,7	21,3	26,7

A cseppfolyós földgáz (LNG) külkereskedelme 2024-ben a világon az orosz export nélkül 500 milliárd m³ volt. A legtöbb exportot az USA 115,2 Katar 106,9, Ausztrália 106,8 milliárd m³-rel adta. Oroszország még a háború előtt indította az LNG exportját, elsősorban a Távol-Keleten. A Japánt és Koreát célzó szállítások után az oroszok megindították az LNG szállítást Európa felé is, az Északi-tengerről:

OROSZ LNG-EXPORT (milliárd m³)¹

Év	2015	2020	2021	2022	2023	2024
Export	14,6	41,8	39,5	43,4	42,1	44,3

Sem a háború, sem az EU energiavásárlási korlátozásai nem csökkentették az oroszok LNG-exportját. Közreműködtek ebben a harmadik országok LNG-szállító flottái is. A földgáz-külkereskedelemben vannak olyan tranzakciók, ahol az eladó és a vevő nem a tényleges exportőr vagy vásárló, hanem közvetítő cég. Ezeknek a névtelen kereskedőknek az aktivitása az Oroszország energiahordozó-exportja ellen indított EU-akciókkal erősödni fog.

2025. novemberben a földgáz jövőbeli ára az előrejelzések nem tekinthetők negatívnak, a piacokon általában várható inflációval számolnak. A Trading economics két novemberi előrejelzéseit mutatjuk be a TTF tőzsdei árra (euró/MWh):²

	Napi	Q1/26	Q2/26	Q3/26
2025. 11. 02.	31,29	33,63	35,18	36,58
2025. 11. 13.	30,44	33,7	35,03	36,4

Az EU rendelkezései 2027-től irányulnak az orosz kőolajimport nullázására. Várható, hogy az eddigi importszerződések sze-

replői megváltoznak, és eladóként eddig nem ismert cégek jelennek meg.

OROSZ KŐOLAJEXPORT (ezer hordó/nap)¹

Év	2015	2020	2021	2022	2023	2024
Export	8434	7375	7811	7631	6821	7043

Orosz LNG-export 2024-ben (milliárd m³):1 Európába 21,4, Közel-Keletre és Afrikába 0,3, Ázsiába 22,6 (ebből Kínába 11,4)

Oroszország széntermelése 2024-ben 427 millió tonna volt, ezzel a hatodik legnagyobb széntermelő ország volt a világon. Ebben az évben Oroszország 4,81 EJ szenet exportált.

Magyarország és Szlovákia nem rendelkezik LNG-terminállal, ezért földgázellátásunkban a vezetékes importnak nagy jelentősége van. A földgázimport az Ukrajnán át vezető csővezetéken gyakorlatilag leállt. Szlovákia és Magyarország saját földgáztermelése csak a felhasználás kis részét fedezi.

Szlovákia földgázellátásában jelentős szerepe van a Balassagyarmat melletti földgázvezetéknek, amely Magyarországról teljesít szállítást Szlovákiába. Szlovákia és Lengyelország 2025 novemberében indított egyeztetést a lengyel LNG-terminálról földgáz beszállítására Szlovákiába. A csővezeteki kapcsolatok miatt ez a forráslehetőség a hazai ellátásnál is számításba vehető.

Magyarország a Török Áramlat vezetéken keresztül tud Szerbia felől importálni földgázt, és részben Ausztria felől is. A 2021-ben kötött importszerződés 10+5 évre szól, évi 3,5 milliárd m³ importtal Szerbia felől és 1 milliárd m³ importtal Ausztria felől. 2023-ban kiegészítettük az import szerződést évi 700 millió m³ többlet szállítás lehetőségével. Földgázt tudunk importálni Horvátországból, a Krk szigetén működő LNG-terminálon van évi 1,2 milliárd m³ kapacitás lekötésünk. A termináltól Magyarorszáig megfelelő kapacitású gázvezeték üzemel.

Román döntés született 2025 szeptemberében a Magyarországra irányuló évi kapacitás 2,63 milliárdról 5,32 milliárdra emeléséről.

Az orosz import mellett új szerződéseket is kötöttünk:

– Azerbajdzsánból 100 millió m³-t importáltunk, a 2023. évi szerződés alapján,
– szerződést kötöttünk a Shell társasággal, 10 év alatt 2 milliárd m³ importra, Ausztria és Szlovákia felől,

– 2021-2027-re vonatkozik a Shell és Magyarország LNG-import-szerződése évi 250 millió m³ LNG-szállításra,

– az MVM CEEnergy 2025 novemberében kötött szerződést a francia-belga Engie céggel, évi 400 millió m³ LNG-vásárlásra 2028-2038-ra.

A 2025. novemberi amerikai egyeztetések alapján a paksi atomerőmű fűtőelemeit is az Egyesült Államok fogja szállítani.

A hazai földgázfelhasználás 2024-ben 296,62 PJ volt, a hazai termelés ugyanebben az évben 54,35 PJ. Jelentős föld alatti földgáztároló kapacitással rendelkezünk. Ezekből 1,29 milliárd m³ a biztonsági készlet, amely csak a kormány döntése alapján vehető igénybe.

Magyarország szállítóvezeték-kapcsolatban van a szomszédos országokkal, kivéve Szlovéniát. A határon át forgalmazott földgáz mennyisége jelentős és gyakran változik. Példaként mutatjuk be az FGSZ Rt. határkeresztező földgázforgalmát 2025. október 31-én, 7 óra 45 perckor:

Ország	Export (m ³ /óra)	Import (m ³ /óra)
Ukrajna	381 526	
Románia		74 053
Szerbia	863 555	
Horvátország		55 026
Ausztria		226 171
Szlovákia	246 269	

Az export- és importügyleteket kereskedői engedélyes vállalkozások szervezik. Magyarországon a földgáz-kereskedelemben jelentős szerepe van a budapesti CEEGEX földgáztőzsdének, ahol azonnali ügyleteket lehet kötni. Az ügyletek aznapi, holnapi és következő napokra vonatkozó teljesítést jelentenek. A CEEGEX tőzsde 2024. évi forgalma 5 milliárd m³ volt, az ország éves gázfogyasztásának 58%-a. A tőzsdén kialakult árak változatosak, illeszkednek a kereslet-kínálati arányokhoz.

JEGYZETEK

1 Energy Institute: Statistica Review of World Energy 2025, 74th edition.

2 www.tradingeconomics.com



mernokvagyok.hu

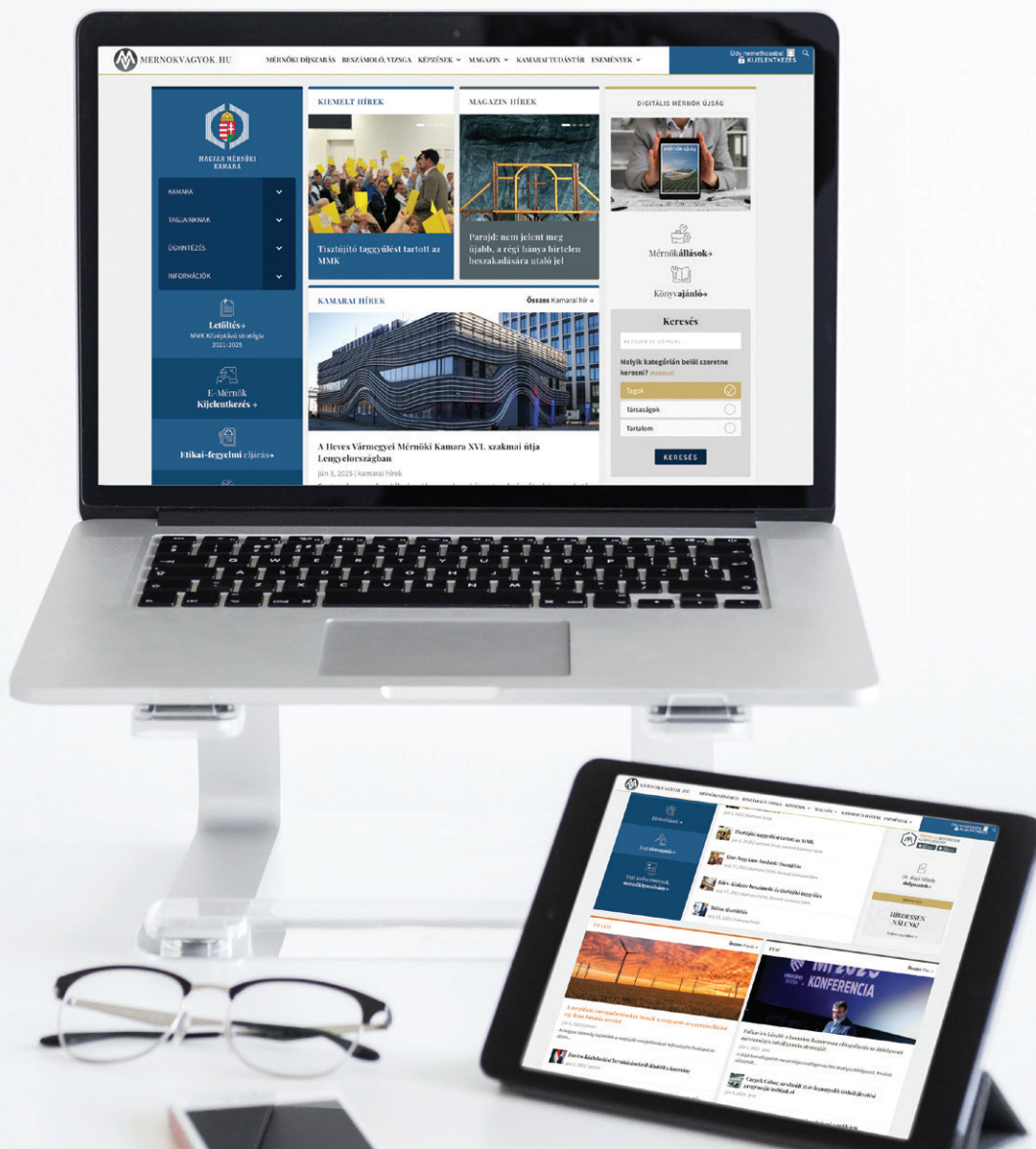
Tisztelt Kollégák!

Tájékoztatjuk Önöket, hogy 2026. február 1-től a Magyar Mérnöki Kamara korábbi honlapja, az mmk.hu véglegesen megszűnik.

A jövőben minden hivatalos tartalom, szolgáltatás és funkció kizárólag a köztestület új portálján, a mernokvagyok.hu weboldalon lesz elérhető.
Az új weboldal korszerűbb, felhasználóbarátabb, és minden fontos információt egy helyen biztosít majd a mérnöki közösség számára.

Megértésüket és együttműködésüket köszönjük!

Magyar Mérnöki Kamara



■ Díjnyertes szerkezet

Naplás-kilátó

A Pilisi Parkerdő Zrt. még 2017-ben bízta meg a Gutowski Architects építészirodát egy kilátó tervezésével a Szilas patak felduzzasztásával kialakított Naplás-tó melletti dombos vidék fái közé. A megrendelő célja az volt, hogy a kedvelt kilátóhelyen jobban kinyíljon a világ, és a látogatók a főváros és a Gödöllői-dombság irányába tekintve is felfedezhessék a tágabb környezetet; a kilátó legyen egy kiemelt találkozási pont, helyszín tartalmas időtöltéshez. A generáltervező, Gutowski Robert Hegyi Dezső statikus tervezőt vont be a tartószerkezet-tervezés folyamatába. A megszületett alkotás egy olyan határozott geometriai forma lett, ahol a szerkezet domináns elem, így a „statikus tervező” titulus mellett pontosabb a „konstruktor” megnevezés ebben a projektben: a végső forma meghatározásában az építészeti szándékok mellett a szerkezeti gondolatok is meghatározók voltak.

Dr. Hegyi Dezső



A projekt terveinek elkészítésében építész munkatársként részt vettek Kovács Hunor László, Lőrincz Gergely, Szokolay Béla Ákos, Bollok Gáspár, Dely-Steindl Barnabás, statikus munkatárs Fábián Károly, gyártmánytervező Katona Dorothy (Moriarty Kft.). A kivitelező a Fitotron-System Kft. volt. Az erdészet részéről koncepcionális kérdés volt, hogy a kilátó fából készüljön – egyrészt ez az anyag illik legjobban egy erdőgazdasághoz, másrészt fenntarthatósági szempontból is jó döntésnek tűnt ez az alapvetés. Később látni fogjuk, hogy számos eset mutatja, hogy ezeket a szempontokat érdemes újragondolni.

A kilátó építészeti kialakítására szabad kezet kaptak a tervezők. A megbízó elvárása csupán az volt, hogy a kilátó szint 20–25 m-es magasság között legyen, így biztosítva, hogy a most még fiatal erdő kifejlődése után is ki lehessen látni a környező tájra. A felső járószint magassága végül 21,17 m-en lett felvéve, és a kilátó teljes magassága 27,45 m lett.

A kilátó nem egy hagyományos, merevített oszlopperendás rendszer, hanem hat síkból összeállított felületszerkezet. A hat elnyújtott háromszög a saját síkjában merev lap. A merevséget a négy szintre osztott lapok belső háromszög rácsozása biztosítja. A hat háromszög lap az élein kapcsolódik egymáshoz, és így alkotnak egy nagyon merev cső szerű szerkezetet. Az alsó vízszintes induló sík és a felső záró sík szabályos háromszög. Ezek oldalhossza 8,5 m. A három köztes használati szint hatszög. A középső szabályos hatszög, a negyedelő pontokban lévő hatszögek forgásszimmetrikusak, de nem szabályosak. A cső szerű szerkezet az arányaiból adódóan nagyon merev, de a hat sík lapot a köztes szintek földmjei is merevítik a síkjukra merőlegesen.

A faszerkezetek egyik érzékeny pontja a terephez való csatlakozás. A Naplás-kilátót elemeltük a talajtól egy vasbeton bejárati szinttel. Ennek a célja az volt, hogy a fa markánsan el legyen választva a talajtól, így megelőzve a nedvesség hatására kialakuló károsodásokat. Ehhez persze sokkal kisebb kiemelés is elegendő lett volna. További cél volt, hogy a kilátó adott esetben könnyen lezárható legyen, ha az üzemeltetés ezt megkívánja (jelenleg szabadon látogatható a kilátó bármely napszakban). A kiemelés követi a faszerkezet alsó szintjének az alakját, alaprajzában háromszög. Az elemelés 2,65 m magas.

A kilátó magas és könnyű szerkezet. Egy ilyen szerkezet érzékeny a szél és a földrengés felborító hatására. A vasbeton lemezalap kör alaprajzú, az átmérője 11,0 m. A vastagsága 1,65 m. Tovább növeli a stabilitását, hogy a lemez felett 1 m vastag talajtakarás van, azaz a teherátadás síkja –2,65 m-en van. A vasbeton szerkezet viszonylag egyszerű konstrukció, de a tömörszerű látzóbeton tömege így is markáns megjelenést biztosít. Csak egy viszonylag szűk, rés szerű bejárat bontja meg betontestet.

A faszerkezet ezt a tömörszerűséget folytatja, de rúdszerkezetként természetesen sokkal szellősebb. A tömörszerűséget két eszközzel lehetett megteremteni a faszerkezet esetén. A hat sík összemetsződésénél a szögek nem illeszkednek a megszokott merőleges rendszerbe. A végső kiforrót forma esetén az élre merőleges metszősík 119,09°-ra adódott. A végső döntés az lett, hogy ötszög alakú kereszt-



metszetet tervezünk ide, így az élgerendák határoló lapjai belesimultak a háromszögek felületébe. Az élék közé kismértékben hátra húzva kerültek be vízszintes lamellák. Így közelről és távolról nézve is a monolitikus tömeg dominál, amit finoman bont meg a vízszintes lécosztás. A lécezés tulajdonképpen burkolat, ami az egységes felület megteremtése mellett lehetőséget ad a szabad kilátásra is. Biztonságtechnikai szempontból egy sűrű rácsoszerű acélkorlát is került lécrács mögé, hogy ne lehessen létraként használni a felületet.

A faszerkezet összes eleme rétegelt-ragasztott fából készült. A nagy méretűeknél ez természetesen adódott (az élék befoglaló mérete meghaladja a 40×40 cm-t), a kisebb elemeknél pedig a méretpontoság biztosítása érdekében választottuk ezt a megoldást. A beszerezhető fűrészelt fa a száradási repedések és vetemedések miatt nem elegendően mérettartó, és a BHS-gerendákkal sincs jó tapasztalatunk ezen a téren. Az élék gerendái több mint 20 m hosszúak. Először egyben szeretnénk volna legyártatni őket, de végül racionálisabb-

nak tűnt, hogy kb. a felső harmadában toldottuk őket. A nagy erők miatt a kialakított kapcsolat viszonylag nagy méretű, de azt sikerült jól elrejteni.

A nagy méret és az ebből adódó nagy erők miatt először gyűrűs kapcsolatokban gondolkodtunk. Azonban ezek szerelhetősége nehézkes lett volna, és a szerkesztési szabályok miatt nagy lett volna a helyigényük is. Végül csavaros kapcsolatok készültek. A faelemekbe bevágott acéllemezek és átmenő csavarok biztosítják az erőátadást. A nagyobb terhelésű kapcsolatoknál két-két lemezt réseltünk be a fába, a kisebb terhelésű helyeken egy-egy lemezt. Ahol lehetett, faipari csavarral oldottuk meg a rögzítést acéllemez nélkül. Nagy számú csavarra volt szükség, van olyan kapcsolat, amelybe 45 darab faipari csavar került.

A vasbeton szerkezethez síkbeli tökéletes csuklóval kapcsolódik a szerkezet. A csukló alkalmazásának az volt az oka,

hogy a nagy méretű faelemek beemelésénél lehetőség legyen arra, hogy a kivitelező bebillenti a helyére az egyes elemeket. Továbbá a beton és a fa találkozásánál a hőmérsékleti és páratartalom-változásokból adódó alakváltozás-különbségeket a csomópontok részben el tudják nyelni. A csomópontok kialakításánál folyamatosan szem előtt tartottuk, hogy a kapcsoló elemek és csatlakozó lemezek integrálódjanak a faszervezetbe: a lemezek kontúrja simuljon a faszervezet kontúrjához, és a lehető legkisebb helyre legyen beszorítva. Másik szempont az volt, hogy a farudak бүтү felülete lehetőleg mindenütt ki tudjon szellőzni, hogy elkerülhessük a nedvességfelhalmozódásból származó károsodást. Ebből a szempontból az is fontos volt, hogy a fafelületek sehol se legyenek vízszintesek. Mindenütt van egy kis lejtés, hogy a víz minél kevésbé tudjon megállni a fafelületeken.

