

mérnök újság

A MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA LAPJA | 7. szám, 2023. július - Ár: 680 Ft

Helytállás a csúcstechnológiai versenyben

Szabadságharcosból
mérnök-innovátor
és teamleader



JELLEMZŐ
ÉPÜLETOMLÁSOK

MAKRÓMOLEKULÁK

A FIZIKA FEJÉDELME

A HŐSZIVATTYÚK
AKTUALITÁSAI



mérnök vagyok

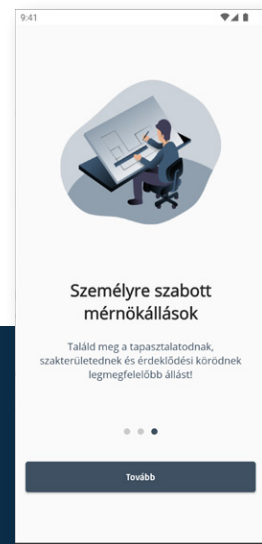


ELÉRHETŐ AZ MMK MOBILAPPLIKÁCIÓJA!

TÖLTSE LE MOST!



Hírek, események, továbbképzés, mérnökállások!



Ki lesz a jövő mérnöke?



Zsigmondi András

Tagozati megbeszéléseink során felvetődött, hogy a Magyar Mérnöki Kamarával történő első találkozást már az egyetemi gólyatáborokban meg kellene kezdeni, és néhányan ezt meg is tették, meglátogatták a fiatalokat és beszélgettek velük. Közös célunk a mérnöki hivatás elismerésének, reputációjának növelése. Ha a társadalom szemében nő az elismerés, az együtt jár azzal is, hogy többen jelentkeznek a műszaki felsőoktatásba, jobb, minőségibb lesz az egyetemi kibocsátás. Ezt a célt vajon a gólyatáborban kell kezdeni, vagy máskor és másutt? A fiatalok terelésére, befolyásolására akár négy-öt lépcső lehetséges volna, korosztálytól függően más célokkal és eszközökkel, hiszen a műszaki érdeklődés felkeltése már korán, két-három éves korban elkezdődhet, amikor a gyermekek nyíló értelmét, érdeklődését még könnyű felkelteni mindazzal, amit eléjük rakunk. Az első lépcső tehát a műszaki-technikai érdeklődés felkeltése. Az egyik unokámat még totyogó korában elvittem egy építkezésre. Órákig néztük a darukat, finishereket, úthengereket. Ma már tízéves, és éppen színész akar lenni, azaz nem biztos, hogy mérnök lesz, de a műszaki érdeklődés érezhetően megvan benne.

A második lépcső (10–13 éveseknek): Mit csinál egy mérnök? Hányféle mérnök van? A BME számos nyári tábort szervez, ezek közül a „gyerekegyetem” hangzik legjobban. Itt néhány tapasztalt vagy fiatal mérnök tudja leginkább felkelteni a szakma iránti érdeklődést, érdekes szakmai bemutatással, előadással, játékokkal. Az általános iskolákban néhány kolléga önkéntesen is tart ilyen foglalkozásokat a gyerekek nagy örömeire – ami pótolhatatlan.

Harmadik lépcső, a pályaválasztás kora (16–18 év): Több egyetem is foglalkozik azzal, hogy ebben az érzékeny időszakban fogja meg a fiatalokat. Ide bizony sikertörténetek, innovációk, érdekességek bemutatása kell, és szólni kell arról is, hogy műszaki-mérnöki területeken van kreativitás, sőt meg lehet élni belőle. A Műegyetem nyolc éve tart középiskolásoknak nyári táborokat, hasonló céllal.

Negyedik lépcső a gólyatábor: ez a felnőtté válás kezdete, itt kell megismerkedni egymással, az egyetemmel, a tanárokkal. A mérnöki kamara szerepének ismertetése, a lendő hallgatókkal való kapcsolatépítés nekem korainak tűnik, de ezt nyilván jobban meg tudja ítélni az, aki volt már ilyen táborokban.

Ötödik lépcső, a munkába állás előtt: Hatékonyabbnak tűnik az MMK-kapcsolatfelvétel a másod- és harmadéves egyetemistáknál, amikor a hallgatóknak már van fogalmuk arról, merre is haladnak, milyen szakterületet választanak. Ebben a korban már a tagszervezés is megkezdődhet.

Több olyan egyetem és szakmai tagozat (pl. gépészek, informatikusok stb.) van, amelyik 10–18 év közötti gyerekeknek szervezett nyári táborokban nyújt támogatást, előadót vagy programot biztosít, ezekről nincs összképünk, pedig jó lenne.

A mérnöki szakma elismertségének kérdése nem csak nálunk probléma. A 2020. január-februári *Mérnök Újság* részletesen beszámolt az Angol Építőmérnöki Társaság (ICE) ilyen irányú marketing- és PR-munkájáról. Ott jelentős összeget áldoztak erre a célra. A program szlogenje a következő volt: „A mérnök mint szuperhős.”

A mérnöki kamarát nem először keresik meg gólyatáborok támogatásának kérésével. A szponzorlistát látva egyértelmű, hogy kamaránk nem tud – és nem is kíván – versenyezni több tízmilliárdos forgalmú cégek felajánlásaival, abban viszont utolérhetően, hogy ingyenesen bocsásson rendelkezésre kiváló, tapasztalt előadókat a saját szakértői, tervezői, FMV- és műszaki ellenőrei közül, akár az adott korcsoportnak megfelelően. Az előadók lehetnek akár önkéntesek, akár a kamara által fizetett kollégák. Bizonyosan a tagozatoknak kell ebben a témában több energiát befektetniük, támogatást szervezni viszont csak úgy lehet, ha van célirányos áttekintésünk és egységes támogatáspolitikánk a jövő mérnökei részére. Mert „bármit is hoz a jövő, mindig a mérnökök fogják mozgásban tartani a világot” (*Spectrum Tv, Mérnöki csodák*).



14

Helytállás a csúcstechnológiai versenyben

A nemzetközi hírű magyar autómérnökök magyar ésszel és szívvel gyarapították hazájuk hírnevét. Dr. Anisits Ferencel ausztriai otthonában, Bad Hall-ban beszélgettünk.



22

A földrengési hatás

Február 6-án, kora hajnalban egy $M_w=7,7$ nyomaték-magnitúdójú földrengés pattant ki a kelet-anatóliai törésvonal mentén...



43

Technológiai helyiségek hűtése

Szervertermek hűtése komfort-légkondicionálókkal? Ez sok szerverterem-üzemeltető számára csábítóan hangzik...



48

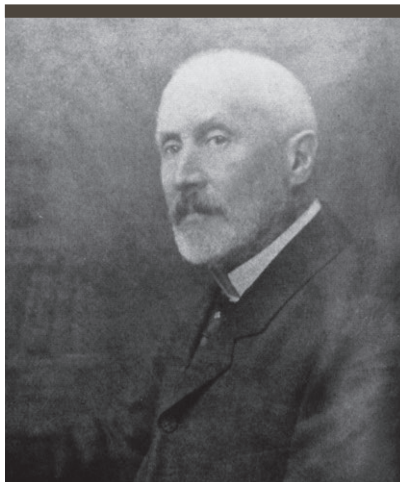
A koncepcionális tervezés az építőmérnöki gyakorlatban – I. A tervezési folyamat első lépcsője az egész mérnöki alkotásra nézve meghatározó.



51

Makromolekulák

Interjú dr. Marosi Györggyel,
a BME Vegyészmérnöki
és Biomérnöki Karának
egyetemi tanárával.



54

A fizika fejedelme

175 éve született
báró Eötvös Loránd,
a világhírű kutató tudós,
egyetemi tanár.

33

Változott az épületenergetikai
és a tanúsítási rendelet

A rendeletek lényegi változásai érintik a számítási
módszert, a követelményeket és a tanúsítást is.



A MAGYAR
MÉRNÖKI KAMARA
HIVATALOS LAPJA

A szerkesztőbizottság elnöke: **Wagner Ernő** • Szerkesztőbizottság: **Bezegh András, Holló Csaba, Kéry Tamás, Madaras Botond, Szilágyi András, Szöllőssy Gábor, Zsigmondi András** • Főszerkesztő: **Dubniczky Miklós** • Tervezőszerkesztő: **Németh Csaba** • Hirdetési vezető: **Soós-Dulka Ágnes** Tel.: +3630/627-8843, e-mail: dulka.agnes@mmk.hu • Kiadja a Magyar Mérnöki Kamara • Alapítva 1994-ben, alapító főszerkesztő: dr. Hajtó Ödön • Szerkesztőség: 1117 Budapest, Szerémi út 4. Tel.: 455-7087, e-mail: dm@mmk.hu • Honlap: www.mmk.hu

Megjelenik havonta • Tagdíjmentes kamarai tagok ingyen kapják, másnak előfizetési díj egy évre: 5600 Ft • Magyar Mérnöki Kamara 1117 Budapest, Szerémi út 4. • Ügyfélszolgálat: 455-7080 • Nyilvántartási szám: B/SZ 12344/1994 • ISSN 1218-5450 • Nyomda: EDS Zrínyi Zrt., 2600 Vác, Nádás utca 8.; Felelős vezető: Csontos Csilla vezérigazgató • Minden jog fenntartva! • Lapunk következő száma 2023. szeptember 9-én jelenik meg.

IMEDIA

Zsigmondi András

Ki lesz a jövő mérnöke?

3

A HÓNAP ESEMÉNYEI

6

MOZAIK

Megegy kamarák, szakmai tagozatok hírei

8

INTERJÚ

Dubniczky Miklós

Helytállás a csúcstechnológiai versenyben

14

Szabadságharcosból mérnök-innovátor és teamleader

FÓKUSZ – FÖLDRENGÉS

Szántó László Gábor

Kényszerek, módosítások, biztonság

18

Gondolatok a törökországi és szíriai földrengés tapasztalatai alapján

Dr. Joó Attila László – Ther Péter Pál
– Dr. Ther Tamás – Dr. Völgyi István

A törökországi földrengés tapasztalatai mérnökszemmel

20

Hol és milyen munkát végzett a BME csapata?

A földrengési hatás

22

Kritikus kérdés az épületek tervezett és valós viselkedése

Jellemző épületomlások

26

Mérnöki tapasztalatok Antakya városában

Mérnöki tapasztalatok

Kahramanmaraş városában

30

A hatalmas veszteségek okai

PIAC

Dr. Csoknyai Tamás – dr. Szalay Zsuzsa

Változott az épületenergetikai és a tanúsítási rendelet

33

A cél nem az, hogy minél több megújuló energiaforrást használjunk

ÖTLET LAP

Dr. Zsebik Albin

Két smaragdfe története

38

Nem csak dísznövény

PRAXIS

Kéry Tamás

A hőszivattyúk aktualitásai

40

„Jót s jól! Ebben áll a nagy titok”

Bernyák Bence

Technológiai helyiségek hűtése

43

Precíziós és komfort-légkondicionálók összehasonlítása

Dr. Tóth-Nagy Georgina

Az ipari gázok korlátozása

45

és a fenntartható jövő felé vezető út

A Montreali jegyzőkönyv késlelteti az első jégmentes északi-sarki nyarat

Dezso Zsigmond

A koncepcionális tervezés

48

az építőmérnöki gyakorlatban – I.

Konstruktóri gondolkodás

EGYETEMES

Rozsnyai Gábor

Makromolekulák

51

Polimerek, gyógyszerek, mesterséges intelligencia

HISTÓRIA

Holló Csaba

A fizika fejedelme

54

175 éve született báró Eötvös Loránd

Búcsúvuk

57

Könyvajánló

58

Egyeztetés az építészeti törvényről

A készülő építészeti törvényről egyeztetett június 14-én a Magyar Mérnöki Kamara székhelyén Lánszki Regő építészeti államtitkár, Gombos Márk településrendezésért és építésügyi ügyekért felelős helyettes államtitkár, Szabó Zsuzsa kormánytisztviselő (ÉKM), illetve a területi kamarák elnökei és az országos elnökség tagjai.



A törvénytervezet koncepcióját január közepén véglegesítettük, majd a szakmai szervezetek észrevételeit feldolgozva elkészítettük a kodifikált verziót. Miután a hivatalos tárcaközi véleményezési körök is megtörténtek, a napokban elindult egy újabb egyeztetési folyamat – összegzett Lánszki Regő. Az államtitkár hozzátette: gyors iramban szeretnének a törvénytervezettel haladni, és tartani azt a célkitűzést, hogy a jogszabályt még ebben a fél évben tárgyalja, elfogadja a törvényhozás. A normaszöveg elkészült, a szakmai egyeztetések megkezdődnek, „ám hogy mikor kerülhet az Országgyűlés elé, vagy hogy nyári időszakban meddig ülésezik a parlament, ez már nem rajtunk fog múlni”. A jelenlegi előterjesztésben nincsenek a mérnöki kamarát érintő strukturális változások, a normaszövegben azonban lesz több apró módosítás, ezért külön kérjük is a mérnöki kamara tisztségviselőit, hogy ha bármilyen szervezeti, strukturális javaslatuk lenne a kamara működésével, felépítésével összefüggően, akkor azt tegyék meg – tette hozzá Gombos Márk helyettes államtitkár.

Az építésgazdasági terület mindaddig nem volt része az építési törvénynek, ebben a törvénytervezetben azonban az építésgazdaság fogalmat kap, az építésügy részévé válik. Kiemeljük benne a hazai ellátásbiztonság alapelvét, meghatározzuk a magyar termék fogalmát, ezenkívül pedig építésgazdasági intézkedésekre fogalmazunk meg rendelkezéseket, hogy a miniszter például milyen körülmények fennállása esetén hozhat intézkedéseket az építőanyagok kivitelére vonatkozóan. Ezen túlmenően létrehozunk egy nemzeti építésgazdasági nyilvántartást, amiben az építési termékeket, költségadatbázist, illetve építési alapanyagokat szeretnénk nyilvántartani – sorolta Szabó Zsuzsanna, az Építési és Közlekedési Minisztérium munkatársa.