A kiviteli tervezés során meghatároztuk a szerkezet egészének és részleteinek geometriáját is. Az építész tervezők az Archicad építészeti szoftverben készítették részletes 3D modellt a teljes szerkezetről. Az Archicad nem erre a célra lett kifejlesztve, ezért ez a feladat nagy felkészültséget igényelt az építész iroda részéről. A csomópontok már 2D-ben lettek kiserkesztve a 3D modellből levett nézetek alapján. A gyártmánytervezés során készült csomóponti modell is a SEMA célszoftverben. Tekintettel az összetett 3D konstrukcióra a gyártás ma már elképzelhetetlen lett volna a minden részletre kiterjedő 3D modell nélkül. A gyártmánytervezés és a gyártás pontosságára jellemző, hogy a helyszíni szerelésnél nem volt szükség a geometriák korrekciójára.

A kivitelezés összességében jól sikerült, a terv szerint valósult meg az építészeti és tartószerkezeti elképzelés. Egy ponton akadt csak komolyabb eltérés, mely nem műszaki, hanem pénzügyi természetű okból fakadt. A tervek vörösfenyő faanyag használatát írták elő. Kültérben ez az a faanyag, amely hosszú élettartamot képes biztosítani. Az erdei fenyő is még elfogadható, kompromisszumos megoldás lett volna, azonban az árkülönbségek miatt lucfenyőből készült a szerkezet – ez a választás hatással lesz az élettartamára. A közelmúltban került a hírekbe a Csergező-kilátó, a Dévényi Antal-kilátó, a Majer Antal-kilátó, ahol a faanyag károsodása miatt kellett a kilátókat lezárni. A kültéri faanyagok erősen ki vannak téve a környe-

zeti hatásoknak: víz, nedvesség, hideg és meleg, napsütés, farontó bogarak és gombák. Ilyen helyzetben a faanyagvédelem és a folyamatos karbantartás mellett a megfelelő faanyag kiválasztása is fontos, még ha ennek jelentős költségvonzata is van. A három éve álló Naplás-kilátó robusztus alkotás, a csomópontok és szerkezeti elemek kialakítása igyekezett alkalmazkodni a kültéri feltételekhez, így reméljük, hogy a lucfenyő alapanyag ellenére is hosszú ideig alkalmas lesz arra, hogy fogadja a látogatókat.

A Naplás-tó kedvelt kirándulóhely, a Naplás-tavi kilátó hamar a látogatók kedvencévé vált. A közösségi médiában, újságcikkekben, szakmai és baráti beszélgetésekben is rendre feltűnik. Az építmény két komoly elismerésben is részesült a megépítése óta. 2023-ban az Achitizer építészeti folyóirat Achitizer A+ Awards „Architecture+Joy” kategória győztese lett az épület. A folyóirat az évkönyve borítójára is megpályáztatta a szerkezet fotóját, amely lehetőséget végül más épület nyerte el. 2025-ban a Magyar Mérnöki Kamara „Az Év Tartószerkezete” pályázatán a zsűri a short listre válogatta be ezt a szerkezetet.

Végül az építész generáltervező, Gutowski Robert Ybl-díjas építész gondolatait szeretném megosztani az olvasókkal, melyet az Achitizer A+ Awards elnyerésekor írt: „A kilátó alaprajzi szerkesztését a hexagram inspirálta, amelynek ágai a hagyomány szerint a hat fő irány metaforája: előtttem, mögöttem, fölfelé, lefelé, jobbra és balra. A két egymásba fordított, egyenlő oldalú háromszög a földi lét és a transzcendens összeolvadását is szimbolizálja. Minden kilátó az emelkedés dinamikáját kínálja, kapcsolatot teremt a lent és a fent között; a felemelkedés révén pedig a világra tekintést: a lehetőséget, hogy körbe tekinthetünk és többet megtudhatunk a világról. Budapest leglátogatottabb kilátóját cinkotai ferde toronynak is hívják, és mind a helyben élők, mind a távolabbról érkező kirándulók kedvelt úti célja. A kategória különösen fontos számunkra! Mi, építészek, gyakran beszélünk arról, hogy egy épület hogyan »működik«, hogyan kapcsolódnak egymáshoz a különböző funkciók, és mi volt a tervezői filozófia. Az igazán jó házak azonban túlmutatnak mindezen: élményt és örömforrást jelentenek, helye van a dramaturgiának, a humornak is, és az sem baj, ha egy ház divatos.”



”

Az árkülönbségek miatt lucfenyőből készült a szerkezet – ez a választás hatással lesz az élettartamára.

■ „Van értelme építeni. Fölfelé nézni. És hinni”

A toronysisak

A Szolnoki Belvárosi Szent-háromság-templom toronysisakjának története nemcsak mérnöki bravúr, hanem a közösség hitből, összefogásból és kitartásból fakadó győzelme is. Egy életveszélyessé vált szerkezet újjáélesztése során helyi és határon túli szakemberek példás együttműködése, alázata és szakértelme tette lehetővé, hogy a templom tornya újra teljes pompájában emelkedjen a város fölé – reményt és irányt mutatva a jelen és a jövő nemzedékeinek.

Vidra Sándor

Előzmények

A Szolnoki Belvárosi Szentháromság-templom csaknem teljes felújítása 2020-ban fejeződött be, amelynek során a felállványozott templomtoronynak mindössze a külső festési munkálatait végezték el. Az állványzat elbontását követően, amikor a toronycsúcson lévő villámvédelmi szívócsúcs cseréjére került volna sor, a munkát végző alpinista észlelte a toronysisak megmozdulását. Felment a toronysisak belsejébe, felvételeket készített, melyek alapján a tervező indítványára a vármegyei kormányhivatal építésfelügyeleti és örökségvédelmi osztálya életveszélyessé nyilvánította a toronysisakot, egyúttal kötelezte az egyházközséget a munkálatok azonnali elvégzésére.

A toronysisak teljes javításának egyik lehetősége az lett volna, hogy ismét felállvá-



Drónfelvétel a templomtoronyról az eredeti toronysisakkal (Fotó: Vidra Tamás)

nyozzák a tornyot. A 2020-ban befejeződött felújításban közreműködő vállalkozások árajánlatai egyenként meghaladták a két-százmillió forintot, amelynek csak a töredéke állt az egyházközség rendelkezésére – így új megoldást, új tervezőt és új kivitelezőt kellett keresnünk. Végül helyben, Szolnokon találtunk megoldást a problémára. A TE-PLAN Kft. vezetője, Vidra Tamás vállalta, hogy személyesen felmegy a toronycsúcsba és megvizsgálja a szerkezet állapotát, ami azért bírt nagy jelentőséggel, mert ezt megelőzően csak közvetett információk (fotók) alapján hozott döntéseket az illetékes hatóság.

Szakértői vélemények

Az első megállapítások Vidra Tamás építésztől: „Az eredeti szerkezet szerint a királyfát egy vízszintes keresztgerendára ültették. Ehhez támaszkodott a 12 darab meredek szarufa. Látható egy korábbi sérülés, amelyet úgy javítottak ki, hogy az egyik fő tartó keresztgerendát kettévágták, és a belső gerendarészt egy kiváltó fiókgerendával alátámasztották. A gerenda toldását ácskapcsokkal oldották meg. A javítás óta ez a kiváltó gerenda tönkrement, meggyengült. Így a királyfát tartó keresztgerenda alátámasztása megsüllyedt. A szarufák állapota megfelelő, teherhordásra alkalmasak, de a szerkezet statikai vizsgálata haladéktalanul szükséges.”

A statikai vizsgálat előtt az építésztervező felügyeletével és közreműködésével kiépítették a toronycsúcs felső 9 méterébe való feljutás lehetőségét, valamint az alatta levő rész ideiglenes megerősítését. A statikus, Vidra Róbert okl. építőmérnök, tartószerkezeti szakértő megállapításai: „A toronysisak faszervezetének alsó, 9 méteres része tartószerkezetiileg jó állapotú. A faelemek jellemzően épek, a csatlakozások kivitelezése korabeli kialakítású, megfelelő. Ide feljutni a csehsüveg boltozat egy részén lehetett. A további feljutás korábban egy hágcsóval volt biztosítva, mely az idők során eltörött, mára teljesen tönkrement. A megközelíthetőség miatt ide egy alumínium létra hágcsó került beépítésre, amely egy szintén utólag kialakított palló „födémre” érkezik az andráskereszt alsó faelemeinek magasságában. További feljutás az önálló toronycsúcsba egy másik, rövidebb létrán lehetséges. Ennél feljebb haladni a szűkülő keresztmetszet miatt nehézkes, a királyfán lehet felmászni további két-három méter magasságba feljutni. A faszervezet a toronycsúcsban szemmel láthatóan rosszabb állapotú, szerkezetiileg hiányos, szúrágott, korhadott. A különálló csúcs alapkeretét már korábban javították, egy szakaszon teljesen kivágták a hibás szakaszt segéd gerenda segítségével visszapótolták. A javítás vagy nem sikerült, vagy az idők során az állapot tovább romlott. Jelenleg az alapkeretre tá-



Elkészült a deszkaborítás (Fotó: Csibi Ferenc)

maszkodó királyfa alatt 3-4 cm rés mutatja, hogy a teherátadás már nem itt, hanem a szarufákon keresztül történik.

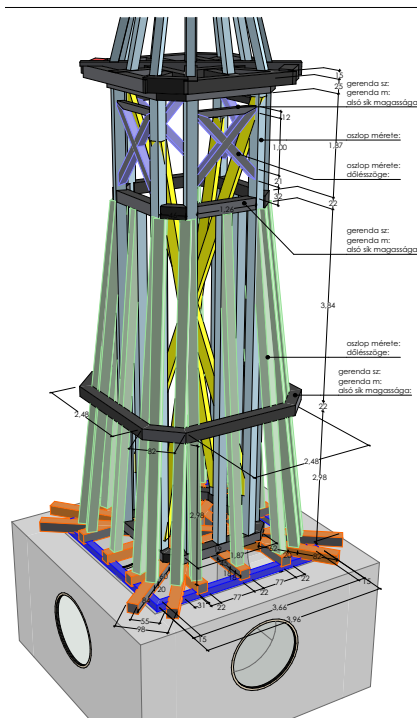
Ideiglenes megerősítés: 2023 augusztusában a torony faszerkezetén ideiglenes megerősítéseket építettek be. Az andráskereszt magasságában fagerendák átlós rúdjai támasztják alá a felső toronycsúcs alapkeretét. A gyenge fakapcsolatokat fém-szalaggal erősítették meg, szerkezeti facsavarokkal. A megerősítés célja a felső egység alátámasztása, valamint a meglévő gyenge kapcsolatok húzásra is alkalmassá tétele. Megállapítások: a faszerkezet korhadt elemei tartószerkezetileg nem megfelelőek, a kapcsolatok kilazulása a toronycsúcs mozgását jelenthetik. A térbeli stabilitásban már nagy valószínűséggel a lemezelés és az alatta beépített deszkázat is közrejátszik.

Javaslat: a faszerkezet alsó, kilencméteres egységét az ideiglenes megerősítésekkel tartószerkezetileg megfelelően stabilizálni lehetett. A toronycsúcs azonban összetett javítási feladatokat tartalmaz, így amennyiben műszakilag lehetséges, érdemes a teljes toronycsúcsot leemelni. Ezt az egységet acél segédszerkezetekkel rögzítették az alatta lévő faelemekhez, leemeléséhez ezeket a rögzítéseket, valamint a külső lemezelést kell megbontani. A leemelés után a bennmaradó faszerkezeteket újra át lehet vizsgálni, és a faanyagvédelmi szakvéleményben előírtak szerint gomba- és rovarmentesíteni. A leemelt tetőszerkezet helyére ideiglenesen egy kisebb, egyszerűbb fedést kell visszailleszteni, amely a javítás ideje alatt megvédi az alsóbb szerkezeteket az időjárástól.

Összefoglalás: A templom tornyának szerkezete a fent leírt lépésekkel tartószerkezeti szempontból javítható. A felújít-

tás során a megmaradó épületegység állékony marad, rendeltetésszerű használata továbbra is biztosított lesz."

Vélemény Beretzky Albert faanyagvédelmi szakértőtől: „A torony harangok feletti faszerkezetű része két szintre, két különböző szerkezetű és állapotú részre tagolódik: alsó és felső, kúpos torony rész. Az alsó rész gerendáinak állapota viszonylag jó, szórtan több helyen előfordulnak kisebb-közepes mértékű rovarkárosítások, a korábbi beázások helyén csak kisszámú a gombakárosított gerenda. Helyenként repedések fordulnak elő vagy a gerendák csapolásai lazultak ki, »csúsztak szét«. A szerkezeti, kúpos rész sok szerkezeti eleme helyenként fél-teljes keresztmetszetben tönkrement gomba-rovar károsítás következtében. A torony faszerkezet hozzáférhető eleméből kivett mintát a helyszínen, valamint indokolt esetben laboratóriumban megvizsgáltam. A vizsgálati helyeken előforduló károsítók: házi cincér (*Hyloterpes bajulus*), dacos kopogóbogár (*Dendrobium partinax*), a gombakárosítók reveskorhadást idéztek elő. A torony felső kúpos része erősen károsodott, teljes szerkezetét el kell bontani. Az átépített új felső torony rész faanyagát az alábbiakban megadott módon védő kezelni kell. Az alsó, viszonylag ép gerendákról a károsodott részt le kell bárdolni. A gerendák felületéről a por réteget el kell távolítani. A jelentősebb mértékben csökkent keresztmetszetű gerendákat meg kell erősíteni, ki kell váltani. A csapolásokat, kötéseket helyre kell állítani! Az erősebben repedt gerendák megerősítését átmenő csavarozással javaslom megoldani. Statikai számításnál a tetőszerkezet anyaga III. osztályú tűlelű anyagként vehető figyelembe. A tetőszerkezet



károsodott faanyagát lebárdolás és portalanítás után két munkamenetben kell védőkezelni. Ugyanígy kell kezelni a kiváltáshoz használt faanyagot is."

Az ideiglenes tető elkészítésével Gáspár László lakatosmestert bíztuk meg a referenciamunkák és az árajánlat alapján. Az ideiglenes tető attól különleges, hogy az aljához hegesztett I vason szabadonfutó haladóműhöz rögzítették magukat az alpinisták, amikor a fennmaradt részen a meglazult díszek újra rögzítésén dolgoztak.

A statikus és faanyagvédelmi szakember javaslatát figyelembe véve készült el a toronysisak leemelésének és újjáépítésének a dokumentációja, amelyet az Országos Építészeti Tervtanács elfogadott és támogatott. Ezen szakvélemény alapján az Örökségvédelmi Hivatal is engedélyezte a sisakcsúcs leválasztását és leemelését.

A toronysisak leemeléséhez és újjáépítéséhez szükséges szakemberek felkutatása és szerződötetése sem rendhagyó módon valósult meg. Sikertült felvenni a kapcsolatot Lapohos Örs marosvásárhelyi építész-vállalkozóval, aki napokon belül Szolnokra érkezett Csibi Ferenc gyergyószentmiklósi áccsal, és együtt felmentek a toronysisak felső részébe is. A helyszíni szemle eredménye az lett, hogy elvállalták a toronysisak leemelésénél való közreműködést, valamint az újjáépítést. A feladat elvégzéséhez még hiányzott az alpinista és a da-

rukezelő. Az internet és a helyi információk alapján találtunk rá Szabó Zoltánra, aki a helyi Szilaj 2000 Kft. darukezelője, valamint Fodor István alpinistára, aki Tamás nevű fiával vállalta a feladatot. A sisakcsúcs leemelését és az ideiglenes tető felemelését két daru végezte el 2024. április 20-án.

Azonnal felvetődött a kérdés: mi legyen a leemelt toronysisakkal, melyen szemmel láthatók az elmúlt évtizedek viszontagságai? Rengeteg golyónyom található a keresztben és a gömbön. A fegyverek nem kímélték a toronysisak testét sem. Az egyik lyukból egy ólomgolyót sikerült kipiszkálni, ami az 1848-49-es forradalom és szabadságharc eseményeire utal. Az örökségvédelmi hatóság kormánytisztviselője javasolta, hogy a leemelt toronysisakot bontsuk elemeire és az épnek minősített elemeket építsük be az új toronysisakba. Az építész-tervező és az egyháztanács nem fogadta el a javaslatot három okból: A leemelt toronysisak csak az eredeti állapotában való megtartása képez értéket ezért felajánlás született a város önkormányzata felé, hogy kerüljön végleges kiállításra a megyeszékhely valamelyik pontján. A második nyomás ok pénzügyi természetű. Amikor nem látjuk biztosítva az újjáépítés költségeit nem ésszerű a bontásra pénzátaldozni. A harmadik ok pedig szakmai természetű: A rovar- és gombafertőzött elemek összeépítése az új anyagokkal meggyorsítja az új elemek fertőzésének folyamatát.

A döntést követően a gyergyószentmiklósi ácsok elkezdtek és 2024. június 12-én be is fejezték a fennmaradt toronyrész megerősítését, a faanyagvédelmi munkák elvégzését, valamint a toronysisak újjáépítését, amelynek faszerkezete 100%-ban megegyezik az eredetivel.