„Optimisták vagyunk, mert bár mérnöki szempontból az építészeti törvénytervezeten még sok igazítanivaló van, a beruházási törvény is végül úgy alakult, hogy céljaink egy-két kivétellel megtestesültek benne – fogalmazott az egyeztetésen Wagner Ernő, a Magyar Mérnöki Kamara elnöke. – Hisszük, hogy most is így lesz. Az építési beruházások mintegy hatvan százaléka nem magasépítési projekt, illetve a magasépítési beruházások hatvan százaléka sem építészet. Ebből következően egyöntetű kamarai vélemény alakult ki azzal kapcsolatban, hogy ebben a jogszabálytervezetben kissé hátraszorult a mérnöktársadalom. Fontosnak tartanánk, hogy jobban tükröződjön vissza a mérnökség tevékenysége is, ezért azt javasoljuk, hogy a törvény címe építészeti és mérnöki alkotásokról és tevékenységekről szóló törvény legyen.”

Wagner Ernő kitért a mérnökök megbecsülésére is, és mint mondta, szeretnénk, ha a törvényben megjelenne, hogy a mérnök használhassa a „dipl. ing.” előtagot. Az MMK elnöke végül hangsúlyozta, hogy a Teljesítésigazolásai Szakértői Szerv természetes szövetségese nem az iparkamara, hanem a mérnöki kamara.

„Időtálló és meghatározó törvényt kívánunk megalkotni – hangsúlyozta Lánszki Regő építészeti államtitkár. – Az eredeti hozzáállásunk az volt, hogy három törvényt kell megújítanunk és integrálnunk: az építési törvényt, a kulturális örökség védelméről szóló törvényt és a településképi törvényt. Alapvető koncepcionális felütés volt, hogy ezeket egyben kezeljük. Az is alapvetés volt, hogy az állam nem szeretne beleszólni abba, hogy a mérnöki és az építész kamarák hogyan működjenek. Partnerként tekintünk a kamarákra, sőt szerepük megerősítésére törekszünk.”

A Magyar Mérnöki Kamara elkészítette „a magyar építészetéről szóló törvény” tervezetéről alkotott véleményének összefoglalóját, amelyet a köztestület honlapján (www.mmk.hu) olvashatnak.

Építők Napja

Hidász Napok, 2023

Június 13–15. között Siófokon volt a híd-mérnökök szokásos éves szakmai konferenciája a Hidászokért Egyesület szervezésében. A háromnapos rendezvényen rekord létszámú, 412 résztvevő 46 előadást hallgathatott meg. Hagyományaink szerint az előadásokhoz online is lehetett ingyenesen csatlakozni, így további 150 fő ennek segítségével követte az előadásokat. A konferencia csomagjában mindenki kézhez vehette a Lánchíd füzetek hídkönyvsorozat új köteteit. Megjelent díszes kiadásban a Nobel-díjas Ivo Andrić



Híd a Drinán című regénye. Hatodszorra készítettük el a hídász név- és címtárat, benne a közfeladat jellegű társaságok hídmérnökeivel, valamint a hídtervező és szakértő cégekkel. Az új névjegyzékben közel 300 mérnök fényképe és elérhetősége segíti a szakmai együttműködést. Az előadások videói az egyesület honlapján (www.hidaszokertegyesulet.hu) elérhetők, így valamennyi visszahallgatható, a korábbi évek felvételeivel együtt. A konferencia előadás-gyűjteménye is rövidesen megjelenik a Lánchíd füzetek sorozatunkban. Idén először tartottuk a konferenciánkat júniusban. Sitku László, a rendező Hidászokért Egyesület elnöke bejelentette: jövőre is júniusban rendezzük meg a Hidász Napokat, hogy elkerüljük az ütközést a szokásos őszi konferenciák időpontjaival.

Hajós Bence



A BME dísztermében tartották június 2-án az Építők Napja központi ünnepségét. A rendezvényen – amelyen részt vett az MMK elnöke, Wagner Ernő is – az Országgyűlés előtt álló beruházási kerettörvényről Csepreghy Nándor miniszterhelyettes, az ÉKM parlamenti államtitkára elmondta: „Új eljárásrendet vezetünk be az állami beruházások terén, melynek értelmében kevesebből többet kell építenünk, nem lehet érvényes engedélyezési és kivitelezési tervek nélkül építtetni, nincs kivitelezés legalább 2-3 közbeszerzési ajánlat nélkül, és nemcsak a kivitelezés ajánlati költségét, hanem a fenntartási költségeket is figyelembe vesszük.”

Az Építők Napja alkalmából számos elismerést és díjat adtak át az ágazat szereplőinek. Részletes beszámoló: www.mmk.hu

Véget ért a Beruházáslebonyolítói mesteriskola 5. évfolyama



A BME dísztermében adtuk át június 16-án a Magyar Mérnöki Kamara Beruházáslebonyolítói mesteriskola 5. évfolyamának okleveleit. A mesteriskolát idén 85 hallgató végezte el sikeresen – köztük 31 kamarai tagunk, akik tanúsítványt is kaptak –, összesen 57 oktató tartott előadást, a képzési napokon a hallgatók egyharmada személyesen, kétharmaduk pedig online vett részt. Az oklevélatadó ünnepségen Gombos Márk, az Építési és Közlekedési Minisztérium helyettes államtitkára, Koji László ÉVOSZ-elnök, Buday-Malik Adrienn, az ÉMI vezérigazgatója, Wagner Ernő MMK-elnök, Tutervai Mátyás MÉK-alelnök, Cserna József, a Projektmenedzsment Szövetség elnöke, valamint Tóth Péter, az MMK Építési Tagozat elnöke, és Wéber László, a mesteriskola szakmai koordinátora mondott értékelő beszédet.

MEGYEI KAMARÁK HÍREI / Budapest és Pest /

Építő Napja, 2023

A hagyományok szerint minden évben június első vasárnapján ünneplik az építő- és építőanyag-iparban dolgozók az Építő Napját. 2023-ban a június 2-i központi ünnepségen került sor az elismerő oklevelek és kitüntetések átadására a BME dísztermében. Az ünnepi eseményre érkező több mint 200 vendég megtekinthette az *Építőipari Nívódíjasok* kiállítását, valamint a Danubia Zenekar előadását.

Az építőiparban a legfontosabb tényező az ember – fogalmazott Koji László, az ÉVOSZ elnöke. Az ágazat 380 ezer főt foglalkoztat; kiegészítve az építőanyag-iparral, valamint az oktatás- és tudományos élet képviselőivel, félmillió kolléga munkáját köszönik meg ilyenkor. A teljes értéklánc az ország termelési értékének 12 százalékát adja. A soha nem látott áremelkedések, az energiahiány és beszerzési nehézségek ellenére az ágazat 2022-ben 6850 milliárd Ft összegű építési-szerelési munkát valósított meg. Az ágazat azonban új kihívások előtt áll, az igényes megrendelők pedig új elvárásokat fogalmaznak meg: kiemelt kérdéssé válik az energiahatékonyság, a fenntarthatóság és az innováció is. Ha az ágazat minden szereplője képes az új igényekhez alkalmazkodni, a magyar építőipar kimagasló minőségben tud építeni – tette hozzá az elnök.



Ahogy dr. Czigány Tibor, a BME rektora fogalmazott: szimbolikus, hogy a BME központi épülete adhat otthont az építőiparban dolgozók köszöntésének, hiszen erős alapok és masszív falak jellemzik az intézményt. Elmondta, büszkeséggel tölti el, hogy ma a hazai mérnök- és informatikusdiplomák 40 százalékát a Műegyetem adja, miközben az országban 26 egyetemen vannak ilyen képzések, mesterképzésben pedig a diplomák 70 százalékát teszi ki. Ez hatalmas felelősséggel jár, és kötelezi az intézményt arra, hogy folyamatos párbeszédet folytasson az ipar és a gazdaság képviselőivel.

Szintén az ágazat előtti kihívásokról érkezett dr. Czímer István, a Honvédelmi Minisztérium Építésügyi Hatósági Osztály vezetője, és köszönetet mondott a honvédelmi és nemzetbiztonsági építmények tervezésében, kivitelezésében, hatósági felügyeletében, fenntartásában részt vevő szakembereknek. Réthy Pál, a Belügyminisztérium közfoglalkoztatási és vízügyi helyettes államtitkára nevében Kling Zoltán, a BM főosztályvezetője elmond-

ta: az árvíz- és belvízvédelem, a vízellátás, a víztisztítás létesítményei mind speciális tudást követelnek meg mind a tervezésben, mind a kivitelezésben részt vevő szakemberektől.

Az országgyűlési tárgyalás alatt lévő állami beruházási kerettörvény kapcsán Csepreghy Nándor miniszterhelyettes, az Építési és Közlekedési Minisztérium parlamenti államtitkára elmondta: „Új eljárásrendet vezetünk be az állami beruházások terén, melynek értelmében kevesebből többet kell építenünk, nem lehet érvényes engedélyezési és kivitelezési tervek nélkül építtetni, nincs kivitelezés legalább két-három közbeszerzési ajánlat nélkül, és nemcsak a kivitelezés ajánlati költségét, hanem a fenntartási költségeket is figyelembe vesszük.”

Az Építő Napja alkalmából számos elismerést adtak át (*részletek: www.bpmk.hu*). Kiemelkedő szakmai tevékenysége, életútja elismerésül Kassai Ferencnek festmény emléktárgyat adományozott dr. Pintér Sándor, Magyarország belügyminisztere. Elismerő oklevélben részesült – többek között – Bocz Gábor, a Baranya Megyei Mérnöki Kamara elnöke. Az MMK Építési Tagozatának elnöksége Kardos Andor-díjat adományozott széles körű szakmai munkássága, oktatási tevékenysége és kimagasló kamarai munkája elismeréseként Hlatky Attila okl. építőmérnöknek, a Szabolcs-Szatmár-Bereg Megyei Mérnöki kamara tagjának, és Szerencsés Gyula okl. építőmérnöknek, a Csongrád-Csanád Megyei Mérnöki kamara tagjának.

A Lánchíd közlekedéshálózati szerepe

A *Közös dolgaink* programsorozat június 14-i rendezvényén a Széchenyi Lánchíd közlekedéshálózati szerepét, valamint a BPMK, a KTE és a MAUT delegáltjai által készített állásfoglalást vitatták meg a résztvevők a Makadám Mérnök Klubban.

Molnár László a három szakmai szervezet delegáltjaiból álló ad hoc munkabizottság nevében ismertette a Lánchíd közlekedéshálózati szerepéről kialakított állásfoglalás legfontosabb üzenetét és pontjait, hangsúlyozva annak fő célját, az addig e fontos ügyben hiányzó szakmai párbeszéd megindításának fontosságát. Mivel sajnálatosan nem állt rendelkezésre a Lánchíd kívánatos forgalmi rendjének szakmai megalapozásához elengedhetetlen érdemi hatás- és változatelemzés, az állásfoglalás sem vehette a „bátorságot” konkrét javaslatlételre, csupán a megfontolások, szempontok és elvégzendő feladatok számbavétele történt meg. Egy kiterjedt hatás- és változatelemzés fontosságának alátámasztására az előadás összevetette a BKK által készített tanulmány (*Szakmai jelentés a Lánchíd forgalmi szerepéről, a tesztidőszak tapasztalatai alapján*) és a Horváth László által készített tanulmány (*A Széchenyi Lánchíd és a Várhegy alagút felújítása – A közlekedési tanulmányterv tapasztalatai*) adatait és ellentmondásait, kiegészítve a helyszínen rögzített forgalmi helyzet bemutatásával. Az ellentmondások kérdéseket vetettek fel a szakmai jelentés több megállapítását illetően, szóvá véve, hogy a jelen (teszt)állapot a tágabb hálózaton nem jár-e több hátránnyal, mint előnnyel.

A konkrét beavatkozási javaslatokat nélkülöző állásfoglalás ismertetése mellett, helyszíni szakmai vita generálása érdekében, az előadó felkérte Ercsényi Balázst az általa készített szakkikk be-

mutatására. A tartalmas, szakmai érvekkel alátámasztott előadás ezúttal már konkrét kritikai megállapítások és beavatkozási javaslatok mellett elemezte reális változatok esélyét és azok mély elemzésekkel való vizsgálatának fontosságát, igazolva azt, hogy a Lánchídon a közösségi közlekedés előnyben részesítése és a kerékpáros-közlekedés színvonalas biztosítása mellett is lehet esélye a mérsékelt, indokolt autóforgalomnak. Ehhez a hídpálya megoldásai mellett a hídfők és a csatlakozó hálózaton végrehajtható különféle forgalomtechnikai beavatkozások bemutatására is sor került.

Az előadásokat követő tartalmas vita hozzászólói egyfelől a híd forgalmi rendjéről, másfelől a konkrét ügy kapcsán a főváros közlekedési gondjairól és feladatairól osztották meg gondolataikat a hallgatósággal. Elhangzott észrevételek, javaslatok, főbb megállapítások:

- Fontos, hogy minél több hasonló szakmai párbeszéd legyen, amelyhez törekedni kell a minél szélesebb nyitásra, társszakmák, urbanisták meghívására, a vélemények, megközelítések sokszínűségére.

- A közbeszédben és a médiában sajnálatosan keveredik, de a szakmai fórumokon kerülni kell a közlekedésfejlesztés kérdéseinek aktuálpolitikai szempontokkal vegyítését.

- Ha a közlekedés valamely ügye kerül napirendre, akkor is indokolt kitekinteni a városműködés és fejlesztés tágabb összefüggésire, beleértve ebbe természetesen a környezeti, klímavédelmi kérdéseket is.

- A példaként említett európai városok jó gyakorlataiból nemcsak a végeredményt, hanem az odavezető utat, a megfontolt és következetes, a kiegyensúlyozásra törekvő város- és közlekedésfejlesztési szemléletet is át kell venni.

- A hazai gazdasági helyzet, az emelkedő árszint hatása érezhető a csökkenő mobilitási, autóhasználati tendenciákban. Ennek ellenére a Lánchíd térségi utcákban, útvonalakon a szomszédos hidakra áterhelt közúti forgalom miatt gyakoriak az érintett lakosságot hátrányosan érintő forgalmi zavarok. Ez egy kedvezőtlen, orvosolandó állapot.

- A Lánchíd forgalmi rendjét érintő hozzászólásokat összegző következtetés, hogy nem szabad csupán a híd forgalmi rendjével foglalkozni, hanem szükséges a tágabb hálózat közlekedési viszonyait és beavatkozási lehetőségeit is számba venni. Ismerve a városvezetés elképzeléseit, a közeljövő fontos szakmai feladata a Lánchídon, a pesti alsó rakparton és a Nyugati téren tervezett forgalomkorlátozó beavatkozások összefüggéseit, együttes hatásait elemezni.

- A két hídfőben (és a közvetlen hálózaton) számos forgalomtechnikai lehetőség adódik (adódott volna?) a közösségi közlekedés előnyben részesítésére, a kerékpáros-közlekedés feltételeinek javítására mind a hídpályán, mind a kapcsolódó utakon.

- Sajnálatos, hogy a Clark Ádám téren a nagy területigényű körforgalmi rend épült vissza, amely a gyalogátkelőhelyekkel együtt - a nagy gyalogosforgalom miatt is - az érintett hálózat leggyengébb pontja.

- A Széchenyi térre tervezett új forgalmi rend több kedvező beavatkozási lehetőséget nyit (nyitott volna?), de a rekonstrukció egészének jövője bizonytalan.

- A Lánchídon a gyalogos közlekedés és a mikromobilitás szétválasztása prioritást kell, hogy élvezzen. Felmerült ugyanakkor, hogy a két gyalogjárdát nem lehetséges-e elkülönítve a gyalogo-

sok és a mikromobilitás számára kijelölni, utóbbi esetén akár csak egy irányban mentesítve az útpályát.

- A híd gyalogoshídként történő használata - szemben például a prágai Károly híddal - szerkezeti adottságai miatt nem optimális. Felmerültek más - például londoni - példák is, hasonló esetek kezelésére.

- A hídon közlekedő öt BKK-autóbusz-viszonylat kihasználatlan többletkapacitást teremtett, amely ismerve a szolgáltató feszítő anyagi gondjait, kérdéssé teszi az indokoltságot. Az 50%-os kapacitásbővítés mellett a közösségi közlekedéssel átkelő forgalom 12-14%-kal nőtt (ez hozzávetőlegesen annyi, mint az Erzsébet hídról áthelyezett 178-as viszonylat forgalma), miközben az autóbusz-viszonylatok jelenleg a hídfők közötti gyalogosközlekedést is pótolják.

- A jelenlegi - tesztidőszaki - forgalmi rend a kerékpáros-közlekedés számára sem ideális, családok számára nem vonzó.

- A kerékpáros-közlekedés legkedvezőbb helyzetbe irányhelyes kerékpársávok kialakítása esetén kerülhet, amely egyirányú közúti útpálya mellett alakítható ki. Az egyirányúsítás irányára elhangzott mindkét lehetőség. A Pestről Budára történő egyirányúsítás a pesti oldal ürítése, a Budáról Pestre történő egyirányúsítás az viszontirány könnyebb pótlása, valamint a BKK-autóbusz-viszonylatok könnyebb vezetése miatt (Apáczai Csere János utca - Erzsébet híd - Lánchíd utca/Attila út) lehet preferált.

- A hídvám fizetésével korlátozható autósforgalom technikai megoldásának célszerű eszköze időközi „Lánchíd-matrica” korlátozott számú kibocsátása, amely pl. mozgássérült-engedéllyel rendelkező gépkocsikra kedvezményesen vásárolható. Az ellenőrzéshez elegendő irányonként egyetlen rendszámfelismerő kamera. A matricák mennyisége a forgalmi helyzet függvényében alakítható, csökkenthető, bővíthető.

- Azok a forgalmi irányok, amelyek más hidakon történő átkeléssel sem kényszerülnek úthossznövekedésre, a híd hálózatáról forgalomtechnikai eszközökkel - az egész hálózatot pozitívan érintően - kizárhatók. Ilyen például Budán a Budaörsi út felől/felé az Alkotás u. - Márvány utca csp. és a Mészáros utca - Hegyalja út csp., valamint a Széll Kálmán tér felől/felé az Alagút utca - Attila út csomópont érintett kanyarodásávjainak letiltása, Pesten a József Attila utca Bajcsy-Zsilinszky út irányú kapcsolatainak, továbbá pesti alsó rakparti kapcsolatainak letiltása. E beavatkozások kedvező apropót teremthetnek a BKK-autóbusz-viszonylatok előnyben részesítésének kiterjesztésére is.

- Annak a gyakran felmerülő javaslatnak a megvalósítása, hogy a belvárosi Duna-szakaszon létesüljön önálló gyalogos/kerékpáros híd, egyfelől a hidritmus és a világörökségi kötöttségek, másfelől a hídfők kialakításában előálló nehézségek miatt (hajózási úrszelvényelvárás és villamospálya-keresztelés hosszan kifejthető kerékpárossávpárat igényel) szinte leküzdhetetlen akadályokba ütközne.

- A Lánchíd forgalmi rendjének kialakításakor fontos szempont a Duna-hidak forgalomlezárással járó periodikus rekonstrukciója, felújítása, amikor az adott hídi átkelő forgalom jelentős hányada másutt történő pótlást igényel. Legközelebbi időpontban a Petőfi híd felújítása kerül sorra, forgalmának jelentős része azt az Erzsébet hidat veszi majd igénybe, amelyet a lezárt Lánchídról átkerült forgalom is leginkább terhel. (Még kritikusabb helyzet állhat elő, ha a Szabadság hidat is lezárják az autóforgalom elől.)

- A dunai átkelőkapacitások számbavétele során figyelembe kell venni a jelentős súlyt képviselő vasúti kapacitásokat is, mint a vasúti hidak, metrók és villamosvonalak. Mindemellett égető a fővároson belüli Duna-híd-hiány. Az országban sorra épülnek a Dunát keresztező közúti hidak, miközben a több nagyságrenddel nagyobb budapesti igények kielégítésére 73 éve nem létesült új közúti dunai átkelő a városon belül. E hiány súlyos városzerkezeti hiányosságként is jelentkezik.

- A budapesti közlekedési, környezeti viszonyok javítására indokolt cél a modal-split arányon belüli közúti részarány fokozatos csökkentése, azonban ezt elsősorban az igénykeltés befolyásolásával, valamint az eszközváltás lehetőségeinek bővítésével lehet konfliktusmentesen elérni. Nem lehet jó eszköze ennek a közúti infrastruktúra aránytalan, pótlás nélküli visszaépítése, vagy az úttálapotok romlási folyamatának túrése, mert ezek kedvezőtlen közlekedésbiztonsági, környezeti következményei jelentősek.

- Kiindulva a Lánchíd körül kialakult, meglehetősen kései szakmai vitából, felmerült egy olyan, a szakmai szervezetek által létrehozandó állandó bizottság szükségessége, amelyik korai döntéshozatali fázisban kialakított és megvitatott álláspontokkal segíthetné a döntéshozatal munkáját.

A vita során az állásfoglalás megállapításai nem - illetve egyetlen hozzászóló részbeni, konkrétumokat nélkülöző véleményében - kérdőjeleződtek meg, ugyanakkor megerősödött az igény a lehetséges beavatkozásokat összehasonlító hatáselemzés elkészítésére, ötvözve azt a változatok kidolgozásának teret nyitó építészeti tervpályázattal.

(BPMK, KTE, MAUT)

Visszanézhetők a siófoki konferencia előadásai

Huszonötödik alkalommal rendezte meg a BPMK és az MMK Közlekedési Tagozata a *Közlekedésfejlesztés Magyarországon* című konferenciát május 3-5. között Siófokon. Értesítünk minden kedves érdeklődőt, hogy a konferencián elhangzott, a szakmát és a kapcsolódó tudományterületeket érintő, a téma komplex áttekintését segítő, nagy sikerű előadások a BPMK YouTube-csatornáján már visszanezhetők.

／ Csongrád-Csanád ／ XIV. Nemzetközi Építésügyi Konferencia, Szeged

A megyei mérnöki kamara a Csongrád-Csanád Megyei Építész Kamarával, a Csongrád-Csanád Megyei Kereskedelmi és Iparkamrával és a Dél-alföldi Urbanisztikai Egyesülettel együttműködve június 2-án rendezte meg a XIV. Nemzetközi Építésügyi Konferenciát, melynek helyszíne a Csongrád-Csanád Megyei Kereskedelmi és Iparkamara székháza volt.

A konferencia témakörei: energiahatékonyság-energiagazdálkodás, gazdaságfejlesztés és fenntarthatóság. A konferencia alapvetően a magas- és mélyépítési, vízgazdálkodási és vízepítési, épületgépészeti, energetikai szakterületen jogosultsággal ren-

delkező szakmagyakorlók számára adott lehetőséget a 2023. évi szakmai továbbképzés teljesítésére. A program támogatói a Daikin Hungary Kft. és a Dr. Builder Kft. voltak. Köszöntőt mondott Schulcz Péter elnök, CSMÉK, Bodor Dezső elnök, CSMMK, Palotás Sándor CSMKIK-alelnök, Nagy Imre elnök, Dél-alföldi Urbanisztikai Egyesület.



A konferencián először a Vedres István-díjakat adták át. Az egykori szegedi városi főmérnökről elnevezett elismerést idén négy díjazott, Engedi Antal okl. villamosmérnök, Nemesi Pál okl. villamosmérnök, Sebestyén Tibor okl. építész és Török Csongor okl. építész mérnök vehette át a díjat alapító Csongrád-Csanád Megyei Mérnöki Kamara, a Csongrád-Csanád Megyei Kereskedelmi és Iparkamara, a Csongrád-Csanád Megyei Építész Kamara, valamint a Dél-alföldi Urbanisztikai Egyesület vezetőitől.

A konferencia előadásai a következők voltak:

- *A szegedi geotermikus hőellátás műszaki és kutatás-fejlesztési szempontú ismertetése* - Dr. Bozsó Gábor művezető, Szegedi Távfűtő Kft.

- *Víz és energia* - Bodor Dezső elnök, CSMMK

- *„Feltörekvő” tömörfa építészeti* - Nagy Tamás ügyvezető, DOKTOR-BUILDER Kft.

- *Kortárs közép-európai családi házak építészete*

- Borsos András építész

- *A „V4 családi házak” című kiállítás megnyitása*

- Schulcz Péter elnök, CSMÉK

- *Új irányok az energia- és karbonsemlegesség felé*

- Belezna Éva urbanista, építész

- *Termásvizek kísérő gázainak felhasználása* - Tóth Dániel

ügyvezető, CHESS ENERGY Kft.

- *Hőszivattyús rendszerek létjogosultsága a lakosságtól az ipari*

felhasználásig I., II. - Ádám Zoltán Levente, Szabó Sándor, Boros

Zsolt, Matolcsi Gergő, Daikin Hungary Kft.

- *Áramtermelés napelemekkel* - Harcsa-Pintér Sándor ügyvezető, Intello Mitra Kft.

Bodor Dezső, CSMMK

Heves

XIV. szakmai tanulmányút Lengyelországban

A Covid miatti kihagyások után, háromévi szünetet követően június 17–20. között folytatta hagyományos útjait a kamara. A Poprad folyó völgyében, Muszyna településen megszállva, elsőknek a település parkjaival ismerkedtünk. A kisváros terve az, hogy Lengyelország legkülönlegesebb parkjairól legyen nevezetes. EU-s támogatások felhasználásával a következő kerteket valósították meg:

Érzékelések kertje – a kert az ember minden érzékszervének nyújt élményeket. Bibliai kert – itt az Ó- és Újtestamentum történéseihez kötődő kertek és a korszakra jellemző növények tekinthetők meg. Ókori kert – a hely megmutatja, hogyan néztek ki a parkok a római és az ógörög időkben. Francia, angol- és vízi park – a nevek magukért beszélnek. Misztériumok parkja – itt különleges növények és misztikus állatok vártak minket (pl. több albínó szarvassal, őzszel, fehér pávával és egyéb különleges állatokkal lehetett találkozni).

Krynica-Zdrój ma már Zakopane legkomolyabb versenytársa. A közelmúltban itt megépült kabinos felvonóval feljutottunk az 1114 m-es síközpont csúcsára, illetve egy székes felvonó után végigmehettünk az akácból épült 1100 m hosszú lombkoronásétanyon, melynek végén egy szerpentes gyalogtúra után a 49,5 m-es, hatalmas kilátóra juthattunk fel. A teljes szerkezetet akácból – Magyarországról is származóból – valósították meg. Ez a hely is sípályák kiindulópontja. Érdekes megoldás, hogy a hegyek oldalában fóliával burkolt víztározókban gyűjtik a csapadékvizet, amit télen szivattyús hálózattal juttatnak a hóágyúkhöz és egyben a tározók tűzvíztárolását is szolgálják a létesítményekhez.

Ószandecben egy sörfőzdét és a Szt. Kinga-kegyhelyet, klariszszakolostort tekintettük meg. Újszandecben egy szintén EU-s pénzből megvalósított „Galíciai kisváros” skanzenbe tértünk be, ahol a Főtér közepén álló korhű városházát 150 évvel ezelőtti formára rekonstruált lakóépületek és műhelyek vette körbe. Ószandecben a helyi katonai temetőben megemlékeztünk a gorlicei áttérés elesettjeiről. Az osztrák-magyar katonai temető több mint ezer elesettnek, köztük több mint ötszáz honvédnak a nyughelye. Helyi idegenvezetőnkől megtudtuk, hogy a krakkói magyar főkonzulátus kezdeményezésére rövidesen megkezdődik a temető felújítása. (A lengyelországi Galícia területén több mint

négyszáz első világháborús temető található, mi a 350. számmal jelzettben hajtottunk fejet.)

Hazafelé Kassán betértünk a Szent Erzsébet-dómba, és az itt található Rákóczi-kriptába. Ez utóbbi helyen meglepett minket a kétnyelvű felirat: „Tilos az éneklés!” Így aztán gondolatban énekeltek el a Himnuszunkat...

Szabolcs-Szatmár-Bereg

Kamarai kitüntetések

A területi kamara május 25-i taggyűlésén Bezzeg János elnök díjakat adott át. A megyei kamara alapító elnökének tiszteletére létrehozott Dr. Kerekes Imre-díjat elsőként Képes Gábor építőmérnök vehette át. Gábor építőmérnökként önzetlen munkájával segítette kamaránk húszéves működését. Hat évig volt a történeti bizottság referense, 1997-től a közlekedési szakcsoport elnökségi tagja és a kamarai emlékeink őre és gondozója – mint például a Zielinski Szilárd születésének 125. évfordulójára állított emléktábla, Zielinski Szilárd mellszobrának avatása, Kain Albert mérnök emlékére emléktábla elhelyezése. Több könyv és emlékirat szerzője és társszerzője.