A kereszt és a gömb

A templom előtti téren találkoztam Szabó Áron gépészmérnökkel. Elmeséltem neki a toronysisak addigi történetét és azt, hogy elérkeztünk a kereszt és a gömb elkészítésének pillanatáig. Elképzelésünk szerint a kereszt és a gömb rozsdamentes acélból készülne, úgy, hogy az egész toronysisak visszaemelésékor a kereszt tetején legyen az emelőszem. Ezt az ötletet azonnal szakmai kihívásnak tekintette a maga részére is. Kiderült, hogy a tószegi Ferroflexx 2005 Kft.-nél dolgozik, ahol rozsdamentes anyagból gyártanak termékeket. Ettől a pillanattól kezdve felgyorsultak az események, és a

gyártmányterv alapján elkészült a kereszt és a gömb. A szerelést is elvállalták. A próbaemelés 2024. augusztus 24-én tartottuk. Ekkor az elkészült toronysisakot a kereszt tetejére szerelt emelőszemen keresztül 1 m magassáig emeltük meg, s egyúttal meglett mérve a toronysisak súlya is. A sikeres próbaemelés után a kereszt és a gömb Varga Ferenc biatorbágyi műhelyébe került, ahol 15.000 lap 23 karátos Dukát-doppel extra kemény, ún. „vihar arannyal” lett bevonva.

Rézborítás

Mint minden munkára, a rézborítás elkészítéséhez is az internet, valamint a helyi információk segítségével kerestünk kivitelezőt a referencia munkák és az adott árajánlatok alapján. Így jutottunk el a törökszentmiklósi Holló Mihály díszműbádogos mesterhez, aki a fiával együtt elvállalta a feladatot. Az új toronysisak rézborításának elkészítéséhez adománygyűjtő akciót indítottunk, az összegyűlt adományokból még a tél beállta előtt sikerült az új toronysisak rézborítását elkészíteni. A fennmaradt sisakrész meglazult díszítőelemeinek a rögzítését is elvégezték az ipari alpinisták, az új toronysisak díszítőelemei a tél folyamán műhelyi körülmények között kerültek gyártásra.

A toronysisak felemelése

A tervezett határidőre elkészült a toronysisak, és már csak a kedvező időjárásra vártunk, hogy a helyére emeljük. Az egyházközségi hírlevélben 2025. május 10-re hívtuk a híveket, illetve a sajtó munkatársait és a város vezetőit az elkészült toronysisak megadására, s egyben imádságos lelkülettel reménykedtünk abban, hogy szélcsendes nap lesz, ami elengedhetetlen a daruzáshoz.

Szép számban gyűltünk össze az új toronysisak köré. Gáspár István atya, a Szentháromságról nevezett Belvárosi Templom plébánosa megáldotta az újjáépített toronysisakot, amelynek a gömbjébe előzőleg elhelyeztünk egy, az utókornak szánt időkapcsolatát.

Megkezdődhetett a toronysisak felemelése. Fodor Tamás alpinista az emelőkötelet beakasztotta a kereszt csúcán lévő emelőszembe, rögzítette saját magát is a horoghoz, mivel a művelt végén a kioldást is el kellett végeznie, így együtt „utazott” a toronysisakkal. Az egész műveletet lélegzet-visszafojtva figyelte a szép számú közönség az utca túloldaláról. A toronysisak kilengés nélkül, méltóságteljesen emelke-

dett a végső helye felé, ahol 12 db Ø14 mm töcsavar várta a toronysisak nyolcszögletű talpát, amelyen 12 db Ø16 mm furat volt az illesztéshez. A daru centiméterenként eresztette le a toronysisakot. A precíz ácsmunka eredményeként a két rész összekapcsolása kiigazítások nélkül megtörtént.

Mindeközben Tamás, az alpinista szapanbuborékokat eregetett, amelynek látványa igencsak felvidította a nézelődőket. Voltak olyan „hozzáértők”, akik azt állították, hogy a buborékok jelzést adnak a darukezelőnek a szél irányáról. Nagyon sokan egyetértően bólogtak erre, köztük jómagam is. Már alig vártam, hogy Tamás földet érjen és megkérdezzem a buborékfúvás valódi okát. A találkozásunknál, ahelyett, hogy megköszöntem volna a bátor munkáját, egyből a buborékokról faggattam. Huncut mosollyal az arcán csak ennyit mondott: „Tudtam, hogy másfél órát kell ülnöm a kereszt tetején, ezért a saját magam szórakoztatására vittem magammal a buborékfúját, és fújtam minden irányba.”

Major Angéla újságíró így írt az eseményről az *Új Néplap* hasábjain: „Ez a templom nem csak fal és kő, hanem emlék és kapaszkodó. A tornya az időt figyelő szem, a város lelke, amely túlélte a háborúkat, földrendést, emelkedést és bukást. Most ismét felemelkedett. Új sisak, új kereszt, új remény. Amikor a daru magasba emelte a csúcsdíszet, egy pillanatra minden megállt a Templom téren. Az emberek felemelték a tekintetüket, és mintha maguk is könnyebbek lettek volna. Mert hinni abban, hogy valamit érdemes helyrehozni, hinni abban, hogy van jövő – ez adja a legnagyobb súlyt annak a keresztre feszített formának odafönt. Nem csak egy kupola született újjá. Egy város tartotta meg magát méltóságban, közösségében, hitében. És most, hogy újra teljes lett a templomtorony, úgy is érezzük: mi is egy kicsit teljesebbek vagyunk. Látjuk, megint mutatja az utat. És hajól figyelünk, nemcsak a harang szavát halljuk, hanem valami mélyebbet is: hogy van értelme építeni. Fölfelé nézni. És hinni.” A toronysisak felemelésének pillanata egyszerre volt technikai diadal és spirituális élmény: a daru emelte, de a hit, a közösség és az emberi szándék tartotta. Nemcsak egy templom teteje újult meg, hanem az összefogásba vetett bizalom is. A régi sisak sebei és az új szerkezet fénye együtt hirdetik: érdemes megőrizni, megjavítani és újjáépíteni azt, ami fontos, mert az építés valójában önmagunk újrateemtése is.

■ Műszaki vezetők és építési műszaki ellenőrök

Növekvő felelősség

Minden döntésünk nyomot hagy – a mérnök a munkája során alkot, eleget tesz az elvárásoknak, emellett viseli döntései jó vagy rossz következményét. 2024 őszétől az új építészeti törvény alapján a felsőfokú végzettségű felelős műszaki vezetők és műszaki ellenőrök kötelező jelleggel bekerültek az MMK tagjai közé. A jelenlegi 25 321 kamarai tagunk közül mintegy 10 820 rendelkezik MV-, 9208 ME-jogosultsággal, többen mindkettővel. Fontos, hogy felhívjuk figyelmüket a szakmagyakorlás nem kellően hangsúlyozott következményeire.

Dr. Kukai Tibor okl. építőmérnök,
dr. Szabó Éva okl. építészmérnök

Azzal, hogy a Magyar Mérnöki Kamara tagjai lettek, rájuk nézve is érvényes a 2024-ben elfogadott új etikai és fegyelmi szabályzat, amely pénzbírsággal, felfüggesztéssel vagy akár kizárással sújthatja az etikai normák megszegőit, a fegyelmi vétséget elkövetőket. Emellett a középfokú végzettségű felelős műszaki vezetők továbbra is kamarai nyilvántartottak maradtak, s most már részben rájuk is vonatkozik az etikai és fegyelmi szabályzat. (Közülük 1319 fő MV-R, s 896 fő ME-II jogosultságú.) A kamarai figyelmeztetés, büntetés mellett azonban egyéb, súlyosabb következményei is lehetnek a szabályok megszegésének, a szankcionálást a munkahelyektől, a szakmai kamaráktól a hatóságok, a rendőrség, a bíróság, az ügyészség vehetik át.

Az építőipar továbbra is a legveszélyesebb ágazatok közé tartozik, főleg a kisebb cégeknél fordul elő több halálos munkabaleset. A munkavédelmi hatóságok 2024-ben 417 súlyos szabálytalanságot tártak fel, és 250 millió forintnyi bírság sújtotta az építőipari cégeket (forrás: ÉVOSZ). A bírságot főleg a munkáltató kapta, de a szakmagyakorlók, így a felelős műszaki vezetők, műszaki ellenőrök is személyes felelősséggel tartoznak a megelőzés terén, és pénzbírság, kártérítési kötelezettség mellett akár a szakmai engedélyjük is veszélyben foroghat, sőt akár szabadságvesztéssel is sújthatók, ha szakmai mulasztásuk bizonyítható. Súlyos következménye lehet egy

elmulasztott ellenőrzésnek, a szabályszerűségnek, egy rosszul meghozott döntésnek.

Mindkét szerepkör szakmagyakorlóinak tisztában kell lenniük azzal, hogy kötelesek biztosítani a kivitelezés jogszabályoknak, engedélyeknek és szakmai előírásoknak megfelelő végrehajtását.

Megtörtént esetek – szankciók

– Engedély nélkül kezdődött meg egy ipari épület bővítése. A hatóság a kivitelező mellett az MV-t is megbírságot 500 ezer forintra, mivel nem ellenőrizte az engedély meglétét, részt vett a jogszerűtlen kivitelezésben. A műszaki ellenőr is ekkora pénzbírságot kapott, mert kötelessége lett volna a szabálytalanság jelzése, a kivitelezés leállítását.

– A betonminőség nem felelt meg a tervnek, repedések keletkeztek. Az MV 1,2 millió forint büntetést kapott, mert elmulasztotta az ellenőrzési kötelezettségét.

– Az ME nem jelezte a hibás statikai kivitelezést, s ez balesetveszélyt okozott. Pénzbírság mellett felfüggesztették a jogosultságát.

– Egy munkás leesett az állványról, mert nem volt megfelelő a korlát. Az MV 800 ezer forint bírságot fizetett, mert nem biz-

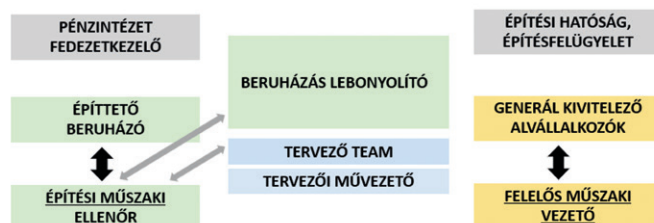
tosította a biztonságos munkavégzés feltételeit, nem ellenőrizte a munkavédelmi előírások betartását.

– Hiányos, hamis építési napló vezetésért pénzbüntetést, felfüggesztett szabadságvesztést kapott az MV.

Egy mérnöki alkotás megszületése mindig összetett, sokszereplős folyamat. Az új objektum létrejötte szoros együttműködés, szakmai viták és kompromisszumok eredménye, amelyhez jelentős anyagi és emberi erőforrások mozgósítása szükséges. A megvalósítás hosszú időn át tart, folyamatos figyelmet és precizitást igényel minden résztvevőtől, hiszen a hibalehetőség nagy, és a következmények súlyosak lehetnek.

Különösen nagy felelősség hárul a kivitelezés irányítóira és ellenőreire: egyetlen tévedés vagy figyelmetlenség is súlyos anyagi károkat, sőt akár életveszélyes helyzeteket is előidézhet. A mérnöki döntések tehát nem csupán technikai kérdések, hanem társadalmi és etikai dimenzióval is bírnak. A mérnök felelőssége kiterjed a biztonságra, a fenntarthatóságra, valamint arra, hogy munkája hosszú távon szolgálja a közösség érdekeit.

A mérnöki hivatás lényege így nem pusztán az alkotás, hanem a felelős gondolkodás és cselekvés: annak tudatosítása, hogy min-



Szereplő	Oldal	Foglalkoztatási forma	Ptk. szerinti felelősség	Btk. szerinti felelősség
Felelős műszaki vezető (MV)	A kivitelező oldalán	Teljes állású munkaviszony	A munkáltató felel elsődlegesen a harmadik személyek (megrendelő, hatóság, károsult) felé (Ptk. 6:540. §).	Az MV személyesen felel, ha mulasztása vagy hibás irányítása balesetet okoz. (Tényállások: foglalkoztatás körében elkövetett veszélyeztetés (Btk. 165. §), gondatlan emberölés, testi sértés)
		Részmunkaidős munkaviszony	Az MV a munkáltató felé korlátozottan felel (max 4 havi távolléti díj – átlagos munkabér erejéig)	Ugyanaz, mint teljes állásnál: személyes felelősség. Vizsgálják emellett, hogy az MV ténylegesen jelen volt-e és ellátta, elláthatta-e a feladatát.
		Megbízási szerződés (nem ajánlott forma!)	Az MV közvetlenül felel a megbízó felé, és akár a károsult is perelheti. Nincs munkáltatói „védőernyő”.	Az MV személyesen felel, ha mulasztása vagy hibás irányítása balesetet okoz. (Tényállások: foglalkoztatás körében elkövetett veszélyeztetés (Btk. 165. §), gondatlan emberölés, testi sértés) Valótlán nyilatkozatnál – okirathamisítás is lehet!
Műszaki ellenőr (ME)	Az építető oldalán	Teljes vagy részállású állású munkaviszony (ritka)	Az építető, mint munkáltató felel kifelé, az ME belső viszonylatban korlátozottan	Személyes felelősség, függetlenül a jogviszonytól. Például valótlán teljesítésigazolás, mulasztás miatti kár.
		Megbízási szerződés (gyakori forma)	Közvetlen felelősség az építető felé, teljes körű kártérítési kötelezettség	

Az MV és az ME felelőssége a Ptk. és a Btk. szerint – a foglalkoztatási formák alapján

den terv, minden számítás és minden döntés emberek életére, környezetére és jövőjére is hatással van – s egyben ezzel magára a mérnökre is visszahathat jól – vagy rosszul.

Az utóbbi években igen sok változás történt a jogi szabályozásban, a technikai, műszaki fejlődés pedig egyre újabb, összetettebb feladat elé állítja a mérnököket. Vajon fel vagyunk erre készülve? Vajon az egyetemi oktatás, a jogosultsági vizsga letétele, a pár év szakmai gyakorlat kellő biztonságot ad a felelős munkavégzéshez a szakmagyakorlóknak? A cikkben szeretnénk kitérni ezekre a kérdésekre, és felhívni a figyelmet arra, hogy nagy a tétje a szabálytalan, szakszerűtlen munkavégzésnek, a mulasztás súlyos következményekkel járhat.

A jövő kihívásai már itt vannak – digitalizáció, BIM, mesterséges intelligencia, fenntarthatóság – új felelősségi területeket nyitnak meg, de a lényeg változatlan: a mérnöki hivatás középpontjában mindig az ember és a közösség biztonsága áll.

A felelősség mint etikai alapfogalom

Mit is jelent a felelősség? Erkölcsei, jogi vagy hivatalos kötelezettség, amelynek alapján valaki, valamely testület vagy közösség valakiért vagy valamiért felelős, számot adni tartozik. A felelősségvállalás azt jelenti, hogy elfogadjuk és tudatosítjuk saját döntéseink következményeit, és nem másokat hibáztatunk a helyzetünkért. Ez magában foglalja a tetteinkért való elszámoltathatóságot, a proaktív hozzáállást, a tanulságok levonását, valamint a saját cselekvési szabadságunk felismerését a döntéseink meghozatalában és a reakcióinkban.

A felelősség az emberi együttélés egyik legősibb és legfontosabb alapfogalma. Je-

lentése túlmutat a jogi vagy szakmai kezekre: erkölcsi tartalommal bír, amely meghatározza, hogyan viszonyulunk egymáshoz, a közösséghez és a világunkhoz. A felelősség nem pusztán kötelezettség, hanem bizalomra épülő kapcsolat: annak elismerése, hogy tetteink következményei másokra is hatással vannak, döntéseink súlyla pedig gyakran túlmutat saját életünkön.

A mérnökök felelőssége

A mérnökök felelőssége a jogi és etikai kötelezettséget jelenti a szakmai munkájuk során, ez jelenti a minőségi munkavégzést, a jogszabályok betartását, a károkozás elkerülését, valamint a szakmai irányításból eredő felelősséget is.

Tervezői és kivitelezői felelősség: a mérnökök munkakörük szerint felelősséggel tartoznak a tervezési hibákért, a nem megfelelő kivitelezésért. Felelős műszaki vezetői felelőssége: az építési projektekben az MV felelős a kivitelezés szakszerűségéért és a jogszabályoknak való megfeleléséért. Építési műszaki ellenőr felelőssége: az ellenőrzések, intézkedések időben történő elvégzése. Kamarai felelősség: meghatározott területeken a mérnöknek kamarai tagnak kell lennie, és betartani a kamarai szabályokat. Kártérítési felelősség: ha a mérnök hibájából kár keletkezik, felelősséggel tartozik annak megtérítéséért. Etikai felelősség: a mérnököknek tiszteletben kell tartaniuk az etikai normákat, és munkájukat a legjobb tudásuk szerint kell végezniük. Az építőiparban a felelősség tétje különösen nagy – gyakran emberéletek múlnak rajta. A felelős műszaki vezetők és az építési műszaki ellenőrök munkája nem pusztán szűk szakmai feladat, biztosítani kell, hogy az épít-

kezések biztonságosak, szakszerűek és a jogszabályoknak megfelelőek legyenek.

A felelős műszaki vezető és az építési műszaki ellenőr foglalkoztatása

Fontos ismernünk az építési folyamat szereplőit, a köztük lévő kapcsolatot, az összeférhetetlenségeket, ezen belül is az építési műszaki ellenőr és a felelős műszaki vezető helyzetét, lehetséges kapcsolódásait. Az építési műszaki ellenőr mindig az építető megbízottja vagy alkalmazottja, ezzel szemben a felelős műszaki vezető mindig a kivitelező oldalán áll, az ő alkalmazottja vagy megbízottja. Ugyanazon munkánál nem töltheti be egy személy mindkét feladatkört, ez összeférhetetlen.

Mindkét szerepkör nélkülözhetetlen az építőiparban, és együttműködésük szükséges egy sikeres projekt megvalósításához. Feladatuk az építési minőség biztosítása, a műszaki követelmények betartása és a későbbi problémák, például szerkezeti hibák vagy jogi viták elkerülése. A felelősségi körök pontos ismerete elengedhetetlen ahhoz, hogy az építési projektek biztonságosan és hatékonyan valósuljanak meg. A felelős műszaki vezető és az építési műszaki ellenőr jelentősen csökkentheti az építési hibák kockázatát, hozzájárulva az átlátható és eredményes kivitelezéshez.