A „Szabolcs-Szatmár-Bereg Vármegye Mérnöke” elismerő oklevelet Pethő Sándor okl. mérnök vehette át, a megyében folytatott kiemelkedő mérnöki teljesítménye alapján. 1962-től a Felső-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság III. sz. szakaszmérnökségén, Mátészalkán kezdte meg munkásságát, ahol több munkakörben egészen 2001-ig, nyugdíjba vonulásáig dolgozott. Aktív nyugdíjasként jelenleg is mérnöki szolgáltatásokat nyújt.

Bezzeg János tájékoztatta a tagságot, hogy Hlatky Attila kamarai tag Kardos Andor-díjban részesült. Hlatky Attila építő- és köz-

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, felületmódellés, szimuláció széles körű szolgáltatását kínálja a tervezéstől az üzembe helyezésen ke-

resztül dokumentációk összeállításáig, illetve mechanikus és villamos kivitelezésig.

Tervezői részleg munkájába való bekapcsolódás, kapacitásproblémák enyhítése, mérnökszolgálat, munkaerő-biztosítás, -kölcsonzés. 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 mail: info@vizfolyam.hu • https://www.vizfolyam.hu A vízügyi ágazatban, települési és regionális vízművek ré-

szére végzett műszaki tervezői, tervellenőri, szakértői, műszaki ellenőri feladatok nem rendszeres, alkalmi ellátása.

Élelmiszeripari üzemek engedélyhez kötött élelmiszer-technológiai tervezését vállalom.

Fekete Sándor, (13-17319) engedély: Élelmiszeripari-mérnöki tervezés. husipariuzemek.hu | tel.: +3630 5379313

Talajradar - PVC-cső keresők

Raktárról elvihetők csak itt



gazdasági szakokleveles mérnökként a szakmai oktatás, műszaki tervezés és ingatlanvagyon-kezelés és -hasznosítás (továbbá műszaki fenntartás-lebonyolítás) területén dolgozott, különböző vezetői funkciókban.

Bezzeg János elnök

/ Tolna /

Látogatás a Nemzeti Atlétikai Stadionban

A Tolna Megyei Mérnöki Kamara szervezésében április 20-án 42 kamarai tagunkkal a 2023-as atlétikai világbajnokság helyszínét, a budapesti Nemzeti Atlétikai Stadiont tekintettük meg, illetve a tervezéssel kapcsolatos szakmai előadásokat hallgattunk meg. A szakmai nap első felében a Magyar Mérnöki Kamara székhelyén Szántó László okl. építőmérnök, tervező ismertette a tervezés szereplőit, a tervezők közötti hálózatot. Ez különösen érdekes volt a külföldi, speciális tudást (feszített kábelszerkezetek) birtokló partnercégekkel való kapcsolattartás és közös tervezés tekintetében. Illetve részletesen bemutatta az első skicctől kezdve a végleges szerkezet kialakulását. Szántó László két kollégája beszélt a tervezési folyamatok nehézségeiről, érdekességeiről a vasbeton szerkezetek és az acélszerkezetek tekintetében. Ezt követően Lutz Attila okl. gépészmérnök szólt az épület gépésztervezői kihívásairól és azok megoldásáról.

Az ebédet az MMK épületében fogyasztottuk el, majd a program folytatásaként buszra szálltunk és meglátogattuk a Nemzeti Atlétikai Stadiont. Szántó László és Lutz Attila igazi házigazdához méltóan körbevezetett minket a létesítményen, és minden kérdésünkre részletekbe menően válaszolt. Az egész napos program koronája volt a stadion meglátogatása – magával ragadó, gyönyörű épületet alkottak.

Péri Gábor okl. építőmérnök

/ Vas /

Juniálissal indult a nyár

Jóteknysági, nyárköszöntő juniálissal rendezett tagjainak a Vas Vármegyei Mérnöki Kamara. A jó hangulatú, családi esemény fő célja az adománygyűjtés volt: az ukrán Litera Egyesület részére adakoztak a résztvevők, a gyerekek cserébe versmondással, táncprodukcióval, énekléssel örvendeztették meg a közönséget. A humort Mogács Dániel stand upos humorista szolgáltatta. A június 3-i programon a gasztronómiai élmény sem maradt el: a szombathelyi Kámon-Hús Kft. izletes lacipecsenye-étkeiből falatozhattak a jelenlévők, a gyerekek fagyit is kaptak. Az ingyenes rendezvényt a kamara állandó szponzora, az Aptiv Services Hungary Kft. támogatta.

A juniális a vasi mérnökprogramok ismert fellépőjével, Peltzer Géza erdőmérnök, újságíró, harmonikás zenés bevezetésével indult. Társával, Horváth „Dudu” Dániellel hangolták jókedvre virtuóz darabokkal, népszerű melódiákkal a publikumot. Dudu hegedűművész, idén vehette át a Rotary Klubtól a Kiss Sándor-díjat, Géza a város első sajtódíjasaként ma már csak a zenének él. Kettejük műsora kellően megalapozta a hangulatot.



Az ukrajnai háború kitörése után számos nő és gyermek talált menedéket Magyarországon. Az ő támogatásukra, megsegítésükre elsőként alakult meg Vas megyében a Litera Egyesület. A szervezet humanitárius, oktatási és pszichológiai támogatást ad a Szombathelyen és környékén élő ukránoknak. Működtetnek egy oktatási és szórakoztató-központot: az intézményben jelenleg mintegy nyolcvan diák tanul a régió különböző városaiból. Most be is mutatták ukránul és magyarul, hogy mit tanultak, tudnak, mit hoztak hazájukból. A megható műsor után Mogács Dániel színész, bábművész, humorista lépett a színpadra: fekete ruhájában, fekete humorával beütött a mondandójával.

Dobar dan! – köszöntette a vendégeket Horváth Gyula Vladimír villamosmérnök, aki a szombathelyi horvátok Guslice tamburazenekearának tagja. Az együttes idestova tíz éve gazdagítja Szombathely horvát kulturális kínálatát: gradistyei, szlavóniai és dalmáciai horvát dallamokat hívnak elő. Szívből, szeretetből zenélnek: ahol muzsikálnak, ott nem marad el a jókedv, a jó hangulat, örömmel és a javából, amit előadnak. Nem először szerepeltek a vasi mérnökök rendezvényén, a vasi mérnökbálok örökös előadói.

A délután során összegyűlt pénzadományt Nádor István, a Vas Vármegyei Mérnöki Kamara elnöke adta át Maryna Snitkónak, a Litera Egyesület képviselőjének. A nap nyeresémsorsolással ért véget, Perlaki Nóra műsorvezető három ajándékot sorsolt ki és adott át a szerencsésnek: egy ingyenes parkolóbréletet a kamarai székhely előtti útszakasz külső sávjában, ahol amúgy is ingyenes a parkolás, egy nyertesnek Peltzer Géza elhúzta a „nótáját”, két juniális pólo – egy férfi és egy női – is gazdára talált, illetve egy tag ingyenesen vehet részt a Vas Vármegyei Mérnöki Kamara őszi, szakmai tanulmányútján.

■ SZAKMAI TAGOZATOK HÍREI

/ Anyagmozgató gépek, Építőgépek és Felvonók Tagozat / Felvonó Konferencia

Tagozatunk – a Magyar Felvonó Szövetséggel közösen – május 8-9-én Siófokon tartotta a XXX. Felvonó Konferenciát, melyen Kakuk Béla kollégánk Dr. Sváb János-életműdíjat vehetett át, Benkó Zsolt és Nagy Ernő pedig „A felvonószakma kiváló művelője” érmet kapott. A tartalmas előadásokat 112 kolléga hallgatta végig. Az esemény végén a tűzoltófelvonókkal és a menekülési felvonókkal kapcsolatos részletes szakmai vitára került sor.

Némethy Zoltán tagozati elnök

Felújítás? Austrotherm!



- ▶ Három hazai gyártóhely
- ▶ Széles termékválaszték
- ▶ Ellenőrzött minőség

- ▶ Hulladékmentes gyártás
- ▶ Piacvezető az EPS területén

Austrotherm hőszigetelő anyagok
Időtálló minőség

AUSTROTHERM
Hőszigetelés

Szabadságharcosból mérnök-innovátor és teamleader

Helytállás a csúcstechnológiai versenyben

A nemzetközi híró magyar autómérnökök – Galamb József, Barényi Béla, Jendrassik György, János Viktor, Pavlics Ferenc, Simkó Aladár, Peer Gyula, Gyarmathy György és Anisits Ferenc – külföldön értek el világraszóló eredményeket. Bár különböző korszakban, más-más országokban éltek és dolgoztak, mégis magyar ésszel és szívvel gyarapították hazájuk hírnevét. Dr. Anisits Ferencel ausztriai otthonában, Bad Hallban beszélgettünk.



Dubniczky Miklós

– **Ahhoz a generációhoz tartozik, amelynek az első évtizedeit meglehetősen balszerencsésen szötte át a történelem.**

– A korosztályom valóban nem született szerencsés csillagállásakor. Háromnegyed évvel a születésem után kitört a világháború, első gyermekéveimet az óvoda helyett az óvóhelyen töltöttem. A felszabadulás után mostoha körülmények között kezdtem meg elemi iskolai tanulmányaimat Szolnokon, Miskolcon, majd végül Budapesten fejeztem be az általános iskolát. Érdeklődő gyerekként könnyen tanultam és kitűnő érdemjeggyel végeztem a tanéveket. 1948-ban, a kommunista hatalomátvétel után valahogy átéltük, túléltük a nélkülözés, a proletárdiktatúra és a tervgazdálkodás korszakát. Ötvenhatban, tizenhét esztendősen csatlakoztam a szabadságharcosokhoz. 1957 január végén tiltott határátlépés sikertelen kísérlete miatt a bácsalmási börtönben sínylődtem majd' fél évet, ahonnan közvetlenül az érettségi vizsga előtt szabadultam. Végül sikerült kitűnő érettségim tennem a budapesti Vörösmarty Mihály Gimnáziumban.

– **Hogyan lett mérnök?**

– Már gyerekkoromban lenyűgöztek a mozdonyok és a repülőgépek, noha akkoriban még javarészt lovas kocsik uralták az utcaképet. A műszaki kíváncsiság aztán az általános iskolai modellező szakkörben érlelődött döntéssé, ahol vitorlázó repülőgépeket és hajókat fabrikáltam. Tanulmányaimat a Budapesti Műszaki Egyetemen folytattam, ahol 1962-ben okleveles gépészmérnökként végeztem, KISZ-tagság nélkül. Az „egyéb” származásommal tandíjkötelessé váltam. A tandíjat saját magamnak kellett előteremteni gimnazisták korrepetálásával és szabadidőmben vállalt segédmunkával az újpesti hajógyárban, a Láng-gépgyárban és az I. sz. Autójavítónál.

– **Hatvankettőt írunk, a friss diplomás Anisits pedig pályára áll...**



- Három különböző szakágazatban kezdtem a mérnöki pályafutásomat: a malomiparban, az élelmiszer-gyártásban, illetve Szolnokon, ahol a megyei tervezőirodában épületgépészként foglalkoztatottak. Bár gyorsan bedolgoztam magam a mindennapi munkákba, ezek azonban nem állítottak igazi kihívások elé. 1965-ben aztán utolért az „ellenforradalmi” múltam, a rendőrség egyre többször zaklatott, ezért disszidálni kényszerültem Németországba. A Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, az MAN augsburgi gyárának fejlesztési részlegében kezdtem, ahol egykori kísérleti padján Rudolf Diesel végezte az első méréseit. Új munkahelyemen a szakágazat legkiválóbb tudós mérnökei tömörültek. A fejlesztési részleget Karl Zinner professzor, a műszaki tudományos osztályt dr. Gerhard Woschni vezette. Az első feladatom a Juhász J. Kálmán által feltalált pontindikátor működésbe vétele volt, a dízelmotor hengerében fellépő nyomáslefolys mérésére. A nyomáslefolys számítógépes kiértékelése szolgált az égéslefolys meghatározására, ami a motor mechanikai és hőterheléséről nyújtott adatokat. Ekkoriban váltotta fel a logarlécet a számítógép, az empirikus bűtykölési gyakorlatot pedig az alkalmazott kutatás. A fejlesztés arra irányult, hogy a rendkívül költséges kísérleteket számítási módszerekkel helyettesítsük. Hirtelen számos kihívással szembesültem: a német nyelv és a szakirodalmi ismereteim hiánya, de főként az alkalmazott kutatásban való járatlanságom volt a legnagyobb hendikepem német kollégáimmal szemben.

- Úgy tudjuk, gyorsan ledolgozta a hátrányokat, és fél év sem telt bele, máris folyékonyan beszélt németül...

- És önképzés útján megtanultam a számítógépes programozást, valamint a tanulmányaimból ismert parciális differenciálegyenletek megoldását. A hétvégeket a szakirodalom tanulmányozásával töltöttem a világ legnagyobb műszaki múzeumának könyvtárában, Münchenben. 1969-ben már az MAN kutatónapján számolhattam be műszaki-tudományos munkám eredményeiről a német szakmai elit előtt. Sorra születtek számítási modelljeim az égéslefolys és az üzemanyag-befecskendezés szimulációjára. 1973-ban kitűnő eredményel doktoráltam a braunschweigi műszaki egyetemen, amelyről a VDI szaklapja a legjobb disszertációk között számolt be. Idő-

közben a szakma is felfigyelt a munkáimra, a Society of Automotive Engineerstől pedig meghívást kaptunk Detroitba, hogy előadást tartsunk a társaság éves kongresszusán. Itt találkoztam emigráns magyar mérnök honfitársaimmal, a Ford fejlesztőmérnökével, Simkó Aladárral, illetve Peer Gyulával és Gaal Istvánnal.

- Ekkor startolt el mérnöki/fejlesztési pályája innovációs korszaka?