A felelős műszaki vezető foglalkoztatása alapvetően két eltérő formában történhet, a kivitelezővel munkaviszonyban (teljes vagy részmunkaidős) illetve a kivitelezővel megbízási szerződéses viszonyban. Az építési műszaki ellenőr foglalkoztatása hasonló lehet, de ő lehet esetenként az építető alkalmazottja, vagy leggyakrabban a megbízottja. Egyik feladatkör-

nél sem beszélhetünk vállalkozási szerződéses formáról, hiszen a tevékenység egy folyamatos feladat gondossági kötelezettséggel, nem pedig konkrét produktum létrehozása, nem eredménykötelezettség.

Mindkét szerepkörre igaz, hogy a Ptk. szerinti felelősséget a jogviszony befolyásolja – károkozás esetében munkaviszony fennállásakor a munkáltatótól lehet kártérítést kérni, míg megbízás, vállalkozás esetében közvetlenül a szakembertől. A büntetőjogi (Btk.) felelősség ugyanakkor mindig személyes, független a foglalkoztatási formától.

A felelős műszaki vezetői feladat elválasztásánál a Ptk.-következmények miatt erősen javasolt a teljes vagy részidős alkalmazotti jogviszony, ugyanakkor a műszaki ellenőr feladatkört leggyakrabban megbízási jogviszonyban lehet betölteni.

Az építőipari szabályozások folyamatosan változnak, hogy igazodjanak a technológiai fejlődéshez és a jogi környezethez. Az elmúlt időszakban több jelentős jogszabályváltozás történt, így a legfontosabb, hogy a korábbi, 1997-e építési törvény helyett egy átfogó magyar építészeti törvény született, a 2023. évi C. törvény, valamint a 281/2024. (IX. 30.) Korm.-rendelet, amely az építésügyi hatósági eljárásokat és ellenőrzéseket szabályozza. Lényeges változások léptek életbe 2024-ben a 191/2009 (IX. 15.) Korm. rendeletben, mely az építőipari kivitelezési tevékenységről szól. A pontos tájékozódást segíti a www.e-epites.hu weboldal, ahol sok hasznos információ mellett az építésügyi jogszabályok is naprakészen elérhetők.

Néhány kiemelten fontos feltétel, feladat a felelősség szempontjából

Mindkét szakmagyakorlónál ki kell emelni, hogy a tevékenység csak megfelelő kamarai jogosultsággal (MMK vagy MÉK) végezhető – ezt a 266/2013. (VII. 11.) Korm.-rendelet szabályozza, mely az építésügyi szakmagyakorlási tevékenységekről szól. Építési műszaki ellenőr 2024 októbere óta csak az lehet, aki felsőfokú szakirányú végzettséggel és megfelelő szakmai gyakorlattal rendelkezik. Aki eddig középfokú, technikus végzettséggel rendelkezett ME-II jogosultsággal, az továbbra is megtarthatta. Felelős műszaki vezető részsakterületeken lehet szakirányú építőipari technikus is.

A középfokú végzettségű MV és ME szakmagyakorlók kamarai tagság nélkül,

nyilvántartottként végzik, végezhetik tevékenységüket, a felsőfokú végzettségűeknek kamarai tagoknak is kell lenniük.

Az építési műszaki ellenőr az építetőképviselésében többek között:

- felelős az építészeti-műszaki dokumentumokban meghatározott építési termék beépítésének ellenőrzéséért, ellenőrzi a teljesítmény nyilatkozatokat,
- ellenőrzi a hatósági előírások, szabványok, szerződések és a kivitelezési dokumentáció betartását,
- ellenőrzi a kivitelezési tevékenységet, a munka szakszerűségét,
- ellenőrzi az építési napló bejegyzéseit, feltűnteti a hiányosságokat,
- ellenőrzi az eltakarásra kerülő szerkezeteket, a beépítésre kerülő termékeket, bejegyzi a szükséges intézkedéseket,
- ellenőrzi az elszámolásokat, felméréseket,
- több fővállalkozó esetén összehangolja azok munkáját,
- hiba esetén értesíti az építetetőt az e-naplón keresztül.

A felelős műszaki vezető a kivitelező alkalmazottjaként, vagy vele megbízási szerződésben (ez utóbbi a kevésbé ajánlott foglalkoztatási forma) állva többek között:

- felelős a megfelelő jogosultságának meglétéért,
- a szakmunka irányításáért,
- a kivitelezési dokumentációnak megfelelő megvalósításért,
- a szakmai, minőségi és biztonsági előírások megtartásáért,
- a munkálatok szakszerűségéért,
- az építési termékek beépítésére, helyettesítésére vonatkozó követelmények betartásáért,
- a kivitelezés végén a megfelelő nyilatkozat megtételéért, annak szakmai tartalmáért.

A részletes szabályozás a 191/2009. (XI. 15.) Korm.-rendeletben található.

Nem szabad megfeledkeznünk a szabályszegések következményeiről sem, ezt a 2023. évi C. törvény 178. § (7) bekezdése ismerteti: „Bírság kormányrendeletben meghatározottak szerint a következő szabálytalan tevékenységek körében állapítható meg:

- a) tervezésre vonatkozó szabályok megszegése,
- b) adatbejelentési és adatszolgáltatási kötelezettség elmulasztása,
- c) jogosulatlanul végzett szakmai tevékenység,
- d) az e törvény végrehajtására kiadott kormányrendeletben előírt szerződés hiánya,

- e) összeférhetlenségi szabályok megsértése,
- f) építési műszaki ellenőr, felelős műszaki vezető, építetők fedezetkezelő, tervezői művezető nélkül végzett építési tevékenység,
- g) szakszerűtlenül végzett kivitelezési tevékenység,
- h) építési napló vezetésére vonatkozó szabályok megszegése,
- i) állékonytárgyat és az életet veszélyeztető állapotot eredményező tevékenység,
- j) az építésügyi hatósági engedélyezés és ellenőrzés során feltárt szabálytalanságok.”

A legsúlyosabb esetekben a Btk. szerint a büntetés:

„165. § (1) Aki foglalkozási szabály megszegésével más vagy mások életét, testi épségét vagy egészségét gondatlanságból közvetlen veszélynek teszi ki, vagy testi sértést okoz, vétség miatt egy évig terjedő szabadságvesztéssel büntetendő.

(2) A büntetés

- a) három évig terjedő szabadságvesztés, ha a bűncselekmény maradandó fogyatékossgát, súlyos egészségromlást vagy tömegszerencsétlenséget,
- b) egy évtől öt évig terjedő szabadságvesztés, ha a bűncselekmény halált,
- c) két évtől nyolc évig terjedő szabadságvesztés, ha a bűncselekmény kettőnél több ember halálát okozza, vagy halálos tömegszerencsétlenséget okoz.”

A szabálytalanság, a figyelmetlenség vagy a szándékos mulasztás mindig következményekkel járhat, amelyek súlyossága a körülményektől függően változik. Ezek azonban elkerülhetők, ha tudatosan törekszünk a szabályok betartására, a szakmai előírások következetes alkalmazására és a felelősségteljes munkavégzésre.

A felelős műszaki vezetők és a műszaki ellenőrök esetében az említett súlyos szankciók miatt különösen fontos a kamarai jogosultsági vizsga, a folyamatos szakmai és jogi továbbképzés, és minden egyéb figyelemfelhívás szerepe.

Ne feledkezzünk meg ugyanakkor arról sem, hogy a felelős műszaki vezetők és a műszaki ellenőrök aktív, és kiemelt résztvevői egy rendkívül komoly, ugyanakkor felemelő alkotási folyamatnak. Az ő szakmai hozzáértésük, jogszerű és szabálykövető munkájuk biztosítja, hogy a beruházás minden résztvevője közös cél felé haladjon. A korrekt együttműködés, a kölcsönös tisztelet és a transzparens kommunikáció révén a beruházás nem pusztán építési feladat, hanem értékteremtő közösségi vállalkozás lesz. Így születhetnek meg azok a nagyszerű műszaki alkotások, amelyek maradandó értéket képviselnek.



■ Morális kötelezettség és pragmatikus igény

Biztonság a műtőkben

Az aktív kórházak egyik legösszetettebb és kiemelt figyelemmel kísért szakmai ellátóegysége a műtőblokk. A sebészeti beavatkozások célja az életmentés és az életminőség javítása, azonban a nem biztonságos környezetben végzett sebészeti ellátás jelentős kárt okozhat. Az iparosodott országokban a kórházi betegek esetében előforduló összes nemkívánatos esemény közel fele a sebészeti ellátással kapcsolatos, és ezen esetek legalább fele megelőzhetőnek tekinthető.



Ifj. Pólya Endre

A műtő környezete és jelentősége

A műtét, a sebészeti beavatkozás az orvostudomány egyik alapvető eljárása, amely gyógyító vagy diagnosztikus céllal a szövetek folytonosságának közvetlen vagy köz-

vetett megszakítását vagy helyreállítását jelenti. Ez az eljárás a beavatkozás jellegétől függően lehet néhány precíz mozdulat, de akár többórás, komplex csapatmunka is.

A műtőblokk szigorú szabályok szerint kialakított, elkülönített, sok szempontból ellenőrzött környezet, amely magában foglalja a műtőtermeket, bemosakodóhelyiségeket, anesztéziás és előkészítő helyiségeket, a szennyezett anyagok kezelésére szolgáló helyiségeket, személyzeti pihenőket, valamint tároló- és tisztítótereket. Ki-

emelt jelentőségű az aszeptikus környezet kialakítása és fenntartása a sebészeti beavatkozások során. Az egész műtőblokk mesterséges levegőellátást kap, és fizikailag elkülönül a kórház más osztályaitól, hozzáférése pedig kizárólag az arra jogosult személyzet számára engedélyezett.

A műtét sikeressége alapvetően függ a teljes műtői ökoszisztéma – beleértve a személyzetet, a berendezéseket és a környezeti szabályozásokat – integritásától és biztonságától. Ez a tény rávilágít arra, hogy

a műtő biztonsága rendszerszintű kérdés, ahol minden elem kölcsönhatásban van, és egyetlen gyenge láncszem is súlyos következményekkel járhat. A zökkenőmentes koordináció elengedhetetlen, és ezt bármilyen környezeti vagy emberi tényezőtől adódó veszély azonnal befolyásolhatja.

A biztonság fontossága a műtői környezetben

A súlyos műtét utáni halálozási arány 0,5–5% között mozog, és a műtétek után a betegek akár 25%-ánál is felléphetnek komplikációk. Az általános anesztézia önmagában is kockázatokat hordoz; egyes szubszaharai afrikai régiókban a halálozási arány akár 1:150 is lehet.

A műtőben előforduló tüzesetek és hőmérsékleti sérülések rendkívül veszélyesek, különösen azért, mert a beteg a beavatkozás során tehetetlen helyzetben van. A biztonsági incidensek jelentős pénzügyi terhet is rónak a kórházakra, beleértve az épület károsodásának helyreállítási költségeit, a berendezések cseréjét és a sérülésekért fizetendő kártérítést.

Az adatok szerint a komplikációk és halálesetek jelentős része megelőzhető. Ez nem csupán klinikai kudarcként, hanem etikai és gazdasági problémaként is megjelenik. A beteg kiszolgáltatott helyzete a műtét alatt felerősíti a szakemberek felelősségét. Ez arra utal, hogy a biztonsági protokollokba és infrastruktúrába való befektetés nem csupán költség, hanem kritikus beruházás a beteg jólétébe és az intézmény fenntarthatóságába. Az adatok kettős kényszert támasztanak a műtő biztonságával kapcsolatban: egyrészt morális kötelezettséget a betegkárosodás minimalizálására, másrészt pragmatikus igényt a nemkívánatos eseményekkel járó jelentős pénzügyi és reputációs kockázatok enyhítésére. Tehát a biztonsági intézkedéseket a minőségi ellátás és a kórházi működés szerves részeként kell kezelni, nem csupán szabályozási teherként.

A műtői környezet

Az aszepszis elveinek figyelembevételével a műtőblokkban tisztasági zónákat különböztetnek meg. A steril környezet megteremtése higiéniai és az aszepszis elveinek megfelelő szervezési, térformálási és műszaki, továbbá az aszepszis követelményeinek megfelelő munkavégzési intézkedések kombinációjával történik.

Az aszeptikus zónába tartozik minden műtőhelyiség és bemosakodóhelyiség, ahol a dolgozók műtői ruházatban (zsilipruha), orrot is fedő maszkkal, haját teljesen fedő sapkával és kizárólag a műtőben használt csúszásmentes cipőben tartózkodhatnak.

A modern műtők általában ablaktalanok, szabályozott hőmérsékletűek és páratartalmúak. Speciális légkezelők szűrik a levegőt és magasabb légnyomást tartanak fenn a külső környezethez képest, hogy megakadályozzák a szennyeződések bejutását. A friss levegő jellemzően a mennyezeti lamináris ernyőkön keresztül érkezik, a légelszívás a padlószint (2/3) és a mennyezet alatti magasságban (1/3) történik.

Az országos tisztíró főorvos módszertani levele szerint a műtési sebek szennyeződésének egyik jelentős terjesztő közege a levegő, ezért operáció csak mesterséges levegőellátó rendszerrel rendelkező műtőben végezhető. Ennek a rendszernek friss levegőt kell befűjnia, képesnek kell lennie óránkénti 20-szoros légcserét biztosítani, és nyáron sem lehet 25 foknál magasabb a hőmérséklet a műtőben. A mobil klíma, a split klíma nem biztosítja az előírt paramétereket, növeli a sebfertőzés kockázatát, ezért nem alkalmazható!

A modern műtők kifinomult, high-tech környezetek, amelyek a betegbiztonságot, a hatékonyságot és a fenntarthatóságot helyezik előtérbe.

Bár globálisan jelentős előrelépések történtek a műtőtervezésben és technológiában, a magyarországi adatok hiányosságokat mutatnak a műtői környezet műszaki állapota, különösen a légkondicionálás terén. A kritikus biztonsági technológiák (például a megfelelő légkondicionálás, a villamosbiztonság stb.) egyenletlen eloszlása rendszerszintű kihívás. Ez a különbség jelentős eltéréseket eredményezhet a betegbiztonság tekintetében.

A műtőben felmerülő biológiai kockázatok

A műtő biológiailag kockázatosabb, mint a kórház más részei. Kórokozók (baktériumok, vírusok és gombák) lehetnek jelen a sebészeti eszközökön vagy magukon a betegeken. A nem megfelelő levegőminőség növeli a kórházi fertőzések (nozokomiális infekció – HAI) kockázatát azáltal, hogy részecskék és kórokozók keringését teszi lehetővé különösen a műtőkben, intenzív osztályokon és izolációs kórtermekben.

A sebészek ki vannak téve a fertőző betegségeknek: ez az expozíció fertőzött tűktől és éles eszközöktől származó véletlen szúrások, valamint vérrel, nyállal, vizelettel, gerincfolyadékkal és egyéb testnedvekkel, folyadékkal való érintkezés révén történik. A levegőben terjedő mikroorganizmusok további kockázatot jelentenek a sebészeti beavatkozások során. Ezek felszabadulhatnak aeroszolt generáló eszközök használatakor, vagy ha a műtőben nem megfelelő a szellőzés. A sebészeti füst, amely lézeres vagy elektroauter es eljárásokból származik, ultrafinom részecskéket, akár mérgező anyagokat és sejttörmelékét tartalmaz, amelyek belélegezve károsak lehetnek. A „mobil és split klímák” alkalmazása, amelyekről kifejezetten megállapították, hogy növelik a fertőzés kockázatát, közvetlen elmentmondásban áll a megfelelő szellőzéssel, ami kritikus hibapontra mutat rá.

A biológiai veszélyek hatékony ellenőrzése holisztikus megközelítést igényel, amely nemcsak a kórokozókkal való közvetlen érintkezést (például megfelelő eszközhasználat, egyéni védőfelszerelés) kezeli, hanem a környezeti tényezőket (például szellőzés, levegőszűrés) és az emberi tényezőket (például protokollok betartása, képzés az éles eszközök okozta sérülések megelőzésére) is. A láthatatlan fenyegetések (mikroorganizmusok, gázok) és a kézzelfogható sérülések (éles eszközök) közötti összefüggések felismerése elengedhetetlen a komplex kockázati hálózat megértéséhez.

Kémiai kockázatok

A műtőben használt anesztéziás gázok, például dinitrogén-oxid, halogénezett szerek (szevoflurán, dezflurán, izoflurán, halotán) szívároghatnak a levegőbe a nem megfelelő szellőzés, helytelen munkagyakorlatok vagy hibás készülékek miatt, és akut tüneteket – fejfájást, fáradtságot, ingerlékenységet, hányingert – okozhatnak. Hosszú távon befolyásolhatják az egészségügyi személyzet reprodukív rendszerét, vetélést és koraszülést okozva a női alkalmazottaknál. A dinitrogén-oxid ráadásul erős üvegházhatású gáz, hozzájárulva a kórházak ökológiai lábnyomához.

A műtőben használt fertőtlenítő- és tisztítószer (például alkoholalapú fertőtlenítők, klóralapú vegyületek, formaldehid, glutaraldehid) illékony szerves vegyületeket (VOC) bocsáthatnak ki a leve-

gőbe. A steril környezet biztosítására használt vegyszerek egészségügyi kockázatot jelentenek a személyzet számára bőrön keresztül és belélegzés útján.

Mindez paradox helyzetet teremt, ahol a betegbiztonság érdekében tett intézkedések (fertőtlenítés, sterilizálás, anesztézia) új, gyakran krónikus kémiai veszélyeket okoznak. Ez rávilágít arra, hogy a műtő biztonságához olyan árnyalt megközelítésre van szükség, amely egyensúlyt teremt a fertőzéskontroll és a foglalkozás-egészségügy között. Ez azt sugallja, hogy a „biztonságos” vegyszerek és a továbbfejlesztett szellőztető- és légelszívó rendszerek nemcsak kívánatosak, hanem kritikusak is az egészségügyi dolgozók hosszú távú egészségének védelmében, hangsúlyozva a „teljes munkahelyi egészség” koncepcióját a műtőn belül.

Fizikai kockázatok

A röntgenkészülékek, sebészeti lézerek használatából származó sugárzások fizikai kockázatot jelentenek a műtőben. A hosszán tartó expozíció megfelelő védelem nélkül növeli az égési sérülések, szürke hályog, karcinogenezis és hajhullás kockázatát. A lézerek intenzitásuk és a szövetekből felszabaduló részecskék miatt veszélyesek.

A túl magas hőmérséklet a műtőben nemcsak kényelmetlen a sebészek és a személyzet számára, akik steril köpenyben dolgoznak a néha meleg műtői lámpák alatt, hanem veszélyes a betegek számára a fertőzés kockázata miatt, mivel egyes mikroorganizmusok magasabb hőmérsékleten jobban szaporodnak. A túl magas páratartalom kondenzációt okozhat a menyezeten és a berendezéseken. A helytelen páratartalom számos mikroorganizmus számára kedvező körülményeket eredményez, növelve a fertőzésveszélyt. Az izzadó személyzet szintén növeli a fertőzés és a beavatkozás kockázatát. A túl hideg hőmérséklet is káros, mivel a hipotermiás betegeknél nagyobb valószínűséggel alakulhat ki sebfertőzés. Az ajánlott hőmérséklet 20–24 °C, a páratartalom 40–60%. A hőmérsékleti és páratartalmi akusztikus riasztások fontossága kiemelkedő, mivel a vizuális riasztások észrevétlenek maradhatnak.

A hibás berendezések vagy elektromos eszközök helytelen használata, a nem biztonságos vezetékek és túlterhelt áramkörök komoly kockázatot jelentenek mind az elektromos, mind a tűzzel kapcsolatos sé-



rülések szempontjából. A villamos hálózat biztonságos kialakítása és folyamatos fenntartása az áramutések, a túláramvédelem az elektromedikai és informatikai eszközök biztonságát szolgálja. A hálózat biztonságát és a szabványoknak való megfelelést rendszeres mérésekkel kell ellenőrizni, hogy az elkerülhető sérüléseket a feltárt hibák gyors és szakszerű kijavításával meg lehessen előzni. A rendszeres villamos biztonsági felülvizsgálatok a tűz megelőzésben is jelentős szerepet játszanak. A villamos energia folyamatos rendelkezésre állását az előírásoknak mindenben megfelelő redundáns tartalék áramforrásokkal kell biztosítani.

A sebészeti eszközök korróziója, helytelen kezelése, nem megfelelő tisztítása és sterilizálása, a magas hőmérsékletnek való kitettség, az inkompatibilis vegyszerek, hosszán tartó érintkezés vérrrel és szövetekkel, a nem megfelelő karbantartás és a rossz minőségű anyagok mind károsíthatják az eszközöket, veszélyeztetve a betegbiztonságot és a műtői hatékonyságot.

Az olyan fizikai veszélyek, mint a hőmérsékleti szélsőségek és a zaj, közvetle-

nül befolyásolják mind a betegbiztonságot (például fertőzésveszély magas hőmérséklet/páratartalom esetén, hipotermia), mind a személyzet teljesítményét (fáradtság, figyelemelterelés, izzadás). A berendezésekkel kapcsolatos problémák – a hibás vezetékektől a nem megfelelő karbantartásig – szintén közvetlenül kapcsolódnak a betegkárosodáshoz. Ez azt mutatja, hogy a fizikai környezet nem egy statikus háttér, hanem aktív résztvevője a biztonságnak, és annak ellenőrzése nagymértékben függ az emberi éberségtől, a jogszabályokban előírt megelőzési követelmények és a protokollok betartásától.

A biztonságos fizikai környezet folyamatos ellenőrzést és proaktív kezelést igényel, nem csupán kezdeti tervezést. Hangsúlyozni szükséges az ergonómiai tervezés fontosságát a berendezések és a munkafolyamatok terén az emberi hibák és a fizikai megterhelés minimalizálása érdekében, ami csökkenti a balesetek kockázatát.

A rossz világítás, az elavult és elhasználódott műszerek, az éles eszközök nem megfelelő cseréje, valamint a szükséges

információk hiánya mind hozzájárulnak a veszélyekhez. A rossz munkagyakorlatok, a műtő nem megfelelő szellőzése, a helytelen karbantartás és az elavult villamos rendszerek szintén jelentős kockázatok.

Ergonómiai kockázatok

Az ergonómiai kockázatok gyakran figyelmen kívül hagyott területek, amelyek növelik a személyzet sérülésének kockázatát, és foglalkozási megbetegedésekhez vezethetnek. A sebészek gyakran hosszú ideig tartó statikus testtartásban dolgoznak a műtőasztal felett, vagy ismétlődő mozgásokat végeznek, ami a nyak, hát és váll izom- és csontrendszeri rendellenességeihez vezethet. A sebészeti eszközök ergonómiája különösen fontos a felhasználó egészsége és a beavatkozás sikeressége szempontjából.

A nem megfelelő ergonómia és a pszichoszociális stressz közvetlenül befolyásolja a személyzet teljesítményét és a betegbiztonságot, ami rávilágít arra, hogy a biztonsági protokollok és a technológiai fejlesztések mellett a humán erőforrásba való befektetés és a támogató munkakörnyezet kialakítása is elengedhetetlen.

Szervezeti szinten a személyi védőfelszerelések – megfelelő sebészeti készletek, kesztyűk, gumitalpú klumpák vagy cipőhuzatok és védőszemüvegek – hiánya nagyfokú kockázatot jelent.

Orvostechnikai eszközökkel összefüggő kockázatok

Az orvostechnikai eszközök és a műtői biztonság közötti kapcsolat alapvető fontosságú: a modern orvosi eszközök kulcsszerepet játszanak a betegek gyógyításában és a diagnosztikában, ugyanakkor szigorú szabályozások, megfelelő karbantartás és szakszerű használat szükséges a biztonságos működés és a műtéti hibák minimalizálása érdekében.

A műtői biztonság garantálása érdekében kritikus fontosságú. A jogszabályok előírják az eszközök rendszeres, gyártó által meghatározott karbantartását és kalibrálását. Az időszakos felülvizsgálatok és a javítások speciális szakértelmet igényelnek.

A műtős személyzetnek szakszerűen kell kezelnie az eszközöket, amihez megfelelő oktatás és a használati útmutatók pontos betartása szükséges. A tervezési (ergonómiai) szempontokat már a fejlesztési

szakaszban figyelembe kell venni a hibák elkerülése érdekében.

Az orvostechnikai eszközöknek szigorú megfelelőségértékelési eljárásokon kell átesniük forgalomba hozatal előtt. Az uniós rendeletek szigorítják az eszközök ellenőrzését a betegbiztonság javítása érdekében.

Folyamatosan fel kell mérni az eszközök használatával járó kockázatokat a műtéti környezetben.

Az orvostechnikai eszközök innovációja jelentősen átalakítja az üzemeltetéssel szembeni elvárásokat. A technológiai fejlődés új követelményeket támaszt a szakértelem, a kiberbiztonság, az adatintegritás, a rugalmasság és a jogszabályi megfelelés terén.

Az új, fejlettebb eszközök (pl. robotsebészeti rendszerek, mesterséges intelligenciával támogatott diagnosztikai berendezések) kezelése speciális tudást igényel. Az üzemeltető személyzetnek folyamatosan képeznie kell magát, hogy lépést tudjon tartani a gyors technológiai fejlődéssel. A fejlettebb eszközök bonyolultabb karbantartást és kalibrálást igényelhetnek. Az üzemeltetésnek szorosabb kapcsolatot kell ápolnia a gyártókkal, és speciálisan képzett szakértőkre lehet szükség a javításokhoz.

Ahogy az eszközök egyre inkább hálózatra kapcsolódnak és adatokat cserélnek, a kiberbiztonság kritikus fontosságúvá válik. Az üzemeltetésnek hatékony és erős védelmi rendszereket és protokollokat kell bevezetnie a betegadatok védelme és a rendszerek jogosulatlan hozzáférés elleni védelme érdekében.

Az orvostechnikai eszközök új verziói néha már 18–24 hónapon belül megjelennek a piacon. Ez megköveteli az üzemeltetéstől a beszerzési, bevezetési és a régi eszközök cseréjére vonatkozó folyamatok felgyorsítását és rugalmasabbá tételét.

Az új, innovatív eszközökre gyakran szigorúbb és folyamatosan változó uniós és hazai jogszabályok (például az MDR – Medical Device Regulation) vonatkoznak. Az üzemeltetésnek naprakésznek kell lennie ezekkel a követelményekkel, és biztosítania kell a teljes megfelelőséget a forgalomba hozataltól a használaton át a hulladékkezelésig.

Bár az innovatív eszközök javítják a betegellátást, jelentős költséget jelentenek. Az üzemeltetésnek hatékonyabbá kell válnia a beszerzés, a használat és a karbantartás terén, hogy a magasabb költsé-

gek ellenére is fenntartható maradjon az egészségügyi rendszer.

Összességében az orvostechnikai eszközök a műtői biztonság sarokkövei, de a bennük rejlő lehetőségek csak akkor alkalmazhatók ki biztonságosan, ha a teljes életciklusuk alatt (fejlesztés, használat, karbantartás, ellenőrzés) a legmagasabb szintű szakmai és jogi előírásoknak megfelelően járnak el.

Összefoglalás

A műtői környezet, bár alapvetően a gyógyítás és életmentés helyszíne, számos komplex és egymással összefüggő kockázatot rejt magában mind a betegek, mind az egészségügyi személyzet számára. A történelmi fejlődés – Semmelweis úttörő munkájától a modern robotsebészetig – rávilágít arra, hogy a biztonság javítása folyamatos küzdelem a szabad szemmel láthatatlan kórokozók, a technológiai kihívások és az emberi tényezők ellen.

A fentiek egyértelműen jelzik, hogy a biológiai, kémiai, fizikai, ergonómiai, pszichoszociális és szervezeti veszélyek együttesen alkotnak egy összetett kockázati hálózatot. A fertőzések, az altatógázok expozíciója, a hőmérsékleti ingadozások, az éles eszközök okozta sérülések, valamint a személyzetre nehezedő fizikai és mentális stressz mind hozzájárulhatnak a nemkívánatos eseményekhez, beleértve a súlyos komplikációkat és a halálozást. Aggasztó, hogy a tudományos áttörések (például Semmelweis kézmosási elve) és a modern technológiai megoldások (például megfelelő légkondicionálás) ellenére a gyakorlati megvalósításban még mindig hiányosságok tapasztalhatók, különösen ott, ahol a mobil és splitklímák használata növeli a fertőzés kockázatát.

A műtői biztonság nem csupán technológiai vagy protokolláris kérdés, hanem rendszerszintű kihívás, amely a finanszírozástól, az infrastruktúrától, a képzéstől, a szervezeti kultúrától is függ.

A műtői biztonsága rendszerszintű kérdés, ahol a fizikai környezet, a technológia és az emberi tényező mind összefüggenek.

A tervezők, kivitelezők, üzemeltetők és egészségügyi dolgozók közös, felelős munkavégzése elengedhetetlen a műtői környezet biztonságának maximalizálásához, hozzájárulva a betegek biztonságos, hatékony gyógyulásához és az egészségügyben dolgozók jóllétéhez.

■ Budapest és az agglomeráció

A kiköltözések és a térhasználat változásai

A budapesti agglomeráció mára Magyarország legnagyobb növekedési zónája: a várostérség hárommillió lakója egyre nagyobb területet használ, miközben a belváros kiürül, a lakhatás drámaian drágul, és a közlekedési rendszer napról napra feszítettebbé válik. A kiköltözési hullám, az Airbnb-robbanás és a közlekedési terhelés egymást erősítve alakítja át Budapest és környéke működését.

Lelkes Mihály okl. építőmérnök, közlekedésfejlesztési szakértő

A budapesti várostérség növekedése

A budapesti agglomeráció alapjait már a XX. században lefektették: a fővárosba befutó vasúti és HÉV-vonalak mentén kialakult elővárosi települések idővel összefüggő térséggé nőttek össze. A hivatalosan lehatárolt, 81 településből álló agglomeráció ma már kisebb, mint az urbanisztikailag értelmezett „várostérség”, amely Budapesttel együtt mintegy hárommillió ember otthona. A népesség további 200 ezer fővel bővíülhet a következő években, ami új beépítési területek bevonását és jelentős közlekedési kihívásokat jelent. A városhatárt átlépő napi forgalom jelenleg 750 ezer fő, ebből mintegy 400 ezren egyéni közlekedéssel, közel 300 ezer autóval érkeznek.

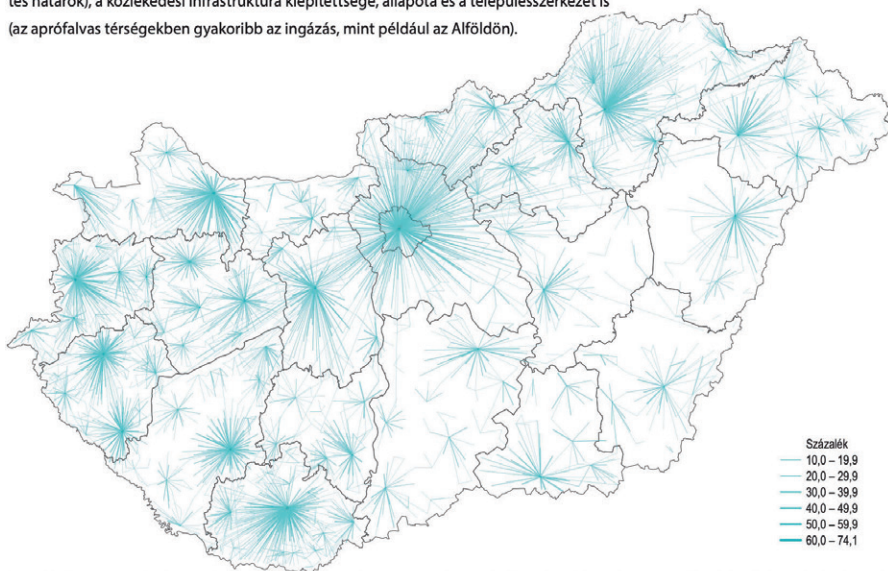
A közösségi közlekedés részesedése még mindig alacsony, holott az agglomerációs vasútfejlesztési stratégia szerint a vasúti utazások száma akár 80%-kal is növelhető lenne. A térség elterülése – részben az autóhasználat, részben a lakófunkció átalakulása miatt – már most eléri Budapest területének többszörösét.

A kiköltözés okai és újabb hullámjai

A kiköltözési folyamat a rendszerváltás után, a lakásprivatizációt követően gyorsult fel. A 2010-es évekig a Budapestről elvándorlók 42%-a, mintegy 265 ezer ember költözött a környező településekre. Ez a trend azóta is tart, sőt újabb tényezők erősítették fel:

- a Covid-járvány, amelyben a laza beépítésű térségek ellenállóbbnak bizonyultak;

A munkaerőmozgás a nagyobb városok környezetében a legintenzívebb. Az ingázás dinamikáját befolyásolják többek között a természetföldrajzi adottságok (például a folyók jelentette természetes határok), a közlekedési infrastruktúra kiépítettsége, állapota és a településszerkezet is (az aprófalvas térségekben gyakoribb az ingázás, mint például az Alföldön).



- a home office, amely csökkentette a napi ingázási kényszert;

- az Airbnb és a turizmus térnyerése, amely kiszorítja a lakókat a belső kerületekből.

A kiköltözés így egyszerre okoz városképi, közlekedési, lakáspiaci és társadalmi átrendeződést.

A belváros kiürülése és a lakhatási válság

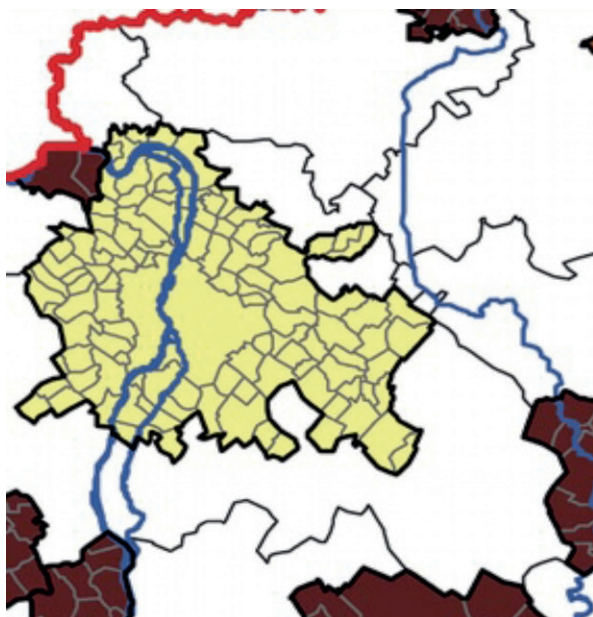
A 2022-es népszámlálási adatok szerint Budapesten mintegy 153 ezer lakás nem lakott, ami az összes lakás 17%-a. Bizonyos belső kerületekben ez a szám rendkívül magas: V. kerület: 38%, VI. és VII. kerület: 32% és 28%, IX. kerület: 28%, I. kerület: 27%, XII. kerület: 25%. Ezek többsége rövid távú turisztikai célú ingatlan, iroda vagy rendelő. Az Airbnb-jelenség súlyosbítja a

lakhatási válságot: a belvárosban olyan lakástípusok tűntek el a piacról, amelyeket munkavállalók, fiatal családok és diákok keresnének. Az albérleti díjak az utóbbi időszakban átlagosan 40%-kal nőttek, és a jövedelmek 50-60%-át is elérhetik. 2024-ben minden kerületcsoportban további emelkedés volt megfigyelhető.