- Az MAN-nál - Zinner professzor és dr. Woschni támogatásának köszönhetően -, ahogy a palántából pompázó virág fejlődik ki öntözés, napsugárzás és tápszerek gondos adagolásával, úgy váltam a diplomás kezdőből érett mérnökké. Ez a cég volt mérnökké válásom legfontosabb szakmai iskolája, ráadásul itt találkoztam először „leadership” típusú vezetőekkel, akik közösségükben nem domináltak, hanem példaképet mutattak és alkotó kultúrát teremtettek. Nyolc év után véget ért műszaki-tudományos tevékenységem szakasza, és valóban egy merőben új korszak kezdődött számomra. Svájcban az Adolph Saurer cégnél helyezkedtem el, ahol öt éven át fejlesztési vezetőként dolgoztam cégjegyzői meghatalmazással. Az ETH Zürich, a Brown-Boveri gyárral dolgoztam együtt előfejlesztési projektekből az akkumulátoros befecskendezés (Common Rail) és Comprex nyomáshullám-feltöltés fejlesztésén. Itt ismertem meg Max Berchtold és Ernst Jenny professzorokat, és későbbi barátomat, a gőzturbinák elismert szakértőjét, dr. Gyarmathy Györgyöt. A FIAT-tal közösen fejlesztettük ki az első közvetlen befecskendezésű, négyhengeres motort személygépjárművek meghajtására. A kombinált feltöltést az Autokut vezető mérnöke, Cser Gyula közreműködésével vezettük be a sorozatgyártásba, és a motort bemutattuk a genfi autószalomon is. Szakmai pályám ismét Németországba vezetett. Dr. Onno Syassen, egykori főnököm az MAN-nél az MWM - Motoren Werke Mannheim - igazgatói tanácsába kapott meghívást és a segítségemet kérte a fejlesztés megerősítésére. A Carl Benz által 1871-ben alapított MWM gázmotorokat, traktormotorokat, kapcsolt energiatermelő blokkokat gyártott. Fejlesztési vezetőként két év alatt korszerűsítettem a motorprogramot. Itt ért váratlanul egy fejedésszerű megkeresése a BMW Steyr leányvállalata legkorszerűbb fejlesztési központjának

vezetésére. Hatvan jelölt közül választottak ki a feladatra. Christian Bartsch, az FAZ újságírója a Modernste Dieseltechnik című könyvében ezt azzal magyarázta: jó hírnevem már megelőzte a BMW-nél tovább növelt ismertségemet. A csapatom humoros verssel, az MWM pedig a Carl Benz-aranyéremmel búcsúzott tőlem.

- Karrierje legizgalmasabb két évtizede következett...

- A BMW-nél csaknem húsz sikeres esztendő töltöttem el a dízel kutatási-fejlesztési központ vezetésével - nagyjából félezer munkatárssal az osztrák Steyrben. 1981-es „hivatalba” lépésemkor számos kihívással szembesültem. Fejlesztési csapatomat szinte az utcáról kellett toboroznom. Kezdetben a BMW Steyr a két vállalat leányvállalataként dízelmotorok fejlesztésére, gyártására és értékesítésére szerződött, a két cég „házassági hozománya” a BMW részéről a gyártócsarnokok költségeinek vállalása, a Steyr Daimler Puch részéről pedig a teljesen szokatlan szerkesztésű M1 motorkonceptió képezte. A motor és újszerű befecskendező rendszere az előfejlesztés stádiumában járt, a nehézségeket azonban tetőzte a Forddal kötött szerződés is, ami több ezer motor határidőre történő leszállítását írta elő. Az új motorral szerelt autóban már az első próbautam során feltűntek a járműben fellépő lengések. A konstrukció alapos elemzése után felfedeztem a szerkezet műszaki hibáját. Jelentésemben tárgyilagos szakmai érveléssel tájékoztattam a két cég vezérigazgatóját, ami leírhatatlan megdöbbenést váltott ki, hiszen korábban négy ismert tudós professzor is pozitívan értékelte a konstrukciót. A vállalatok igazgatótanácsai előtt megismételtem a lesújtó valóságot, az M1 koncepció műszaki alkalmatlanságát személygépjárműben. Az új helyzet a kooperáció megszűnéséhez és számos vezető menesztéséhez vezetett. A BMW átvette az épülő létesítményeket, engem pedig megerősített a pozíciómban immár a BMW felső vezetői körében. Szakmai kiállásommal megmentettem a BMW-t a felsüléstől, és elnyertem ugyan a vezetőség bizalmát, mégis rám várt a bizonyítás, a Ford-szerződés teljesítése.

- Mi lett a megoldás?

- A benzines variánsból levezetett dízelmotor, melynek gyártása közös szalagon futott. A motorokat a szerződésben rögzít-

tett határidőre le is szállítottuk. 1983-ban Henry Ford II. meglátogatta a gyárat és a kutatás-fejlesztési központot, ahol bemutattam a modern fejlesztési berendezéseket és előadást tartottam a dízelmotor jövőjéről. A fejlesztési stratégiát a BMW-imázsunk megfelelő sportos dízelmotorral terveztem. Ennek megvalósítására a következő motornemzedéket kizárólag feltöltéssel terveztem. A mechanikust felváltotta az elektronikus szabályozás, melynek bevezetéséért a sorozatgyártásba 1995-ben az Ernst Blickle-díjjal tüntettek ki. Az innováció eredményeként kilencven új motor bocsátott ki annyi káros anyagot, mint korábban egyetlen mechanikus szabályozású motor. A dízelmotor kopogását és zajosságát formatervezett, esztétikus burkolattal küszöböltük ki. Az autós szaklapokban sorra nyertük az összehasonlító értékeléseket, az 1988-as 24 órás nürburgi verseny győzelmével pedig vásárlók széles körében sikerült tudatosítani a modern dízel teljesítményét a benzinesekkel szemben. Mi fejlesztettük ki a világ első nyolchengeres, közvetlen befecskendezésű dízelmotorját. A nemzetközi szakbizottság a BMW-dízelmotorokat a hat- és nyolchengeres kategóriákban az év motorjaként – Engine of The Year – értékelte. A dízelágazatban így váltunk benchmarkká.

– Anisits Ferenc pedig „dízelpápává”?

– A Münchener Műszaki Egyetemen tartott előadásom előtt egykori főnököm, immár professzor Woschni mutatott be úgy, mint aki a dízelmotorok minden alkalmazási területén, elméleti módszerekben és gyakorlati alkotásokban – hajó, teher-, személygépjármű és ipari – rendelkezik fejlesztési tapasztalatokkal, és „dízelpápanak” titulált. Sajnos minden tiltakozásom ellenére ez az erősen túlzó és hízelgő megnevezés rajtam ragadt. Továbbra is az a normális mérnök maradtam, aki helytállt a kihívásokkal szemben.

– Említette a leadership szemlélet fontosságát. Önnek mit jelent ez a fogalom?

– Az ember az élet számos érthetetlen elrendezésével találkozik. Ilyen például, hogy az autó vezetése szigorúan jogosítványhoz kötődik, az emberek vezetésére ezzel szemben semmilyen minősítő követelményt nem támasztanak. A generációm megtapasztalhatta, hogy a szocialis-

ta rendszerben a politikai káderek miként bánnak a hatalommal. Ennek a fajta vezetői kultúrának a Napja mindig alacsonyan járt, ahol még a szellemi törpék is hosszú árnyékot vetettek. A munkakultúra elszorvadt, sok kollégám tevékenysége egyszerűen értelmét veszítette, és a folyamat kiégéssel végződött. A leadership szó magyar vagy német fordításban megtévesztő, mert a vezér és a Führer szavak történelmileg nemkívánatos egyéniségekre emlékeztetnek. A fogalom értelmezése jobban illeszkedik Mahatma Gandhira, Martin Luther Kingre vagy Edmund Hillaryra, akik teljesítményükkel példaképül szolgálnak számos menedzsernek is. Számomra a leadership olyan személyiség, aki elkötelezettséget érez csúcsteljesítményekre, példaképet mutat gondolkodásban és cselekvésben, elkötelezett a folyamatos tanulásra és változtatásokra. Az ilyen vezető sikere abban rejlik, hogy együttműködési kultúrát teremt a cél elérésére, kiegyensúlyozott viszonyt hoz létre a vállalkozás prioritása és a munkatársai érdekei között, felelősséget vállal a bizonytalanságban és a kockázatokban is, illetve támogatja munkatársait a tanulásban és az összefüggések megértésében. Legfontosabb feladatunknak a csapatépítést tekintetem. Jörg Löhr – ma a világ egyik legismertebb trénerre – segítségével sikerült a munkatársaimból élcsapatot kovácsolni, melyet a Quandt Alapítvány az év legjobb BMW-teamjeként aranygyűrűvel tüntetett ki.

– A csapatmunka érdeme a siker? Másként: a siker mindig csapatmunka eredménye?

– Az évek múlásával az ember nem lesz okosabb, de akaratlanul bölcsebbé válik. A bölcsességet nem lehet tudományos logikával vagy okostelefonból elsajátítani, csak élettapasztalat útján lehet megszerezni. Aki már nyolcvanöt évét élt, emlékszik, hogyan éltek az emberek korábban szemétszállító autók, hulladékhegyek, reklámpapírok vagy plasztiksomagolás nélkül. A bevásárlás a mindennapi megélhetéshez szükséges áruk beszerzésére, nem pedig a vásárlás élményének élvezetére szolgált. A mai nemzedéknek a régiiek életvitеле elképzelhetetlen illúzióknak tűnik. A nyugati világ lokális polgárosodó társadalmi globális fogyasztói közösséggé alakultak át. A munka világa is óriásit változott. Ahol minden a

shareholder value körül forog, ott elvész a munka értelme és a munkakultúra jelentősége, pedig a gazdasági tevékenység és a munkatársak jó közérzetének céljai nem ellentétesek. A vezető nagy vállalkozások rengeteg figyelmet és pénzt áldoznak a vezetők személyiségének továbbképzésére. A menedzserek többsége a vállalat sikerét a saját sikerének tekinti. Én más véleményt képviselek. Az igazán jó menedzser célja olyan zenekart teremteni, amelynél a karmester feleslegessé válik. A vezető „csak” a hangszerek összehangolását végzi. Nem az számít, ki nyer vagy ki veszít, hanem hogy mi az elvégzett munka értelme a csapattagok számára.

– Mi teszi a jó mérnököt? Melyek azok a kulcskompetenciák, amelyek ma elengedhetetlenek a sikerhez?

– Minden diplomás műszaki szakember rendelkezik matematikai, természettudományi, mérnöki tudással, a jó szakember azonban ezeken kívül rendelkezik olyan képességekkel is, mint az elemző, koncepcionális és stratégiai gondolkodás, kreativitás és együttműködési készség. A mérnök járta az innovációs módszerek és a projektmenedzsment alkalmazásában, valamint ismeri az alkotás globális ökológiai és ökonomiai rendszereit – a nyersanyag kiaknázásától kezdve a szállítás, a gyártás, az üzemeltetés fázisain át a hulladékkezelésig tartó folyamatokat. A jó mérnök tehát kiterjeszti vizsgálatát alkotásának teljes életciklusára. A mérnök hegymászó, aki a csúcs eléréséhez megfontoltan teszi egyik lépést a másik után, szemben mondjuk az ötletelő, sprintelő feltalálóval.

– Milyennek látja a mérnökképzés jelenlegi helyzetét?

– Az egyetemek többsége sajnos diplomagyárrá vált. A nyugati iskolarendszerek – ellentétben az ázsiai felsőoktatási intézményekkel – lecsökkentették követelményeiket, ennek hátrányos következményei pedig jól látszanak a mérnökképzésben is. A hazai műszaki egyetemeken visszaszorult az alkalmazott kutatás, amiatt az oktatók nem tudják felfrissíteni tudásukat az oktatás és a kutatás periodikus váltásával. Napjainkban is uralkodó gyakorlat az ismeretek bemagolása, „visszaszajkózása” és elfelejtése. A tudást tanítják, nem a gondolkodást. A folyamat helyett még mindig a műszaki tárgy szemlélete áll a középpont-

ban, míg a gyakorlatban használatos innovációs módszerek jószerivel ismeretlenek.

– Felteszem, ma is lépést tart a járműipar fejlődésével...

– Természetesen sokat foglalkoztatnak a közlekedés jövőjének kérdései. A technológiák evolúciós törvényszerűségeinek ismeretében tudatában vagyok, hogy a belső égésű motor fejlődése hamarosan a végéhez ér, ahogy egykor a propelleres repülőgépet felváltotta a sugárhajtású. Az átmenetet azonban különböző alternatív technológiák gondos vizsgálatával kezdeném. A városi közlekedésben a taxikat – az expanziós gépek elve szerint – lehetne sűrített levegővel üzemeltetni. A távolsági buszjáratoknál és tehergépjárműveknél csekély műszaki beavatkozással átállítható a dugattyús motor üzemeltetése zöld hidrogénre vagy metanolra. Az akkumulátoros autó alkalmazása számos hátránya – súly, tankolási infrastruktúra, áramszükséglet – miatt leszűkül a városi közlekedésre, ezért nem jövőképes. Erre a technológiára ugyanaz a sors vár, mint az azbesztre, a teflonra vagy a repceből préselt üzemyagra.

– Megismétlődhet a közeljövőben a hetvenes évek detroit-i durvulása, amikor Toyotákat törtek ripityára az állásukat féltő gyári munkások? Mondjuk olcsó kínai villanyautókat aprítanak fel német vagy francia modellek?

– Akkor igen, ha az e-autó lenne az egyetlen technológiai megoldás. Valaha a három nagy, a General Motors, a Ford és a Chrysler alkotta a világ vezető autógyártóit, napjainkban a kínai BYD – Build Your Dreams – a legnagyobb cég a piacon. Javaslom viszont megszívlelni azt a mondást, ami mérnöki pályám során mindig bevált: a gondolkodás a legnemesebb, az utánzás a legostobább, a tapasztalatszerzés a legkeservesebb.

– Alagútba fut az európai gazdaság, ha 2035-re valóban búcsút inthetünk a hagyományos hajtású autóknak? Egyáltalán: jó irányba halad ez a szektor?

– Nem tartom valószínűnek, hogy a világ képes jelenlegi gépjárműállományát tizenkét éven belül 1,3–1,5 milliárdos darabszámban elektromos meghajtásra átállítani. Ehhez hiányzik a fosszilis energiahordozókat kiváltani képes villamos áram mennyisége,

hiányzik a nyersanyag – kobalt, réz stb. –, a kiépítendő tankoláállomások struktúrája, és nem utolsósorban a vásárló.

– Mikor találkozott először a méregzöld aktivistákkal?

– Csak a parlamenti vitákból ismerem az ideológiai vezérlésű elképzeléseiket. Műszaki érvek helyett igyekeznek pánikot, bűntudatot és az erkölcsi felsőbbrendűség látszatát, hangulatát kelteni. A zöld technológiapolitika hasonlít a magas tetőről leugró emberre, aki abban reménykedik, hogy a földre érésig megtanul repülni. A politikusok nem képesek az általuk favorizált technológiai koncepciókat elejétől a végéig átgondolni. Nem tudják megérteni például, hogy a tisztán megújuló energiára épülő, folyamatos áramellátás tárolás nélkül nem biztosítható. Minél nagyobb a megújuló energia részesedése az áramszolgáltatásban, annál több fosszilis energiával működtetett hőerőműre – vagy atomerőműre – van szükség. Csökkenteni akarják a kiszolgáltatottságot az energiaellátásban, de azt a nyersanyagellátásban figyelmen kívül hagyják. Az sem világos számukra, hogy az e-mobilitás globális értéktermelő láncának ökológiai mérlege az életciklusra számolva – a modern dízelmotoréval összehasonlítva – kétszer több szén-dioxid-kibocsátással jár. Az elektromos mobilitást klímasemlegesnek tartják, ugyanakkor az akkumulátorgyártást környezetkárosítással vádolják. Arra sem képesek választ adni, mekkora a fosszilis energiát helyettesítő elektromos áram mennyisége, és milyen energiaforrásból állhat rövid idő alatt rendelkezésre? Az ökolufi kipukkadása előre programozott, időzített bomba. Az ideológiavezérelt koncepciók legnagyobb problémája nem a tudatlanság, hanem a tudás birtoklásának illúziója. A zöldek képesek a valóságot ignorálni, de nem képesek a valóság ignorálásának következményeit ignorálni. A klímafelmelegedés korlátozásának kísérlete 1,5 °C-on – az aktuális tendenciák szerint – kudarcra fog végződni. Hajlok azon véleményekhez, hogy értelmesebb az aktivitásokat és költségeket az alkalmazkodásra fordítani, a felmelegedés feltartóztatása helyett.

– Ha a pártpolitika nem is, a közélet és a szakpolitika világa bizonyára érdeklő...

– Természetesen demokratikus polgárként érdeklődöm a politika iránt, de so-

sem léptem be pártokba. A demokrácia híve vagyok, azonban minden népi és liberális jelző nélkül. Meggyőződésem szerint a demokrácia csak a nép közvetlen hatalomgyakorlásával valósulhat meg. A demokrácia fogalma mára messze eltávolodott eredeti jelentésétől. A demokratikus választásoknál, amelyeknél a közösség polgárait egymás ellen uszítják, nem lehet az együttlét normális formájáról beszélni. Talán a svájci közvetlen demokrácia közelíti meg leginkább az ideális politikai berendezkedést, ahol – a pártdemokrácia visszaszorításával, a bürokrácia leszűkítésével – társadalmi béke uralkodik. Ismeretlen a korrupció, függetlenek minden birodalmi és katonai tömörüléstől, nem keverednek háborúba kétszáz éve, a jólétük nem gyarmatosításból és nem a rabszolga-kereskedelemből származik. A svájciak igazi polgárok és nem szimpla fogyasztók, mert készek és képesek aktívan részt venni közügyeik intézésében a közösségük érdekében.

– Mivel foglalkozik mostanában?

– Megszületett a dédunokám, akit a szülei rám bízta, hogy tanítsam meg neki a magyar nyelvet. A Debreceni Egyetem felkért, hogy vegyek részt a minőségi műszaki felsőoktatás koncepciójának kidolgozásában, ezenkívül sokat foglalkoztat az ország gyors gazdasági felzárkóztatása a fejlett nyugati államokhoz. Ebben a témakörben vizsgálom az ország természeti erőforrásait és az átállás lehetőségeit az innovációs alapú gazdaságra. Érdeklődéssel kutatom, hogyan sikerült Trianon után a tudás Nagy-Magyarországot megteremteni és gazdaságot két évtized alatt, a '29-es világválságot követően talpra állítani.

– Mit jelentett önnek az idén tavasszal átvett Széchenyi-díj?

– Lassan hatvan esztendeje élek külföldön különböző országokban, de csak odahaza érzem igazán otthon magam. Bizonyos társadalmi és műszaki körökben máig természetes mellőzést érzek. A kitüntetés váratlanul ért, de nagyon boldoggá tett. Egy pillanatra felelevenedett bennem ötvenhatos emigráns mérnökbarátaim emléke, akik közül sokan talán jobban megérdemelték volna az elismerést. A díj átadásakor elérzékenyültem, mert arra gondoltam, a hazám visszafogadta idegenbe szakadt fiát.

Gondolatok a törökországi és szíriai földrengés tapasztalatai alapján

Kényszerek, módosítások, biztonság

A 2023. február 6-i törökországi és szíriai földrengés pusztító hatása felhívta a figyelmet a természeti erők és a mérnöki munka fontosságának tisztelére. Sajnos a témára vetülő „reflektorfény” folyamatosan csökken, lassan visszaáll az a megszokott állapot, hogy az épített környezetünk „láthatatlan” mérnöki teljesítménnyel szolgálja a közösség érdekeit. Nekünk, mérnökköknek azonban mindenképpen felül kell vizsgálnunk a katasztrófák során nyert tapasztalatokat, tanulva a bekövetkezett eseményekből.



Szántó László Gábor
elnök, MMK Tartó-
szerkezeti Tagozat,
tartószerkezeti
tervező, szakértő

A földrengés bekövetkezte után a magyarországi mérnökök pozitív társadalmi szerepvállalását jól mutatta, hogy az MMK Tartószerkezeti Tagozatának felhívására rövid időn belül mintegy 50 mérnök jelentkezett a helyszíni mérnöki-szakértői segítségnyújtás felajánlásával. Minden kollégának ezúton is köszönöm a jelentkezését! Sajnálatos módon az albániai földrengés során sikeresen megszervezett közös KKM-OKF-MMK-BME-segítségnyújtást követően a törökországi földrengés kárfelmérésével kapcsolatos mérnöki kamarai segítségnyújtás a megfelelő fogadókészség hiányában nem tudott megvalósulni. Szerencsére a budapesti és az isztambuli műszaki egyetemek együttműködési megállapodása lehetővé tette a BME oktató-kutató mérnök kollégái számára a helyszíni segítségnyújtást és tapasztalatszerzést. A korábbi albániai és a törökországi földrengéskárok tapasztalatai nagyban tudják segíteni a földrengési hatásokra való tervezés fontosságának megértését.

Az építőmérnökök – és közelebbről a tartószerkezet-tervezők – legfőbb feladata az építmények, épületek használati igényeknek, környezeti hatásoknak megfelelő biztonságos működésének, a természeti katasztrófa-helyzetekkel szembeni ellenálló képességének és az emberi élet védelmének biztosítása. Ez a törökországi és szíriai földrengési helyzetben elsősorban az emberi élet védelmét jelenti, vagyis

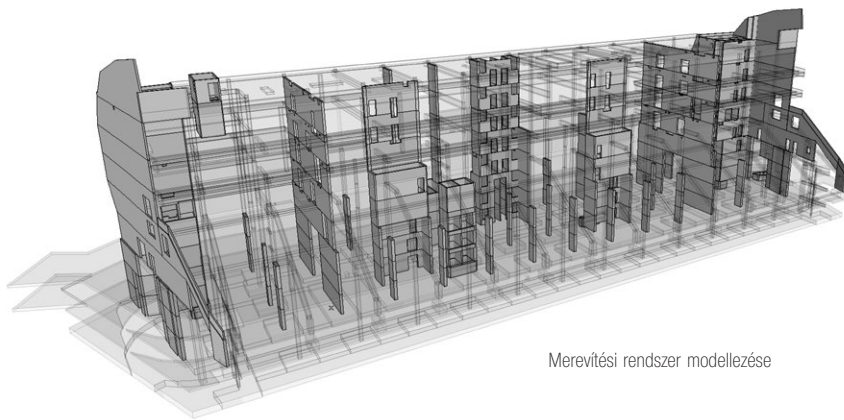
az épületek, építmények lehetővé kell tegyék a földrengés során a túlélés, biztonságos menekülés lehetőségét. Mindezt segítik a mérnöki tudományos kutatások, kísérletek, a tapasztalatok begyűjtése, a méretezési eljárások kidolgozása, a biztonságos tervezés és megvalósítás szabványosított előírásokkal történő lehetővé tétele. Mind a fellépő hatások mértékének, mind az alkalmazott műszaki megoldások, felhasznált anyagok ellenálló képességének, figyelembe veendő tulajdonságainak meghatározása során alapvető szerepet kapnak a statisztikai adatgyűjtések és a mérnöki-tudományos kutatások, valószínűségi elemzések.

A törökországi és szíriai események során bekövetkezett jelentős embervesztések és kiterjedt károsodások felvetik a földrengési hatásokkal kapcsolatos feltételezések, szabványosan figyelembe veendő földrengési hatások mértékének, valamint a károsodott épületek tervezési-kivitelezési-üzemeltetési folyamatai során a szabályok, szabványok betartásának fontosságát. A helyszíni tapasztalatok alapján kijelenthető: a hatások tekintetében az épületeknek, építményeknek a szabványos hatást lényegesen meghaladó földmozgással kellett szembenézniük, de több, a tervezés, kivitelezés és üzemeltetés során elkövetett hiba, döntés is kedvezőtlenül befolyásolta a katasztrófa mértékét. Jól lehetett látni a helyszíni tudósítások, felvételek alapján, hogy egymás közvetlen közelében is voltak a hatásoknak komolyabb károsodás nélkül ellenálló, illetve teljesen összeomlott épületek.

Felmerülhet a kérdés a magyarországi földrengési helyzet elemzésével kapcsolat-

ban is. Szerencsére kijelenthető: Magyarország földrengési kitettsége lényegesen kisebb, mint amivel a katasztrófa sújtotta területek esetében számolni kell. Ez nem azt jelenti, hogy nálunk nem kell földrengési hatásokkal foglalkozni, hiszen a földkéreg földrengési aktivitása folyamatos, de ennek mértéke a tektonikus lemezek főbb törésvonalaitól távolodva csökkenő hatású. A Magyarországon is érvényes Eurocode szabvány szerinti földrengési hatásokat 475 éves visszatérési periódusidőhöz és 10%-os túllépési valószínűséghez határozták meg. A méretezés során Magyarország területeire – a földrengési veszélyeztetettségnek megfelelően – eltérően megadott talajgyorsulási értékeket veszünk figyelembe. Magyarországon nem várható a törökországihoz hasonló mértékű és hatású földrengés. Bár a méretezési szabványok nem a Richter-skála szerinti értékekkel jellemzik a földrengési hatásokat, de azt fontos tudni, hogy a műszeres mérésekkel visszaigazolt legnagyobb hazai földrengés a Richter-skála szerint 5,6-es, míg a műszeres mérések előtti időszakban – a bekövetkezett károk alapján becslést – legkíméletesebb földrengés 6,3 magnitúdójú volt. A mostani 7,8-es törökországi földrengés a nálunk várható legmagasabb 6,0–6,5-es földrengéshez képest nagyságrenddel nagyobb erejű volt.

Mindezek ellenére nem szabad elfelejteni, hogy a kisebb földrengési hatásokra is méretezni kell az épületeinket, építményeinket. A szabványos méretezési előírások szerint figyelembe vett hatások esetében hosszú előfordulási periódusidőhöz képesti rövid műszeres mérési statisztikai tapasztalat legalább a szabványos előírások-



Merevítési rendszer modellezése

nak megfelelő földrengési hatásokra való tervezés és megvalósítás komolyan vételet indokolja. Ezzel már sokat tehetünk épített környezetünk biztonságáért, de fontos tudnunk, hogy Törökországhoz hasonlóan hazánkban is előfordulhat a szabványban rögzítettől nagyobb erejű földrengés.

A földrengési hatásokra való kötelező tartószerkezeti tervezés jelentős feladatot ró a tartószerkezet-tervezőkre. Ez a korábbi, 2010 előtti időszak gyakorlatához, megszokásához képest egy önálló tervezési helyzet, ami bonyolult, 3D számítógépes számítási modellezést igényel a tartószerkezeti viselkedés megfelelő modellezésével és elemzésével, a merevítési rendszer kidolgozásával.

A mérnöki munkával kapcsolatos szabványos elvárások miatt megnövekedett munkamennyiség jelenti a kisebb problémát a tartószerkezeti tervezés során. A magyarországi gyakorlatban még él a korábbi megrendelői-generáltervezői szemlélet, hogy a koncepciótervi, vázlattervi, de még az engedélyezési tervi fázisokban is a tartószerkezet és az egyéb szakági munkarészek csak egy műszaki leírásból állnak. Ezekben a fázisokban sem idő, sem az összehangolt szakági mérnöki munka lehetősége – arányos tervezési díjról esetenként nem is beszélve – nem áll rendelkezésre egy épület, építmény merevítési rendszerének megfelelő kidolgozására. Ez azt jelenti, hogy a több tervezési fázison át kizárólag a megrendelői-építészeti igényeket figyelembe véve, tartószerkezeti szempontból felületesen vizsgált merevítési lehetőség (ideálistól jelentősen eltérő, kedvezőtlen alaprajzi, magassági kialakítás) kivitelezési tervezési fázisban történő megerősökölésével alakulnak ki az épületeink tartószerkezeti rendszerei. Ezt csak tovább fokozza,

hogy ma már a jól működő, magától értetődő tartószerkezeti rendszerek nem jelentenek trendi megoldást. Vagy az eltérő szinteken eltérő funkcionális igények, vagy a szokatlan, izgalmas építészeti megjelenés teszi lehetetlenné a műszakilag célszerű, jól működő merevítési rendszer kialakítását. Gyakran nem alakítható ki az alaprajzi és magasságbeli szimmetria, vagy legalább az egymáshoz közeli merevítési és tömegközéppont.

A kőműves-kapacitás hiánya magával hozza a falazott szerkezetek vb. falas kialakítását, ami a homlokzatokon és a felmenő szinteken lágy szerkezeti rendszert eredményez. Ezzel nő a földrengés okozta igénybevétel, melyet a legnagyobb igénybevételű szinteken (emelt belmagasságú egyteres földszint, emelet) csökkentett keresztmetszetű merevítési rendszernek kell felvennie. Megjelennek a teherhordásból kizárt (csúszó kapcsolatos) falszakaszok az épületeken.

A funkciók és az alaprajzi elrendezések miatt megjelennek az egymás felett alaprajzilag elforgatott pillérek, pillérvázra terhelő nyílással áttört faltartók kis keresztmetszeti átfedéssel, az irodaházak esetében az alapozási szintig le nem vezetett liftaknák. A késői tervezési fázisokban megjelenő jelentős gépészeti, elektromos és építészeti áttörések a megelőző fázisokban még ideálisnak tűnő merevítő magok egyes falait gyakorlatilag vasalhatatlanná teszik.