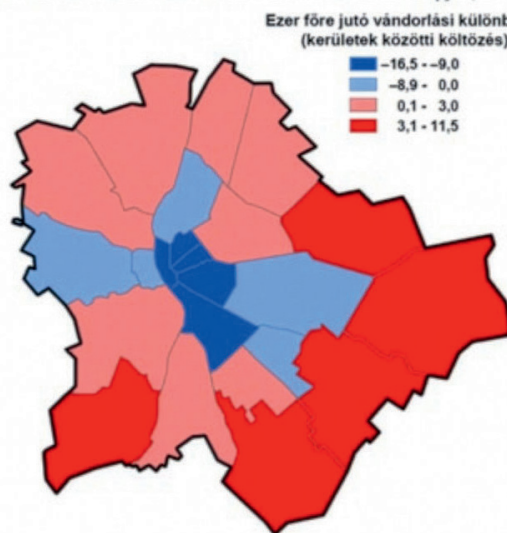
A rövid távú turizmus szerkezeti hatásai

2023-ban 32%-kal nőtt a magán- és egyéb szálláshelyek száma Budapesten. A fővárosban mintegy 8200 szolgáltató, 26 ezer szoba, összesen 58 ezer férőhely működik Airbnb-típusú rendszerben – ami már meghaladja a szállodai kapacitást. A vendégjiszakák háromnegyedét a V., VI., VII. és VIII. kerület adja. Ezekben a városrészekben a

Megnevezés	Települések száma	Lakónépesség, fő	A központ lakónépessége, fő
Agglomerációk			
Budapesti agglomeráció	81	2 596 842	1 685 209
Északi szektor	10	142 384	–
Keleti szektor	11	149 183	–
Délkeleti szektor	9	114 396	–
Déli szektor	15	245 974	–
Nyugati szektor	12	105 902	–
Északnyugati szektor	23	153 794	–



Vándorlási különbszet a kerületek közötti költözések alapján, 2001–2011



lakhatási funkció visszaszorult, a közterületek használata pedig a turizmus igényeihez igazodott.

Közlekedési és infrastrukturális következmények

A kiköltözésből eredő ingázás hatalmas terhet ró a városra. A vasútfejlesztések – a Hatvan, Pusztaszabolcs, Székesfehérvár, Esztergom vonalak korszerűsítése – már érzékelhető javulást hoztak, ahogy a vármegye- és országbérlet is. A Covid idején megjelent a taktikai urbanizmus: kerékpársávok létesítése, pollerrel védett sávok, szélesebb gyalogosfelületek, egyszerűsített városi működés. E folyamatok egy része tartósan velünk maradt, csökkentve a napi utazási igényeket.

A klímaváltozás szintén új infrastrukturális kockázatokat jelent: az árvizek, hő-

hullámok és villámáradások mostanra a budapesti térségben is rendszeresek.

Szabályozási és lakáspolitikai válaszok

Intézkedések a város élhetőségének javítása és a lakhatási krízis enyhítése érdekében:

- *Airbnb-korlátozás*: 2025. január 1-től 2026. december 31-ig nem vehető nyilvántartásba új Airbnb-típusú szálláshely a fővárosban. A 2025-ig beadott kérelmek még elbírálhatók.

- *Albérleti támogatás*: 2025-től a munkáltató 150 000 Ft/hó összegig adómentesen támogathatja a lakhatási kiadásokat a 35 év alatti fiatalok számára.

- *Kerületi intézkedések*: A VI. és VII. kerületben folyamatos programok futnak a turizmus által terhelt területek forgalomcsillapítására és az Airbnb korlátozására.

Következtetések

A budapesti várostérség átalakulása összetett folyamat:

- a kiköltözések növelik az ingázást és növelik a várost,
- a belváros kiürülése az Airbnb-hez köthető,
- a lakhatási válság egyre súlyosbodik,
- a közlekedési és környezeti terhelés nő,
- a szabályozási válaszok most kezdenek hatni.

A fejlesztések – különösen a vasútfejlesztés, az Airbnb korlátozása és az új lakhatási támogatások – esélyt adnak egy élhetőbb, kiegyensúlyozottabb városszerkezet kialakítására. Budapest számára a következő évek tétje az, hogy meg tudja-e őrizni lakosságát, és képes lesz-e olyan lakhatási és közlekedési környezetet teremteni, amely mérsékli az elterülést és újra lakhatóvá teszi a belső kerületeket.

■ Új utak az akusztikai és rezgéstani kutatásokban és fejlesztésekben

Rezgések és hangok



Az NVH Hungary 2025 konferencia résztvevői

A rezgések és hangok kölcsönhatása régóta ismert, kutatott és a gyakorlatban is alkalmazott jelenség. A „hagyományos” akusztikai konferenciákon változó arányban, de rendszeresen megjelenik mindkét szakterület. A hazai konferenciakínálatban azonban sokáig nem volt olyan rendezvény, ahol a két terület összefüggéseit, elméleti és gyakorlati aspektusait együtt elemezheték volna a szakértők. Ezt felismerve – és reflektálva az autóiipari gyakorlatban jól ismert NVH (noise vibration and harshness) fogalomkörre – lelkes, fiatal szakemberek egy csoportja immár második alkalommal rendezett meg egy konferenciát.

Augusztinovicz Fülöp
professor emeritus, BME

Céljuk olyan nemzetközi fórum létrehozása volt, amelyen egységben jelenik meg ez a két terület, és az akadémiai és ipari környezetben dolgozó szakemberek intenzív információcseréjére is lehetőség nyílik. Az együttműködésre utalt az a tény is, hogy a konferencia két társelnöke személyében is képviseli a két szakterületet: Stépán Gábor akadémikus, a BME Műszaki Mechanikai Tanszékének korábbi tanszékvezetője a rezgés tanterv kiemelkedő tudósa, e sorok írója, Augusztinovicz Fülöp pedig az akusztika professor emeritusa, a BME Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszékén 1998-ban létrehozott Rezgésakusztikai Laboratórium alapítója. Összefoglalónkban utalunk a konferencia létrejöttének körülményeire, továbbá az előadások és cikkek fényében kísérletet teszünk a két szakterület fejlődése

fő irányainak bemutatására. (A konferencia teljes programja és egyéb információk az nvhh.hu honlapon érhető el.)

A rendezés körülményei

Az immár második alkalommal megtartott NVHH konferencia sok tekintetben eltért a szokásos rendezvényektől. Bár támogatói között a MMK Akusztikai Tagozata és két egyetem (BME és SZIE) is szerepel, a szakmai szervezés oroszlánrészét a fiatal, lelkes szakemberekből álló, kvázi önkéntes csapat végezte: Bank Balázs, Dombóvári Zoltán, Fucker Bertalan, Gazdag Zoltán, Horváth Csaba, Kimpián Tibor és Vehovszky Balázs. A tradicionális konferenciarendezéstől eltérően nem egyetlen tudományos egyesület vagy intézet keretei között ténykedtek, bár szponzorok segítségét igénybe vehették. Bátorságukra és eredményességükre mi sem világít rá jobban, mint hogy a

főként autóiipari témákat taglaló konferencia az iparág jelenlegi nehéz helyzete ellenére a két évvel ezelőtti NVHH konferenciához képest jelentősen fejlődött. Idén a 14 országból érkezett résztvevők száma 12%-kal nőtt; az előadások száma közel megduplázódott és a program 2 napos helyett 3 napos lett. Némileg bővült az előadások témaköre is: a továbbra is túlsúlyban levő autó- és gépipari témák mellett megjelent a hangreprodukció és -minőség, a gépi tanulás (MI) és a nemlineáris szerkezetek és folyamatok elemzése is. A résztvevők egy jól szerkesztett, kitalakú kiadvány mellett elektronikus formában is megkapták a konferencia anyagát: 37 tudományos cikket és 35 esettanulmányt. Külön említést érdemel, hogy a 2023-as konferencia tudományos cikkeinek egy része Scopus hozzáféréssel is rendelkezik (<https://iopscience.iop.org/issue/1742-6596/Physics/2677/1>), és

a tudományos cikkek szerzői számára, akiknek fontos az adatbázisban történő megjelenés, ez a lehetőség 2025-ben is rendelkezésre áll. A szervezők számára kiemelt jelentőségű a fiatal tehetséges kutatók, mérnökök támogatása, így idén 12 tudományos publikáció szerzője részesült NVHH pályázati támogatásban, amely ingyenes részvételt, valamint utazási és szállástámogatást tartalmazott. A szervezés minden tekintetben professzionális kereteit a Diamond Congress Kft. biztosította.

Felkért plenáris előadások

A megnyitó plenáris előadást prof. Stépán Gábor tartotta „Rezgések – Hogyan lettek csataterre a k+f-ben?” címmel. Az előadás az érintett, rezgésekkel kapcsolatos projekteken keresztül nyújtott történeti áttekintést az elmúlt öt évtized folyamatairól. Amint a szerző önmaga írta: előadása egy szubjektív beszámoló a k+f közösséghez való visszatérés odisszejáról. A szakmai tartalom mellett a ma már bemutatható, történelmi-politikai aspektusokat is részletesen tárgyalta, amelyek meghatározták a korszak ipari fejlődésének, az innovációnak a lehetőségeit és korlátait.

Az előadást akusztikus téma követte: Prof. Klaus Genuit, a binaurális (a kétfüles emberi hallást szimuláló) mérés technika kidolgozója és a német HEAD Acoustics GmbH alapítója előadása, melynek címe: „Hangkarakter, hangminőség, hangtervezés és hangkörnyezet – a jelen és a jövő fontos akusztikai aspektusai”. Jó ideje látjuk már azt a folyamatot, hogy a zajok további csökkentése helyett az egyes ipari termékek és összetett rendszerek hangjának optimalizálására, komfortosabbá tételére is növekvő igény mutatkozik. Ennek során egyre fontosabb szerepet kapnak a szubjektív, pszichoakusztikai tesztek és vizsgálatok és az ezekhez szükséges összetett akusztikai eszközök fejlesztései, melyet az előadó számos képpel és hangpéldával szemléltetett.

A plenáris előadások sorát Håvard Vold, a móduselemzés egyik nagy öregjének „NVH, egy idős alkalmazott matematikus sétája az emlékek ösvényén” című előadása folytatta a konferencia második napján. Vold a múlt század hetvenes és nyolcvanas éveiben egyike volt azon néhány, a Cincinnati Egyetemen és a Structural Dynamics Research Corporationnál (valamint később a Leuveni Katolikus Egyetemen) dolgozó



Prof. Stépán Gábor: „Rezgések – Hogyan lettek csataterre a k+f-ben?”



Prof. Klaus Genuit: „Hangkarakter, hangminőség, hangtervezés és hangkörnyezet – a jelen és a jövő fontos akusztikai aspektusai”



Håvard Vold: „NVH, egy idős alkalmazott matematikus sétája az emlékek ösvényén”



Xavier Beudaert: „Aktív rezgő rendszerek alkalmazása gyártórendszerekben a rezgések csökkentésére”

kiemelkedő tudósnak és mérnöknek, akik kidolgozták a digitális Fourier-transzformáción alapuló móduselemzési módszereket. Előadásának egyik csúcspontja volt az akkor új technika első alkalmazása a NASA Enterprise nevű űrrrepülőgépén 1978-ban.

Nagyon korszerű, előremutató témát tárgyalt Xavier Beudaert, az IDEKO spanyol gépipari kutatóintézet osztályvezetője „Aktív rezgő rendszerek alkalmazása gyártórendszerekben a rezgések csökkentésére” című előadásában. Kutatásai fő célja az anyagmegmunkáló gépek működése közben elkerülhetetlenül fellépő, káros rezgések csökkentése aktív eszközök segítségével, melyre számos elméleti megközelítést és igen meggyőző gyakorlati példákat mutatott be.

Benyújtott előadások

A konferencia egyik alapvető koncepciójának – nevezetesen az akadémiai kutatások és az ipari innovációk közötti kapcsolatok bemutatásának – megfelelően a prezentációkat két csoportra: tudományos előadásokra és esettanulmányokra osztották, mindkét esetben ügyelve az autóiparban nem ritka bizalmas információk megfelelő kezelésére (egy speciális logó alkalmazására azokon az oldalakon, melyek másolása vagy felhasználása ipari érdekeket sértene).

A konferencia egyik új területe volt a hangvisszaadás és audio-jelfeldolgozás szekciója. A jelfeldolgozó eszközök fejlődése számos új alkalmazást tesz lehetővé; erről hallottunk pl. autókba épített hangrendszer minőségének javításával, a Puskás Aréna hangosításával, gépkocsi ajtók minőségvizsgálatával és egyéb elemzésekkel kapcsolatos beszámolókat.

A kísérleti móduselemzés mára standard vizsgálati módszerré vált és számos elemző rendszer áll a fejlesztők rendelkezésére. A konferencián ezért elsősorban az alkalmazási területek bővítésére és finomítására láttunk példákat.

A konferencia második napjának újdonsága a gépi tanulással és a mesterséges intelligencián alapuló módszerekkel foglalkozó hat előadás volt. Szóba került pl. a fizikai vizsgálatok MI-alapú szervezése, elektronikus elemek nemlinearitásainak felismerése és az elektromos autózás akusztikai preferenciáinak vizsgálata is.

A fentivel párhuzamos szekció foglalkozott a numerikus technikákkal. Bár a klaszikus módszerek (végeselem-, perem-



Pillanatkép egy neves kiállító standja előtt

elemmódszer) mára a mérnöki rutin részévé váltak, adottak az elemző szoftverek és azok alkalmazása az egyetemi oktatás részét képezi, az NVHH numerikus szekciójában ennek ellenére a módszerek figyelemre méltó kiterjesztését ismerhettük meg olyan területeken, mint pl. egy úrrakétában alkalmazott hővédő elem akusztikus hullámok okozta terhelésének, mozgó források által lesugárzott hang jellemzőinek, egy belső égésű motor szelepszárása kapcsán fellépő rezgéseknek vagy hiperelasztikus elemeknek a vizsgálata.

A szervezők bölcs döntése alapján a második nap délutánján párhuzamosan három, meglehetősen eltérő témakör került a programba. A kísérleti rezgés- és akusztikai módszerek szekciója érthető módon számos, igen különböző alkalmazással foglalkozott, míg a szerszámgép rezgések szekciója elsősorban a forgácsolási technológiák témakörét tárgyalta. A harmadik, ezekkel egy időben futó szekció a nemlineáris szerkezetek, folyamatok és módszerek részleteivel foglalkozott.

A harmadik napon négy rövidebb szekcióban a jármű és hajtáslánc NVH aspektusát, forgógépek zaját és rezgését, az alkalmazott részegységekre bontás [substructuring] és a dinamikus rendszerek stabilitását és vezérlését tárgyaló előadások hangzottak el.

Sokunk véleménye szerint a konferenciák gyakran leghasznosabb részei az előadótermeken kívüli helyeken, pl. a kiállítók között és a szociális eseményeken folytatott beszélgetések és viták. Az NVHH2025 esetében ezekre – a szekciók közötti szünetek mellett – egy nagyon kellemes balatoni hajókázás és egy gálavacsora keretében volt alkalmunk. Külföldi vendégeinket, de a ha-

A „Best Industrial Case-study Award” átadása a záróceremónián – a díjazottak és a szervezőbizottság



NVHH jam session



zai résztvevőket is elbűvölte, hogy a hajófedélzetről egyszerre lehetett megcsodálni az aranyhidat és a közben felkelt Hold alkotta ezüsthidat. A gálavacsora csúcspontja pedig kétségtelenül az volt, amikor a szervezőbizottság tagjai, majd később több konferencia-résztvevő is a színpadra pattant és – ha már egyszer akusztika a konferencia egyik fő témája – egy valódi jam session keretében csillogtatta meg zenei képességeit.

Amint igen tömör összefoglalónkból is kiviláglik, a rendezvény témaköre számos területet ölelt fel és a résztvevők sok, különféle nézőpontból elemezték a vizsgált rendszereket és jelenségeket. A szerteágazó tematika miatt így nem könnyű általános következtetéseket levonni az érintett szakterületek jövőben várható fejlődéséről. Annyi talán mégis elmondható, hogy az örökzöld dilemma: mérés vagy szimuláció? – kérdése továbbra sem látszik eldőlni, továbbra is egyre nagyobb igény mutatkozik mindkét terület kutatására és alkalmazására. A kísérleti módszerek és eszközök rohamosan fejlődnek, de ugyancsak fejlődnek a szimulációs eljárások is. Egyre többet tudunk megállapítani a rezgések és zajok keletkezésének mechanizmusairól – már ha elegendő idő áll rendelkezésre az elemzéshez az ipari fejlesztés és a gyártás mindig szűkös időkeretei között. A belső égésű motorok helyett elektromos hajtással működő

járművek új akusztikai kihívásokat jelentenek, mert a korábbi, kisszámú domináns zajforrás helyett sok, alacsonyabb zajszintű és sokkal nehezebben azonosítható potenciális zajforrást kell feltárni és megfelelően kezelni. Mindezek a változások egyre szélesebb ismeretekkel rendelkező, nagyon jól képzett mérnökök és technikusok képzését és munkába állítását igénylik, amelyhez az egyetemek és az ipari résztvevők egyre szorosabb együttműködése kulcsfontosságú. Az együttműködés fontosságát igyekeztek a szervezők három díj odaítélésével is kiemelni, ugyanis a legjobb tudományos, a legjobb esettanulmányt bemutató, és a legjobb diák által megtartott előadás is NVH Hungary díjban részesült.

Az NVHH 2025 konferencia egyik fontos eredménye, hogy a témával foglalkozó egyetemi oktatókat és az ipari szakembereket bizonyosan közelebb hozta egymáshoz, és így nagyobb az esélye, hogy a kialakuló együttműködések további problémák megoldásához fognak hozzájárulni. Bár az idei konferenciaszervezés előjelei a hazai és az európai ipar nehézségei következtében nem voltak túlzottan kedvezőek, a kétségtelen siker alapján joggal remélhetjük, hogy a 2027-ben újra megszervezni szándékozott NVH Hungary még eredményesebb lesz, amihez a szervezésben résztvevő kollégáknak sok sikert kívánunk.

■ Milyen színű a valószínű? – Beszélgetés Keszthelyi Gabriella matematikussal

Gondolkodni jó!

A véletlen különös jelenség: egyszerre csábít és megzavar, örömforrás is lehet, de félreértések egész sorát is magával hozhatja. A modern, néha túl gyorsan változó világban a biztosra vágyunk, a valószínűségszámítás a hétköznapiak egyik rejtett kulisszájává vált. Döntéseink jelentős részét – akár tudjuk, akár nem – esélyek, kockázatok, mintázatok alakítják. Ritkán gondolunk bele, de az, hogy átsétálunk-e a zebrán pirosban, feladunk-e egy lottószelvényt, megbízunk-e egy időjárás-előrejelzésben vagy éppen elfogadunk-e egy gyógyszert, mind-mind valószínűségek mentén formálódik.