A megvalósítás során – elsősorban roszsulfelfogott anyagi érdekből – nem alakult ki a folyamatos tervezői művezetés gyakorlata. Így gyakran csak tervtől való eltérések, hibák esetében kerül sor művezetésre, gyakran megelőzhető hibákat, gyengítéseket eredményezve, utólagos nehezen vagy nem pótolható teherbírás-csökkenéssel. Az

eredeti terveken nem szereplő áttörések kialakítására, falvágásra nem egy esetben a tartószerkezet-tervező megkérdezése nélkül kerül sor. Félreértés ne essék, egy-egy kisebb áttöréssel, vágással is lehet komoly tartószerkezeti problémát okozni.

Mindez nem azt jelenti, hogy esetenként egy extrém tartószerkezeti kialakítású épületet nem lehet megfeleltetni földrengési hatásokra, de a tartószerkezeti geometriai kényszerek magukban hordozzák a tervezési és kivitelezési hibák jelentősen megemelt kockázatát.

Érdekes, hogy az épületek esztétikai megjelenését, városi környezetbe illesztését építészeti zsúrin keresztül szűrik, miközben a mérnöki-műszaki tartalmat nem vizsgálják. Célszerű lenne minden építészeti zsúribe legalább a tartószerkezeti rendszer helyességét vizsgáló mérnök tagot delegálni. Ezen a helyzeten az engedélyezési eljárások könnyítése sem segít. Az engedélyezési tervdokumentációk szakági munkarészeinek korábbi vizsgálata elmaradt. A kivitelezési tervben végrehajtott tartószerkezeti módosítások nem vonnak maguk után módosított engedélyezési eljárást. Gyakorlatilag egy vegyesen pillérváz és falas szerkezeti rendszer egy jelentősen módosított vegyes rendszerre kicserélhető a pillérek és falak számának és keresztmetszetének módosításával, minden hatósági kontroll és dokumentálás nélkül. Ezt tetézi, hogy a kivitelezési tervek nem kerülnek át a lakóközösség birtokába, így utólag nehezen kontrollálható egy épület élete. Egy-egy átalakításnál nehezen értethető meg a tulajdonossal, megrendelővel, hogy egy merevítőrendszert érintő átalakítás komplett földrengési felülvizsgálatot igényel, komoly mérnöki kapacitás igénybevételével. Ezt nyilván fokozza, ha nem állnak rendelkezésre kivitelezési tervek.

Nem szeretnék a kelletnél sötétebb képet festeni a magyarországi építőipari helyzetről, mert a későbbi cikkekben szereplő tervezési, kivitelezési hibákkal nálunk azért ritkán kell számolni, illetve a hazánkban elterjedt vb. merevítő magos épületek lényegesen kedvezőbb viselkedésűek, mint a törökországi 10-12 szintes keretes struktúrák, de azért lenne mit tennünk a helyzet javítása érdekében.

Tanuljunk mások hibájából, tragédiájából! Hívjuk fel együtt a döntéshozók, a beruházók és a szakmagyakorlók figyelmét a változtatás fontosságára!

Hol és milyen munkát végzett a BME csapata?

A törökországi földrengés tapasztalatai mérnökszemmel

2023. február 6-án hajnalban 7,7 erősségű földrengés rázta meg Törökország délkeleti és Szíria északnyugati részét. Egy 1939-es földrengéssel együtt ez volt a térség legerősebb földrengése.

A katasztrófhelyzetet tovább fokozta a nagyszámú erős utóregés – a legnagyobb a kora délutáni órákban érte a térséget 7,5-es erősséggel –, valamint a Magyarország területénél közel másfélszer nagyobb kiterjedés. A pusztító, több mint 60 ezer életet követelő katasztrófát az Anatóliai- és Arabiai-lemez közötti megcsúszás okozta.

A ROVAT CIKKEINEK SZERZŐI:

Dr. Joó Attila László egyetemi docens,
BME Hidak és Szerkezetek Tanszék

Ther Péter Pál doktorandusz,
BME Szilárdságtani és Tartószerkezeti
Tanszék

Dr. Ther Tamás adjunktus,
BME Szilárdságtani és Tartószerkezeti
Tanszék

Dr. Völgyi István egyetemi docens,
BME Hidak és Szerkezetek Tanszék

A helyszínre jutás folyamata

A hajnali katasztrófa után 80 ország mentőcsapatai kezdték meg a felkészülést, hogy minél hamarabb részt vehessenek a romok alóli életmentésben. Magyarországról összesen 13 szervezet 167 embere vett részt a mentésben a földrengés utáni körülbelül kéthetes időszakban.

A BME a földrengés napján felvette a kapcsolatot az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatósággal (OKF) és a European Engineering Learning Innovation and Science Alliance (EELISA) partner Isztambuli Műszaki Egyetemmel (ITU), hogy felajánlja mérnöki segítségét a mentési munkákban. A Műegyetem az OKF-fel több évre visszanyúló kapcsolatot ápol, az egyetemi szakértelem több hazai katasztrófhelyzetben segítette a katasztrófavédők



A BME és az ITU kutató mérnökei

munkáját. Ennek egyik példája a 2019. év végi albániai földrengés volt, ahol az OKF és a Külgazdasági és Külügyminisztérium (KKM) felkérésére a Magyar Mérnöki Kamara (MMK) a BME-vel együtt kétszer egyhetes időszakra 6-6 mérnökből álló csapatot állított ki, hogy az Európai Polgári Védelmi Szolgálat (EUCP) irányítása alatt segítségük az albán mérnököket a földrengés utáni állapotfelmérésben. Az EELISA-együttműködés keretében oktatási-kutatási közösségek alakultak, melyek egyike a katasztró-

rófamegelőzéshez kapcsolódó mérnöki kutatásokat összefogó csoport, így automatikusan adódott, hogy a két egyetem vezetése felvegye a kapcsolatot egymással, és a BME aktív személyi részvételét ajánljon fel segítségként. A két szervezet elfogadta a felajánlást, így megindulhatott az utazás és a segítségnyújtás szervezése. A Műegyetem részéről négy oktató-kutató mérnök jelentkezett a szinte azonnali indulással járó, kicsivel több mint egyhetesnek ígérkező, az albániai küldetésnél



A katasztrófamenedzsment körfolyamata mérnöki szemmel (Forrás: akibox.com)

nehezebb körülményeket ígérő önkéntes munkára.

A segítségnyújtási igényt a KKM fogadta és továbbította Törökország budapesti nagykövetségére, ahonnan a török katasztrófavédelemhez (AFAD) továbbították a felajánlott segítséget, mert ők fogták össze, hagyták jóvá és szervezték a nemzetközi felajánlásokat és a mentőcsapatok beutazását. Az önkéntes munka költségeinek finanszírozását a KKM-hez tartozó Hungary Helps Ügynökség Nonprofit Zrt. vállalta, önkéntes szerződés keretében. Az utazást a Turkish Airlines térítésmentesen biztosította minden mentőcsapatnak, akik nem saját járművel kívánták a helyszínre utazni. A BME négy kutatója ezzel a segítséggel február 10-én, pénteken, a földrengés után négy nappal szállt repülőre, és isztambuli átszállással érkezett a törökországi Adana nemzetközi repülőtérre, majd február 18-án, szombaton ugyanezen az útvonalon indultak vissza Budapestre. A mentésben részt vett még az EUCP is, melynek tagjai az adanai nemzetközi repülőtérre rendezték be bázisukat, a helyi logisztika szervezésében ők is segítettek a magyar mérnökök munkáját.

A BME négy önkéntes kutató mérnöke volt: dr. Joó Attila László egyetemi docens a Hidak és Szerkezetek Tanszékről (lásd az előző oldali képen, balról a második), Ther Péter Pál doktorandusz (jobb szélén) és dr. Ther Tamás adjunktus (bal szélén) a Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszékről, valamint dr. Völgyi István egyetemi docens (jobbról a harmadik) szintén a Hidak és Szerkezetek Tanszékről. Az Isztambuli Műszaki Egyetemről a BME-vel szorosan együttműködő két kolléga Ismail Dabanlı egyetemi docens (balról a harmadik) és Ceyhun Erman kutató (jobbról a második)

voltak. A két mérnök kolléga mellett az ITU egy nagyobb logisztikai csapattal és segélyszállítmánnyal is támogatta az otthon nélkül maradtakat.

A mérnöki munka

A katasztrófamenedzsmentnek létezik egy elméleti körfolyamata (lásd fent), amely a katasztrófák bekövetkeztének pillanatától indul és oda is érkezik vissza. A közbenső lépésekben sorrendben a katasztrófahelyzetre adott azonnali válasz, a helyreállítás, az enyhítés, a megelőzés és a felkészülés szerepel. A mérnököknek minden egyes fázisban fontos szerepet kell betölteniük, különösen igaz ez egy földrengés után kialakult katasztrófa helyzetben.

A mentés során a mérnöki támogatás segíthet a mentőcsapatoknak a romok állapotának felmérésében, a mentési útvonalak szakszerű biztosításában a mentőcsapatok és a túlélők védelmében. A helyreállítás első lépéseként az érintett területen megtörténik az épületek, infrastruktúra-elemek gyors állapotfelmérése, amelyhez mély tartószerkezeti ismeretekkel és tapasztalattal rendelkező mérnökök szükségesek.

A törökországi földrengés után a BME csapata két különböző helyszínen, de ebben az első két fázisban vett részt. Megjegyezzük, hogy az albániai földrengés esetén csak a második, gyors felmérő munkát végezte az MMK és a BME csapata. A harmadik fázist a részletes szakértői vizsgálat, a menthető épületek megerősítésének tervezése és kivitelezése jelenti, melyet már általában az adott ország társadalomának és gazdaságának kell végrehajtania, természetesen szükség esetén külső segítséggel.

Az utolsó fázis a felkészülés, amely jelenti a meglévő épületállomány vizsgálatát, a szabványos méretezési eljárások

Köszönetnyilvánítás

A BME mérnökei a bevezetőben bemutatott szervezeteken belül külön köszönetet mondanak a BME részéről dr. Czigány Tibor rektornak, Verseghi-Nagy Miklós kancellárnak, valamint dr. Józsa János rector emeritusnak, akik támogatták az egyetemi csapat kiutazását a katasztrófa helyszínére; dr. Tóth Ferenc tüzoltó dandártábornoknak az OKF részéről, hogy támogatta a mérnökcsapat csatlakozását a HUNOR mentőszervezethez; dr. Jackovics Péter ezredesnek és Ökrös Árpád őrnagynak, valamint a teljes HUNOR mentőszervezethez, amiért befogadták a mérnökcsapatot az antalyai táborukba; az AFAD-nak és a Kahramanmaraş Egyetemnek, hogy szállást adtak a hét többi napján; Mátis Viktor nagykövetnek és Magyarország ankarai nagykövetségének, amiért segítettek a csapat utazását; Meltem Güney asszonynak, Törökország budapesti nagykövetsége első tanácsosának, aki kezdtől támogatta a munkánkat; az Isztambuli Műszaki Egyetemnek, hogy együtt dolgozhattunk; valamint családajainknak, hogy helytálltak a távollétünkben.

fejlesztését, szabványok és műszaki irányelvek írását, betartását, betartatását, valamint olyan rendszerek fejlesztését, melyek a katasztrófavédelem munkáját segítik egy esetleges katasztrófa helyzetben.

A magyar mentőcsapatok közül az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság nehéz városi kutató-mentő csapata, a HUNOR (Hungarian National Organisation For Rescue Services), a földrengés napjának estéjén a felszerelésével együtt a Magyar Honvédség repülőjére szállt, és a keddi napon érkezett a törökországi Hatay tartományba, azon belül az egyik legsúlyosabban károsodott városba, Antakya-ba. Itt kapták meg kutatási területnek a felborult Rönesans Rezidanst és a város egyik – az AFAD által a külföldi mentőcsapatoknak felosztott – zónáját. A BME mérnökei a kint tartózkodásuk első két napját a HUNOR mentőcsapattal együtt töltötték, segítettek egy félig megdőlt épületben a keresést, és részt vettek a felderítési munkában.

A HUNOR visszahívása után a BME mérnökei Kahramanmaraşban, a második földrengés epicentrumához közeli városban folytatták a munkát. A kint tartózkodás hátralévő részében az ITU és az AFAD mérnökeivel együtt osztályozták épületeket, amihez a török katasztrófavédelem rendszerét és módszertanát használták. Az ott tartózkodásuk alatt mintegy 60 házat vizsgáltak meg.

Kritikus kérdés az épületek tervezett és valós viselkedése

A földrengési hatás

Február 6-án, kora hajnalban egy $M_w=7,7$ nyomaték-magnitúdójú földrengés pattant ki a kelet-anatóliai törésvonal mentén. A rengés fészkmélysége 8,6 km volt, az epicentrumot Gaziantep városától mintegy 40 km-re északnyugatra, Kahramanmaraş városától 33 km-re délkeletre határozták meg. Az első, pusztító erejű rengést mintegy 9 órával később követte egy $M_w=7,5$ erősségű utórengés, amely Kahramanmaraştól 98 km-re északnyugatra, 7,0 km mélységben pattant ki. Törökország ezen régiója az Afrikai–Anatóliai–Arábiai-közetlemezek találkozására miatt szeizmikus szempontból rendkívül aktív terület. Az első földrengés során a megcsúszó Anatóliai- és Arábiai-lemezek egymáshoz képesti elmozdulása egyes helyeken a 8,0 m-t is meghaladta.