Rozsnyai Gábor

Keszthelyi Gabriella PhD matematikus, a BME Sztochasztika Tanszék adjunktusa ezeknek a jelenségeknek a mélyére ás. Kutatásaiban eredetileg dinamikai rendszerekkel és káoszelmélettel foglalkozott, ám az utóbbi években egyre inkább az foglalkoztatja, hogyan érzékelik, értik – vagy éppen értik félre – az emberek a valószínűségeket. A szélesebb közönség a *Milyen színű a valószínű?* A véletlen matematikája című, meglepetésszerű és jelentős sikert arató könyve révén ismerte meg, amely közérthetően és játékosan mutatja be a véletlen szerepét az életünkben. Interjúnkban arról beszélgettünk, miért olyan nehéz racionálisan viszonyulni a véletlenhez, és hogy a mesterséges intelligencia korában miért válik egyre fontosabbá, hogy ne felejtünk el gondolkodni.

– Ön is említi a könyvében, hogy minden héten megveszünk több millió lottószelvényt, holott annak az esélye, hogy telitalálatunk lesz, az kb. 1:43 millióhoz. Mi a viszonyunk a véletlenhez vagy a valószínűséghez? – Az emberek egyszerűen csak szeretnek játszani; a saját anyámat sem tudom lebeszélni arról, hogy lottózzon. Az emberek nem érzékelik, hogy mennyire kicsi esélyük van nyerni. És igen, mivel sokan játszanak, időről időre nyer valaki; a lottó és igazából bármilyen szerencsejáték úgy van beárazva, hogy a kifizetett nyereménynél a bevétel sokkal, de sokkal több legyen. Ők terveznek azzal, hogy időközönként nyer valaki, de a játékos szempontjából nagyon kicsi az esélye, hogy éppen ő legyen a szerencsés. Tehát időről időre valaki elviszi a főnyereményt, de annak viszont nagyon-nagyon kicsi az esélye, hogy én leszek az a valaki. És ez az, amit így nem szoktak átlátni, vagy talán nem is akarják. Engem tény-



leg az érdekel – és ez az igazán izgalmas –, hogy bizonyos események valószínűséget miért nem tudjuk jobban felmérni.

– Mi akadályozza az embereket a valószínűség megértésében és megfelelő felmérésében?

– Szerintem ez nagyon mélyen bennünk gyökerező, a személyiségünkkel és temperamentumunkkal is összefüggő kérdés, vannak kockázatkereső és kockázatkerülő emberek, és ez még akár helyzetenként is változhat. Én például nem bírok várni, egyszerűen ideges leszek, amíg a zebra-nál ácsorognom kell, sok bennem az adrenalin, gyorsan akarok haladni és tipikusan alábecsülöm a közúti baleset valószínűségét. Én vagyok az, aki a pirosra is átfut, de vannak olyanok is, akik a zöldön is csak óvatosan mernek átmenni. A tapasztalat is nagyon erőteljesen befolyásolhatja, hogy hogyan érzékelem a környezetemet. Van, aki balesetet szenved és utána nem mer egyedül közlekedni, fél, hogy valami baj éri, ugyanakkor van, aki mondjuk deszkázik, pár havonta eltöri valamijét, mégsem válik kockázatkerülővé. Tehát tulajdonképpen a valóságérzékelésünk nagyon változatos, és a legtöbb szituációban nem állunk neki számolni, és nyilvánvalóan nem csak logikus döntéseket fogunk hozni.

– De hát nem is tudnánk mindent kiszámolni!

– Nem, és nem is kell.

– Miként befolyásolja az ön gondolkodásmódját, hétköznapi viselkedését, a cselekedeteit az, hogy behatóan foglalkozik a valószínűségekkel?

– Nagyon intuitív és érzékeny ember vagyok, ami számomra világos. Sokszor teljesen érzelmi alapon hozom meg a döntéseimet. Ennek megvannak az előnyei, és természetesen a hátrulói is, de ez is egyértelmű számomra. Azt gondolom, hogy egy jól működő intuíciónak azért funkcionál megfelelően, mert jól vannak benne a valószínűségek helyrerakva. Sokak által ismert az a kísérlet, amely során gyerekekkel egyszerű kártyajátékot játszottak, állandó szabályokkal, de valójában szinte lehetetlen volt nyerniük, ám ezt nem mondták meg nekik.

– Tehát eleve vesztesre voltak ítélve?

– Vesztesre voltak ítélve, igen. Ám miközben játszottak, egy idő után rájöttek, hogy

ez egyszerűen nem egy nyerő játék, és módosult a hozzáállásuk. A tapasztalatok alapján mi is így hangoljuk a cselekedeteinket, beépítjük a tapasztalást. Minél intelligensebb valaki ilyen téren, annál hamarabb felismeri az ismétlődő mintázatokat.

– Akkor most ott tartunk, hogy bizonyosfajta bölcsességet építünk fel magunkban, és minél több dolgot megélünk, annál tapasztaltabbak vagyunk, szóval mégiscsak az öregeknek van igazuk. Így viszont eljutunk egy olyan szintre, amikor már talán túl óvatosak vagyunk. Inkább térjünk vissza a diákokhoz! Ők hogyan viselkednek?

– Egyébként a sok tapasztalat sem feltétlenül jó, nem minden tapasztalat viszi meg megfelelő irányba a gondolkodásunkat, sőt. Azt figyeltem meg, hogy amilyen dinamikusan törelőre az AI, úgy kezdenek leszokni az emberek a gondolkodásról. A diákoknál gyakori, hogy mondjuk elakadnak egy feladattal, akkor megkérdezik a mesterséges intelligenciát, merre van a kijárat a labirintusból. Ez lehet hasznos, ha már tényleg rengeteget gondolkodtunk a feladaton és teljesen reménytelenül ítéljük, hogy magunktól rájövünk. De tipikusan ennél a pontnál sokkal hamarabb nyúlnak az AI-hoz, ami nem egy jó tendencia, mert végső soron ez azt jelenti, hogy kevesebbet gondolkodnak.

– De ennek a másik aspektusa, hogy ha kilépek az egyetemről vagy az egyetem keretei közül, és csak a valószínűségszámítást nézem, ráadásul segítségül hívom az AI-t, akkor az fel tudja turbóznai akár a pénzügyi előrejelzéseket, vagy minden más olyan területen tud segíteni, ahol a valószínűségszámításnak szerepe van.

– Az AI annyira gyorsan fejlődik, hogy nem tudok teljesen kurrens információt mondani erről, de már most túlságosan nagy szerepe van számos területen.

– Ha tisztában vagyok a valószínűségszámítás alapszabályaival, akkor fel tudom használni mondjuk az üzleti döntéshozatalban?

– Persze. Tudunk olyan játékokat kreálni, hogy ha olyasvalakivel játszom, aki nem látja át a valószínűségszámítási axiómákat, akkor én egyértelműen nyerő helyzetbe kerülök, ez nevezzük dutch booknak („holland

szisztéma”). Például tegyük fel, hogy Géza csak 90% valószínűséggel biztos abban, hogy $2+2=4$, akkor ajánlhatunk neki olyan játékot, amely az ő szempontjából fairnek tűnik, mégis biztosan veszíteni fog. Adunk neki 900 Ft-ot, és beletesszünk két golyót egy dobozba, aztán még kettőt. Ha a dobozban 4 golyó van, akkor fizet nekünk egy ezrest, ha 4-től különböző, akkor nem kell fizetnie. Ez az ő szempontjából egy fair játék, de nyilvánvalóan mi fogjuk megkopsztani őt.

– És ha például én tőzsdézek, tudok készíteni például egy stratégiát vagy egy grafikont, amely meghatározza az eladás/vétel ideális időpontját? Ez működhet?

– A pénzügyi matematika pontosan ezzel foglalkozik, ami nagyon mélyen a valószínűségszámításban gyökerezik. De a valóság ennél összetettebb: még egy matematikus sem gazdagodott meg ilyen módon, tehát nem lehet univerzálisan kijelenteni, hogy ez a megoldás. A tőzsdei tranzakciónál különösen nagy fontossága van az információnak: elég egy meggondolatlan nyilatkozat, és máris kialakul egy gyors bizalomvesztés az adott céggel kapcsolatban, vagy az egyik exportpiacuk egy katonai puccs miatt összeomlik és sorolhatnám. Ezeket nem lehet előre jelezni, mert nincs róla – nem is lehet – előzetes információ. A tőzsdei mozgások jó része az információon múlik, ami többnyire nem áll rendelkezésünkre vagy nem teljes egészében. És ami a legnagyobb probléma szokott lenni, hogy sokszor azt sem tudjuk, hogy mennyi és milyen információ hiányzik.

– Még húsz másik dolgot is kellett volna tudni, amelyek a háttérben mozgatták a szálakat. Ugyanakkor ön is említi valahol a román matematikust, aki dagadtra nyerte magát. Ez hogyan is történt?

– Stefan Mandel román származású matematikus-közgazdász az, aki a XX. század második felében vált híressé azzal, hogy egy saját maga által kidolgozott rendszerrel többször is nyert a lottón. A hatvanas években még Romániában élt, ahol számításai alapján először szerzett kisebb lottónyereményt. Mandel később Ausztráliába emigrált, ott pedig tovább finomította módszerét, amely alapvetően a kombinatorika elveire épült. Úgynevezett „kombinatorikus tömörítést” alkalmaz-

zott: kiválasztott egy kisebb számhalmazt, amelyből minden releváns kombinációt előállított, így a teljes kombinációs tér egy részét nagy hatékonysággal fedte le, és az összes lehetséges kombinációnál sokkalta kevesebb szelvényt kellett megvásárolnia. Illetve volt olyan eset, ahol szindikátust alapított és az összes szelvényt felvásárolta, mert a nyeresmény magasabb volt, mint az összes szelvény együttes ára. Összesen 14 alkalommal nyert lottófőnyereményt különböző országokban. Sikere azonban felkeltette a hatóságok és a lottótársaságok figyelmét is. Több országban módosították a szabályokat, hogy ellehetetlenítsék a tömeges, automatizált jegyvásárlást, illetve a kombinációk ilyen jellegű lefedését. A története legendává vált: egy ritka példája annak, amikor matematikai gondolkodással, szervezéssel és tökeössze fogással valaki ténylegesen képes volt szisztematikus előnyhöz jutni egy alapvetően véletlenszerű játékban.

– **Mennyi például annak a valószínűsége, hogy egy dobókockával hatost dobunk? Ön azt írja, hogy „Egyhatod, ha szabályos a kocka. Egyrészt amiatt, mert hat egyforma oldala van, és mindegyikre egyforma valószínűséggel esik. Másrészt tekinthetünk rá úgy is, hogy egy hosszú dobássorozatnak körülbelül egyhatod része lesz hatos. Ez két fundamentálisan különböző szemléletmód, amit nagyon sokáig nem tudtak összeegyeztetni.” De számomra ez a két megfogalmazás ugyanazt jelenti. Mi a különbség?**

– Azok a legegyszerűbb esetek, amikor van valami szabályos test, egy kocka, vagy egy pénzérme, vagy bármi, akkor rögtön ki lehet jelenteni, hogy szabályos, ennyi oldala van, akkor a valószínűség az egy/az oldalak száma. De ha valami szabálytalan dologról van szó, tehát teszem azt, mondjuk, van egy kockám, ami meg van cinkelve, ami annyit jelent, hogy nem homogén benne a súlyeloszlás. De nem tudjuk pontosan. Mit tehetünk? Elkezdjük a kockát dobni, nagyon-nagyon sokszor, és megnézzük, hogy kb. milyen arányban jönnek ki különböző oldalak.

– **De mit jelent az, hogy nagyon sok?**
– Igen, az a baj ezzel a szemlélettel, hogy valójában egy végtelen hosszú sorozatot kellene görcső alá venni. Ám nem tudunk

végtelen hosszú kísérleteket elvégezni, és tovább bonyolódik a helyzet, amikor nem egy ilyen konkrét tárgyról van szó, hanem egy olyan eseményt vizsgálunk, mint egy természeti jelenség, pl. egy földrengés. A gyakoriságfogalom itt már nem lesz elég-séges. Lehet vele szemléltetni dolgokat, de nem lehet axiomatizálni, vagyis nem lehet úgy megcsinálni, hogy egy komoly matematika épüljön rá.

– **Hol tudjuk még használni a valószínűségszámítást?**

– AI, neurális hálók, kvantumfizika – ezeknél mind kiemelkedő szerepe van a valószínűségszámításnak, és az összes gyógyszer-kísérlet, illetve minden olyan fejlesztés esetében, ahol a statisztikai tesztek szerepet kapnak. Tegyük fel, hogy egy vérnyomáscsökkentő gyógyszert fejlesztünk ki. Ha készen vagyunk, le kell tesztelni, hogy működik-e, de nem tesztelhetünk százezer emberen, mint ahogyan három emberen sem. Meg kell határoznunk, hogy mennyi az optimális mintaelemszám, amiből már lehet valamilyen következtetést levonni.

– **Ebben az optimalizálásban segít a valószínűségszámítási modell, hogy hiteles eredményt kapjunk?**

– Ez nem optimalizálás, ez hipotézisvizsgálat. Azt tesszük fel, hogy nincs hatás, hogy nem működik a gyógyszer és aztán azt nézzük, meg hogy mennyi a valószínűsége, hogy a kapott adatainkat (tehát, hogy az alanyoknak lement a vérnyomása, miután beszédtek a gyógyszert) csupán a véletlen okozta. Itt nagyon fontos, hogy nagy minta legyen, mert minél kisebb a minta, annál több bajt okozhat a véletlen.

– **Meglepte a „Milyen színű a valószínű?” kötet sikere?**

– Meg vagyok döbbenve és nagyon inspirál, hogy ennyire jó fogadtatása van egy matekos könyvnek. Ez egy csoda. Fel voltam lelkiileg készülve rá, hogy öt példány fog elfogyni, amit a barátaim, a családom fognak megvenni. De azzal szembesültem, van az emberekben arra igény, hogy ilyesfajta tartalmat fogyasszanak és ez nagy örömmel tölt el.

– **Önt a hallgatói is szeretik...**

– Eléggé megosztó személyiség vagyok, de az évek során az tűnt fel, hogy sok diákom vevő a keresetlenségemre. Azt hiszem, az

az erősségem, hogy szeretem az anyag nagy részét, amit tanítok és valahogy meg tudom látni, hol vannak a nehéz pontok, hol akadnak el az emberek, és ezekre a visszajelzésekre reagálva tudom úgy prezentálni a témát, hogy az emészthető legyen. A tanítás egyébként is a szívügyem. Amikor előadást tartok, a kérdések azért is érdekelnek, mert abból lesz nyilvánvaló, hogy kinek mi ment át.

– **Jellemzően mi nem megy át?**

– Mindig nagyon meg tudok lepődni, hogy ki hol akad el, ez nagyon változatos.

– **Tehetsége válogatja?**

– Nem! Sok olyan diák van, aki átlagos értelmű, de szerintem ők a legfontosabbak, nekik van leginkább szükségük a tanításra. Ugyanis a legjobbak elvannak tanár és tanóra nélkül is, megtanulják önállóan az anyagot, a leggyengébbek általában lemorzsolódnak, de egy közepes képességű diákból lehet kitűnő szakember, ha jól tanítják és szorgalmas. Azonban sajnos a tradicionális magyar oktatás ezt a réteget teljesen elhanyagolja.

– **A BME a magyar műszaki felsőoktatás zászlóshajója, de gyakran éri a vád, hogy nem elég gyakorlatorientált.**

– Eggyel visszább lépnék. Nem azt mondom, hogy minden egyes dolognak, amit tanítanak a középiskolában, konkrétan látni kellene a hasznosulását, de a jelenleginél sokkal jobb arányra lenne szükség. Ennek sokkal-sokkal több esetben kellene megtörténnie. Nem úgy tanuljuk a dolgokat, hogy azok tényleg használhatóak legyenek a későbbiekben. Talán a kamatos kamat a legjobb példa; kíváncsi vagyok, hányan tudnak ténylegesen kamatos kamatot számolni, pedig középiskolai anyag, és szinte mindenkinek van hitele. A valószínűségről szóló könyvemet már 15-16 éves kortól kezdődően javasolom olvasni, mert addigra meg van hozzá az az alaptudás, amire építve hozzá tudok járulni a téma tényleges megértéséhez és befogadásához.

– **Mit üzen a jövő mérnökeinek?**

– Az emberi mivoltunknak nagyon fontos része, hogy tudunk absztrakt módon gondolkodni. Ezt a képességet nem elveszíteni kellene, hanem inkább fejleszteni. Azt üzenem a leendő mérnököknek, hogy ne felejtsek el gondolkodni!



Bakos László
1938–2025

1957-ben érettségizett Debrecenben, a magasépítőipari technikumban, majd az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Építésmérnöki Karán szerzett okleveles építésmérnöki diplomát 1962-ben. Az egyetem elvégzése után Nyíregyházán kezdett el dolgozni a Megyei Tanácsi Tervező Irodában, majd Miskolcon statikus tervezőként és műteremvezetőként. Elsősorban statikai feladatokat végzett itt. 1977-ben került Veszprémbe az akkori Veszprém Megyei Állami Építőipari Vállalathoz, ahol a statikus tervezői feladatok mellett nagyobb részben paneles technológiával összefüggő gyártmány- és kisebb részben technológiai tervezése és irányítása volt a feladata. A paneles gyártmánytervezés területén több olyan megoldást vezetett be, melyek saját újításai voltak és országos tekintetben is újításnak számítottak. Ilyen volt pl. a mindkét irányban változó osztásközű hegesztett háló a fődémpanelhez.

A VÁÉV megszűnése után kisebb építőipari szervezeteknél dolgozott statikus tervezőként, majd 1990-től kisvállalkozói kerek között a volt VÁÉV-es kollégákkal dolgozott. 1987-től végzett szakértői tevékenységet is a szerkezettervezés területén elsősorban önkormányzatoknak.

A Veszprém Megyei Kamarának alakulása óta tagja, aktív résztvevője, a Tartószervezeti Szakcsoportnak oszlopos tagja volt. 2013-óta volt örökös tagunk. Hiányozni fog kedves, közvetlen egyénisége, hihetetlen munkabírása, energiája. Szellemi hagyatékának fontos részei a paneles gyártmánytervek, amelyek gondozása kamarai feladat lesz.



Dr. Buttinger Antal
1942–2025

Dr. Buttinger Antal 1942. július 24-én született Kolozsváron, vallásos, polgári, német származású családban. Édesapja, dr. Buttinger Antal Kolozs vármegye főügyésze volt. A második világháború mély nyomokat hagyott benne: kisgyermekként élte át a háború borzalmait és a menekülés viszontagságait, amikor családjával a front elől Németországba, a Bodeni-tó partjára menekültek. Ezek az első emlékek – a félelem, az idegenség, a család összetartása – egész életét végigkísérték.

A hazatérés sem volt könnyű: a román megtorlástól tartva Magyarországon telepedtek le. Gyermekkorában szoros, bensőséges kapcsolat fűzte nővéréhez – egymás támaszai voltak a nehéz időkben. Vallásos neveltetést kapott, hite már kisgyermekkorától mély és meghatározó volt, s egész életében keresztény

szellemiségben gondolkodott és cselekedett, az egyházhoz való tartozás számára belső irányítónak működött.

Középiskolai tanulmányait a kecskeméti Katona József Gimnáziumban végezte kitűnő eredménnyel, de politikai okokból nem folytathatta rögtön felsőfokú tanulmányait. Édesapját az 1956-os forradalomban betöltött szerepe miatt börtönbüntetésre ítélték, a család nehéz anyagi helyzetbe került. Antal ipari tanulóként dolgozott, hogy később a Budapesti Műszaki Egyetemre felvételt nyerhessen. 1968-ban diplomázott gépésmérnöként.

Égész életét a munka, az alkotás, a közösségi szolgálat és a család iránti szeretet határozta meg. Kiemelkedő szakemberként jelentős vízkezelési találmányokat jegyzett, amelyek még ma is használatban vannak. Később a városi közműrendszerek fejlesztésében és a csatornázási programok előkészítésében játszott kulcsszerepet Érden, valamint több más hazai és nemzetközi projektben is.

1972-ben kötött házasságot Pataki Juliannával, akivel több mint ötven évig éltek szeretetben, kitartásban, jóban-rosszban egymás mellett. Két fiuk született: Gergely és Dániel, akiket nagy szeretetben, gondoskodással, támogatással nevelt. Jó szülő, szerető apa volt, mindig a jót kereste másokban is, és készséggel segített a rászorulókon. Szelíd, igazságszerető és megbocsátó természete sokak számára jelentett példát. Emberi kapcsolataiban mindig a bizalomra és az elfogadásra törekedett.

Élete utolsó éveiben is aktív maradt: dolgozott, sportolt, zenélt. Szívesen szerette a zenét – zongorázott, trombitált, zenekarban játszott. A mozgás is fontos része volt életének, amíg egészsége engedte, futott, focizott. Nyugdíjas éveiben sem vesztette el kíváncsiságát, lelki derűjét, hitét.

Dr. Buttinger Antal élete példaértékű: szakmai elkötelezettsége, emberi tartása, segítőkészsége és hite olyan örökség, amelyet családjá, barátai és a közösség is őrizni fognak. Derűs, jószágos, nyitott lélek volt – aki hittel és szeretettel fordult az emberek felé. Olyan ember, akinek élete nemcsak a munkában, hanem a hitben és a szolgálatban is teljes volt.



Fórián Szabó Péter
1947–2025

Középiskolai tanulmányait a budapesti Piarista Gimnáziumban végezte, ahol 1965-ben érettségizett. Egy év katonaságot követően a Budapesti Műszaki Egyetem Építőmérnöki Karán tanult, ahol 1971-ben szerkezettervező mérnöki diplomát szerzett.

Első munkahelye Kecskeméten volt a Bács-Kiskun megyei Építőipari Vállalatnál, ahol kivitelezőként dolgozott két évig. Innen a budapesti székhelyű Mélyéptervhez ment, ahol tervezői munkát végzett. Dolgozott az Építéstudományi Intézet tartószervezeti osztályán, ahol szoros kapcsolatot épített ki az Akusztikai osztállyal, amely később meghatározta a környezet rezgésvédelemmel kapcsolatos tevékenységét, majd onnan 1988-ban került át az Or-

szágos Környezetvédelmi és Természetvédelmi Hivatalba (OKTH), majd a Közlekedéstudományi Intézetbe (KTI). A mai is alkalmazott, és Európában is egyedülálló, környezeti rezgésmérési szabvány (1998 év) megalkotása is az ő nevéhez fűződik.

A rendszerváltás után önálló tervezői és szakértői munkát végzett zaj- és rezgésvédelmi területen. Fő szakterülete a rezgésvédelmi tervezés volt, de a repülési zaj területén is több rendelet alkotásban részt vett. Tartószerkezeti és rezgéstani ismereteinek kombinálása révén úttörő tevékenységet végzett a hazai épületdinamika bevezetésében és művelésében. Ennek kapcsán – egyéb projektek mellett – kiemelendő a Művészetek Palotája rezgésvédelmi tervezése, melynek során kiemelkedő és eredményes szakmai munkát végzett. Nevéhez fűződik a Bátaapátiban lévő atomhulladék-tároló zaj- és rezgésméréseinek elvégzése is. Részt vett Szegeden az új lézerkutató központ (ELI) tervezésében. Úgy az akusztikai mérések, mint az akusztikai tervezés területén kiemelkedő mérnöki munkát végzett. Statikusként az akusztika szakterületen jól ötvözte a tartószerkezeti tudását a zaj- és rezgésvédelmi tudomány elméleti és gyakorlati oldalával. Otthon volt mind a mérések elvégzésében, mind a tervezésben. Tudását a terület szakmérnökképzése is a tőle megszokott igényességgel és magas szakmai színvonalon osztotta meg a következő generációval. Életművével jó példát mutat a felnövekvő, fiatal akusztikus társadalom számára.



Gyulavári Imre
1936–2025

1936-ban született Debrecenben. A BME Építőmérnöki Karán 1964-ben szerzett diplomát. 1964–1975-ig az ÉVM Debreceni Tervező Vállalatnál tervezőmérnök, irányító tervező és irodavezető-helyettes. 1975–1977-ig Budapesten a MÁV Tervező Intézetnél csoportvezető mérnök.

1977-től „szellemi szabadfoglalkozású” tudományos kutató mérnök, feltaláló. 1996-ban megalapította a Gyulavári Consulting Kft. céget, melynek az ügyvezetője volt. Jelentős szabadalma a BMKO® találmány, víztisztítási rendszer, mely számos országban nyert szabadalmat, többek között Japánban és az Egyesült Államokban is. Egy neves japán világcég átvette találmányának licencjogát és több délkelet-ázsiai országban megvalósításra is került a BMKO rendszer.

Huszonkét témában, jelentős találmányaira nyert szabadalmat, nemzetközileg is elismert feltaláló, tudományos kutató volt. Az USA-ban öt találmánya nyert szabadalmat. Találmányai, szabadalmak közül az egyik legsikeresebb a TURBOPAK® immobilis kontakteleme, melyet a Brit Királyi Hadsereg több, mint 100 darab víztisztító konténerébe épített be és használt Irakban és Kuvaitban 2003-tól. Egyik legutóbbi szabadalma, melyre 2016-ban kapott szabadalmi védeltséget, a FLEXIPAK-MIX® kombinált, aerob kontaktelemes szennyvíztisztító rendszer. Megépült és üzemel az egyik hazai konzervgyárban, 200 000 lakosegyenérték nagy-

ságban. Az innovációs, tudományos kutatási tevékenységét a Magyar Innovációs Alapítvány tíz alkalommal értékelte elismerő oklevéllel.

2014-ben megjelent a *Kontaktelemes bioreaktorok* c. szakkönyve magyar, német és angol nyelven. Számos európai és feltalálói világhiálításon volt jelen szabadalmaival. Ezek közül a legjelentősebbek: EURÉKA Brüsszel, aranyérem, és 2014-ben a kunshani (Kína) feltalálói világhiálítás, melyen szintén aranyérmet nyert biológiai szennyvíztisztító rendszerével.

Gyulavári Imréné Ágnes

Szalai Kálmán 1940–2025

Az ötévenyi általános után középiskolai tanulmányait a győri Hild József magasépítőipari technikumban folytatta, ahol 1958-ban érettségizett és kapott technikus oklevelet. Két évig az Észak-dunántúli Tervező Vállalatnál (GYŐRITERV) szerkesztőként dolgozott, majd 1960–1965 között az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem mérnöki karának hallgatója volt. 1965-ben szerkezet-építő (statikus) szakon diplomázott és szerzett okleveles mérnök címet. Tanulmányai befejezése után visszatért a GYŐRITERV-hez és statikus tervezőként dolgozott ott 1995-ig. 1975-ben irányító tervező, 1979-ben szakosztályvezetői címet kapott. Ezután a Szerkezet Kft. alkalmazta, majd 1996 novemberétől nyugdíjasként vállalkozó mérnöki tevékenységet folytatott. Szakmai továbbképzései során 1979-ben kitüntetéses vasbetonépítési szakmérnök oklevelet szerzett a Budapesti Műszaki Egyetemen.

Szakmai pályafutása során elsősorban ipari létesítmények szerkezeti tervezésében jeleskedett. A korai feladatok jelentős része az 1965-ben indult Járműprogram keretében valósult meg. A teljesség igénye nélkül kiemelendő tervezési területként említendő a Rába Magyar Vagon és Gépgyár (MVG) fejlesztése során számos gyártócsarnok szerkezeti terve, a szolnoki MÁV Diesel Bázis átépítendő és új csarnokainak szerkezeti terve, a szentgotthárdi Opel gyártócsarnokainak szerkezeti terve és nem utolsósorban a győri Audi Hungária csarnokainak szerkezeti terve. Utóbbinál külön megemlítendő a még a Rába MVG részére készült 100 ezer m²-es csarnok terve, melynek megépült szerkezetkész állapota – számos egyéb szempont mellett – kedvezően befolyásolta az Audi Győrbe települését.

A mérnöki kamara megalakulása óta kamarai tag volt. A Győr-Ménfőcsanak Megyei Mérnöki Kamara Etikai-Fegyelmi Bizottságának elnöki tisztét nyolc éven át látta el. Munkáját a kamara Örökös Tag oklevél adományozásával ismerte el, 2016-ban szakmai tevékenységéért az Év Mérnöke Díjban részesült.

Távózásával a mérnöktársadalom kiváló felkészültségű, jelentős tudású és nyitott szellemiségű kollégát veszített el.

Pesti bérházak – Stílus, mintázat, fejlődés

A pesti bérházépítés a XIX–XX. század fordulóján ért csúcra, ekkor többzetes nagyságrendben épültek a túlnyomórészt belső udvaros, függőfolyosós és többalakos házak. Ez az épületállomány hatalmas építészeti és történelmi érték, de komoly kihívás is, mert a házak rehabilitációja nem halogatható tovább. A jellegzetes ornamentikával díszített épületek egyediek, mégis egységes város- és utcaképet alkotnak. A TERC Szakkönyvkiadó gondozásában megjelent *Pesti bérházak – Stílus, mintázat, fejlődés* című könyv háromféle megközelítésben mutatja be a bérházakat. Az első rész történeti jelleggel a városfejlődésre és városképre gyakorolt hatásukat taglalja. A második fejezet építészeti alkotóelemeire bontva elemezi az épületeket. A harmadik rész az építészeti stílusuk szerint csoportosítva ismerteti a típusokat. Sugár Viktória és Kita Michihiro, az Óbudai Egyetem és az Oszakai Egyetem munkatársai egy tipológiai mátrixot készítettek.

A kötet előzménye, hogy egy kutatócsoport a Budapest Főváros Levéltára gazdag anyagát felhasználva több éven át, intenzív terepi munkával mért fel a Belső-Erzsébetváros kiemelt területein gyakorlatilag minden építészeti elemet – falat, ablakot, hozzáépítést, illetve bontást; kikérdezte az idősebb lakosokat, mi változott az idők során. A résztvevők számára serkentőleg hatott a különböző hagyományokon nevelkedett munkatársak együttműködése, a híres japán intuíció és a közép-európai módszeresség. Az ajánlott kötet a kutatás eredményeire építve, de kreatív módon szerkesztve, átfogóan és részletesen ismerteti a magyar főváros rendkívül értékes urbanisztikai egységét elsősorban építész-mérnöki szemszögből. A mű magyar nyelven, de angol és japán összefoglalóval jelent meg.

Modernizáció a mederben

A Kronosz Kiadó és a Mika Sándor Egyesület gondozásában készült a *Modernizáció a mederben – Gazdaság, társadalom és környezet a Rába dualizmus kori szabályozásánál* című kötet. A szerző Simonkay Márton PhD történész, a Szegedi Tudományegyetem oktatója és a Mika Sándor Egyesület egyik alapítója, kutatási területe a XIX–XX. századi környezet- és gazdaságtörténet. A dualizmus kori vízrendezésekkel 2012 óta foglalkozik.

Köztudott, hogy a XIX. századi vízrendezések megítélése ellentmondásos, így figyelemre méltó a szerző véleménye: „Vannak, akik elúszott lehetőségként tekintenek az Osztrák-Magyar Monarchia idején elvégzett nagy vízrendezésekre.

A gátak, csatornák építői azonban másként gondolták. A határban rendszeresen pusztító, néha a lakóházakig érő árvizek, és az ártér felszántásából remélt haszon számos birtokost cselekvésre késztetett: társulatokat alapítottak vízgyűeik kezelésére. Habár az ember már évezredek óta bolygatta a Rába alsó szakaszát, a kiegyezés után a malomgátak elbontása azzal a következménnyel járt, hogy 1883 elején víz alá került Győr városa. A következő három évtizedben a Rábaszabályozó Társulat gátak közé szorította a folyókat, levezette a belvizeket és kis híján lecsapolta a Fertőt. Közben a döntő szerepet a birtokosok, köztük a nyomasztó förlényben lévő óriásbirtokok kezelői játszották, a kitűzött feladatok fokozatosan szétfeszítették a vármegyei kereteket, átadva a teret a professzionalizálódó állami vízügyi igazgatásnak. A költségek, valamint a nyereség térben és a vidéki társadalom tagjai között egyenlőtlenül oszlott el, a kortársak szerint megágyazva a tömeges kivándorlásnak. A modern világ térhódítását jelzi, hogy eközben a városlakókban felébredt az érintetlen természet utáni vágy.”

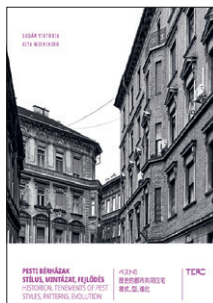
Hulladékból a konnektorba



Napjainkban világméretű feladatná vált a hulladékok kezelése. Sokszor halljuk a szelektív gyűjtés, a települési szilárd hulladék, a hulladékégetés, az energetikai hasznosítás szakkifejezéseket. A Magyar Mérnöki Kamara (MMK) Energetikai Tagozatának FAP-2020/112-ENT jelű kiadványa e kiemelt témakör bővebb megismerését teszi lehetővé. Az ebből szerkesztett, a

nem kamarai tagok számára is beszerezhető *Hulladékból a konnektorba – A települési szilárd hulladék energetikai hasznosításának lehetőségei* című kötet az MMK gondozásában, a Mérnöknyvtár sorozatban készült. A szerző Molnár Szabolcs, a Magyar Villamos Művek (MVM) Zrt. termelési felügyeleti igazgatója. A szakmai lektor Bánhid János hulladékgazdálkodási, energetikai, környezetvédelmi szakértő, a Fővárosi Hulladékhasznosító nyugalmazott igazgatója.

A Tolna Vármegyei Mérnöki Kamara 2017. évi Bohli Antal Ifjúsági Díjas mérnöke nagy léptékű és alapos munkával a hulladékgazdálkodás egy rögzített vonalán vezet végig bennünket, kitérve a szakterület párhuzamos megoldásaira is, így hatalmas ismeretanyag könnyed kezeléséről és feldolgozásáról tesz tanúbizonyságot. A vegyesen gyűjtött települési szilárd hulladékok energetikai hasznosításának lehetőségeit – beleértve a tüzelési termékek kezelését – bemutató művel széles célközönséget szólít meg. Érdeklődésre tarthat számot a témában már járatos szakemberek, a hulladékhasznosítás kérdései iránt érdeklődők, a környezetvédelmi aktivisták és azon laikusok körében is, akik szeretnének eligazodni az energetikai hasznosítás tárgyilagos támogatóinak és zsigeri ellenzőinek vitájában, valamennyi érdeklődő csoportot érthető nyelven kísérve végig a hulladéktól a konnektorig vezető hosszú úton.



A MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA LAPJA

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



HIRDETÉSI INFORMÁCIÓK: DULKA.AGNES@MMK.HU

ArchiCAD Add-on:

Austrotherm rétegrendszerkesztő modul



SCAN ME

Jó épületet csak akkor tudunk létrehozni, ha helyesen alakítjuk ki a határoló szerkezetek rétegrendjét. Ebben nyújt segítséget az Austrotherm rétegrend szerkesztő, melynek alkalmazásával a tervezők valódi réteges szerkezetekkel tudnak elindulni a tervezés során. A rendszer **ArchiCAD 26, 27 és 28** alatt is működik, Windows és MacOS operációs rendszereken egyaránt.

Az Austrotherm rétegrendszerkesztő modul főbb jellemzői:

- /// előre definiált rétegrend sablonok
- /// hőszigetelőanyag típus és járatos vastagság kiválasztása legördülő listából; elkerülhető a téves anyagválasztás
- /// javasolt vastagság ÉKM rendelet szerint
- /// hőátbocsátási tényező számítása
- /// új rétegrendi elem hozzáadása beépített építőanyag adatbázisból
- /// kedvencek tárolása
- /// inhomogén rétegrend megadása
- /// legfrissebb információk közvetlenül a honlapról



Időtálló minőség