Az Arábiai- és Anatóliai-lemez megcsúszása hatására a D835 számú autópálya sérülése: a lemezek egymáshoz képesti elmozdulása itt 3,6 m

A két erős rengés súlyosan érintette Kahramanmaraş, Adıyaman, Hatay, Osmaniye, Gaziantep, Kilis, Şanlıurfa, Diyarbakır, Malatya, Adana és Elazığ tartományok településeit egy körülbelül másfél magyarországnyi területen, ahol több mint 15 millió ember él. Egyes becslések szerint Törökország területén 160 ezer épület omlott össze vagy szenvedett javíthatatlanul súlyos károkat, az áldozatok száma több mint 60 ezer. A katasztrófát követő hetekben több ezer utórengés pattant ki. Ezek közül 42 rengés erőssége meghalad-

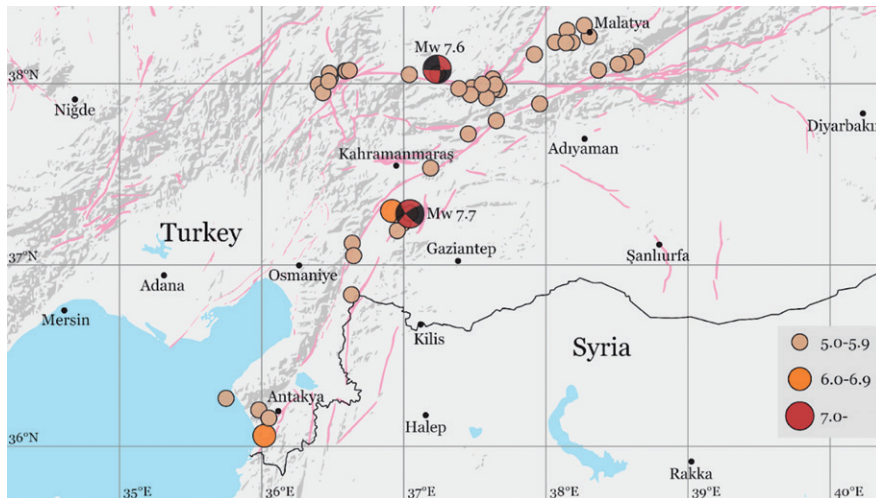
ta az 5,0-es magnitúdót. Jelen cikkben szeretnénk röviden bemutatni a földrengések hatását mérnöki szempontból, az általunk bejárt két jelentősen sérült város, Antakya és Kahramanmaraş esetében.

A két helyszín egymástól nagyon különböző. Kahramanmaraş mindkét rengés epicentrumához igen közel fekszik, azonban a törésvonaltól ~30 km-es távolságban, a Taurusz-hegység lábánál. A város történeti része az alsóbb, laposabb részekben, míg az újabb városrészek a sziklás domboldalon találhatóak. Antakyaiban a földrengés

hatása két szempontból is pusztítóbbnak bizonyult, mint az epicentrumhoz jóval közelebbi Kahramanmaraş városában. A város a törésvonal végén található, itt a hatás az interferencia miatt fokozott volt, továbbá a terület egy sziklamedencében fekszik, ahol a talaj jellemzően az Orontes folyó hordalékából származó laza, üledékes talaj.

A földrengés hatása

A törökországi földrengésmérő állomások közül az első rengést 379 rögzítette.



A törökországi földrengés és utóregései (Forrás: tadas.afad.gov.tr)

A gyorsulásmérő szenzor a 4614-os számú állomáson 2,01 g maximális csúcsgyorsulási értéket (PGA – Peak Ground Acceleration) mért vízszintes és mintegy 1,6 g-t függőleges értelemben. A második rengés esetében a mért vízszintes csúcsgyorsulás ennél jóval kisebb, 0,65 g a 4612-es számú állomás mérési adatai alapján.

A harmadik és negyedik cikkekben Antakya és Kahramanmaraş városainak összedőlt és sérült épületeivel foglalkozunk, így az alábbiakban ezen két város esetében mutatjuk be az első földrengés hatását.

Antakya esetében 7, Kahramanmaraş esetében 8 olyan állomás adatait vettük figyelembe, amelyek a város belső részében található, ezért az általunk mért gyorsulási értékek az épületeket érő hatással jó egyezést mutathatnak. Az egyes állo-

mások szenzorai az épületek alapozásához rögzített, nem az alapkőzetre telepített műszerek, így a gyorsulási értékek már magukban hordozzák az alapkőzet feletti talajrétegződés erősítő hatását is. Az egyes adatsorokat a török katasztrófavédelem (AFAD) nyilvánosan elérhető adatbázisából (www.tadas.afad.gov.tr) kértük le.

Az állomások adataiból előállítottuk az adott helyeken figyelembe vehető rugalmas válaszspektrumgörbéket. A színes görbék az egyes állomásokhoz tartozó spektrumok, míg a fekete, vastagabb görbe azok átlagát ábrázolja. Érdeemes megfigyelni, hogy Antakya-ban a vízszintes irányhoz tartozó, átlagolt spektrum pszeudogyorsulási értékei a 0-1,2 s közötti tartományon mindenhol 10 m/s² feletti értékek, míg 0,5

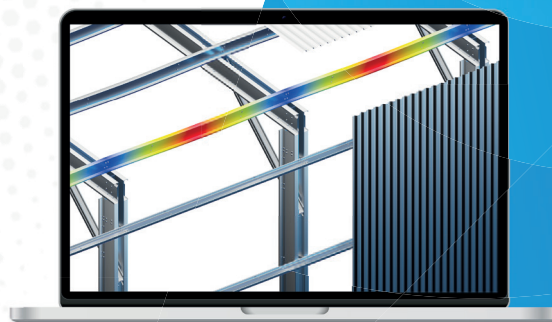
s-os periódusidőhöz tartozó részen 2,2 m/s² gyorsulást mutatnak. Ezzel szemben az átlagolt görbéhez képest óriási kiugrásokat láthatunk: a kis lengésidőkhöz tartozó tartományon 45,0 m/s² pszeudogyorsulási értéket is megfigyelhetünk. Szintén fontos megjegyezni, hogy a függőleges hatás is igen jelentős. A spektrumok alapján a hatás Kahramanmaraşban jóval kisebb, az átlagolt görbe „platója” keskenyebb, a pszeudogyorsulás értéke az Antakya-ban megfigyelt értékeknek mintegy harmada.

Az egyes spektrumokat nem hasonlítottuk össze részletesen a török földrengési szabvány értékeivel, mert míg a talaj hatását a bemutatott görbék jellemzően tartalmazzák, addig a figyelembe vehető viselkedési tényező és fontossági osztály hatásait nem mutatják be. Azonban fontos megjegyezni, hogy az adott területen a 475 éves visszatérési periódusú rengéseknél figyelembe veendő alapgyorsulás 0,4 g, így a lakóépületek esetén a legrosszabb talajadottságok növelő hatását is figyelembe vevő rugalmas válaszspektrum platójának pszeudogyorsulási értéke $S_e = 0,4 \cdot g \cdot 1,4^2 \cdot 2,5 = 14,0 \text{ m/s}^2$. A leggyengébb talajhoz tartozóan a plató szélessége 0,9 s. Látható tehát, hogy a bekövetkezett hatás több esetben jelentősen meghaladta a szabvány által előírt tervezési értéket.

Helyszíni tapasztalataink is alátámasztják a bemutatott adatokból érzékelhető különbséget a két város között. Míg Antakya-ban az általunk megvizsgált városrészben csupán elvélve találtunk olyan épületet, amely nem dőlt össze vagy nem

Megújult a Lindab Structural Designer!

Letisztult design.
Új funkciók.
Gyorsabb tervezés.

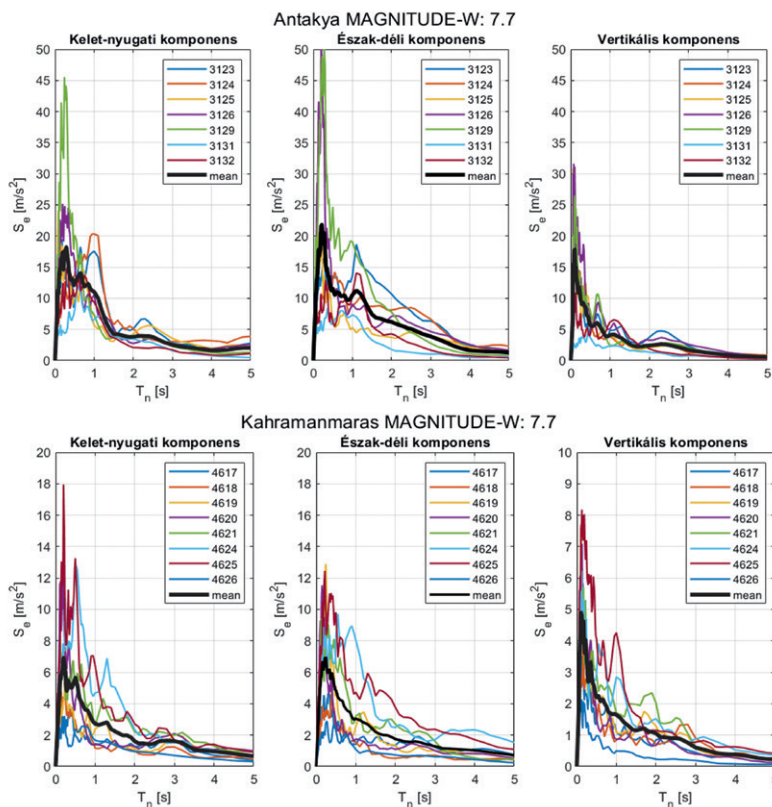


A teljes Lindab vékonyfalú szelemen portfólió integrálva van a szoftverbe

R15 tűzterherre való méretezés

Könnyen méretezhető
ablakméret





A figyelembe vett mérőállomások gyorsulási adatai alapján számított rugalmas pszeudogyorsulási válaszspektrumgörbék. Antakya és Kahramanmaraş városában – az egyes ábráSOROK a rengés kelet-nyugati, észak-déli és függőleges irányú komponenseit mutatják

1. lengéSalak T [s] m ⁺ [%]	oszlop: 35/52; gerenda: 35/48; P ₀ =35kN/m; 12 színt				oszlop: 35/52; gerenda: 35/48; P ₀ =35kN/m; 9 színt			
	teljesen kitöltött	alacsony sérült	1. és 2. színt sérült	keretváz	teljesen kitöltött	alacsony sérült	1. és 2. színt sérült	keretváz
	0,59	0,85	0,76	1,11	0,4	0,46	0,58	0,87
	75	82	89	78	79	89	92	81

Tipikusnak tekinthető kitöltőfalas, vasbeton keretvázás épületek első lengéSalakjához tartozó lengésidők és modális tömegarány a kitöltőfal sérülésmentes állapota, egy idealizált sérült állapot és az üres keretváz esetén.

szennedett súlyos károkat, addig a hasonló típusú szerkezetek esetében Kahramanmaraşban számos, csak kismértékben sérült, vagy javítható épületet is találtunk.

A földregés hatása az épületekre

A két területen az építési mód nagyon hasonló. Vasbeton keretvázás, 8-12 szintes lakóépületeket vizsgáltunk, melyekben a me-revítőrendszer a keretváz és a keretvázban elhelyezett téglakitöltő falazat. Közelítő, síkbeli számításokat végeztünk tipikusnak mondható épületek esetére, és azt találtuk, hogy a 9-12 szintes épületeknél az el-

ső lengéSalakhoz tartozó periódusidő 0,4-1,2 s közötti érték, attól függően, hogy az egyébként gyenge kitöltőfalazatot mint rugalmas tárcsát figyelembe vesszük-e, vagy pusztán a keretváz viselkedését vizsgáljuk. A síkbeli modell természetesen számos közelítést tartalmaz, de jól mutatja, hogy az alkalmazott építési mód esetén az épületek első periódusidejéhez – amelyhez a modális tömegek 75-92%-a tartozik – a válaszspektrumgörbe igen nagy értékei tartoznak. Függőleges értelemben a kitöltött vagy kitöltetlen keretvázalattal épített szerkezet lengésideje 0,05-0,15 s körüli, így a spektrumok által jelzett hatás az egyes épületek

esetén akár a nehézségi gyorsulás háromszorososa is lehetett! A helyszíni megfigyelések alapján az épületeket érő hatás ellen a vékony, gyenge kitöltőfalak és a lépcsőkárok is jelentős szerepet vállaltak. A nemzetközi gyakorlatnak megfelelően az épületeket vélhetően vasbeton keretvázként méretezték földregésre. Ezt a feltételezést támasztják alá a helyszíni megfigyeléseink: a kitöltőfalak nincsenek bekötve a keretváz elemeihez, a falazatot sem függőleges, sem vízszintes értelemben nem ékelik ki a vázhoz – alkalmasint építési hab (PUR) kitöltés készül a hézagokban. A kitöltőfalak jelenléte a rengés pillanatában azonban számottevő. Az üres keretvázhoz képest a szerkezet periódusideje akár fele, így a szerkezetet érő földregési hatás jóval nagyobb. Példaként a 4. képen bemutatott 12 szintes épület esetén a modális válaszspektrum-analízis alkalmazásakor a kitöltetlen keretvázra figyelembe veendő alapnyíróerő értéke 20%-kal kisebb, mint a kitöltött keretváz esetén. A kitöltetlen keretváz ugyanis a válaszspektrumgörbe eső ágához tartozó értéket vesz fel, míg a kitöltött keretvázhoz tartozó érték a „platóra” esik. Továbbá a rengés során ezen kiékeletlen falak súlyos károsodásokat szenvednek az alsóbb szinteken, a degradáció miatt kieshetnek a helyükről, amely súlyos, ütésszerű merevségcsökkenést jelent a további gerjesztés során.

Összefoglalás

A fentiekben röviden ismertettük a Törökországot és Szíriát sújtó februári földregés mérnöki szempontból fontos hatásait. Bemutattuk, hogy a BME szakértői csapata által Antakya-ban és Kahramanmaraşban tapasztalt megfigyelések a földregés adatainak elemzésével jól alátámaszthatók. Ezek alapján fontos kijelenteni, hogy a földregési hatás Törökország egyes területein jelentősen meghaladta a szabvány által javasolt értéket. Megmutattuk, hogy a két város esetében a pusztítás eltérő mértékét jól magyarázzák az egyes helyeken rögzített gyorsulási adatokból származó válaszspektrumgörbék. Felhívtuk továbbá a figyelmet arra, hogy az épületek tervezett és valós viselkedése kritikus kérdés: a falazattal kitöltött keretváz rendszerű épületek esetében a falazat számítási modellben való elhanyagolása könnyedén eredményezhet a földregési hatás meghatározásánál súlyos hibát, így a szerkezet tönkremeneteléhez vezethet.



PREFA KOMPLETT RENDSZER

A PREFA nemcsak a stabil tetők specialistája, hanem kiváló minőségű tető-vízvezetések, homlokzato-
kat, fotovoltaiikus rendszerekhez alátétszerkezeteket, árvízvédelmet és még sok minden mást is gyárt. A PREFA alumíniumtermékek Ausztriában és Németországban többéves tesztelés, ellenőrzés és folyamatos fejlesztés eredményeként készülnek. A PREFA 5 000 különböző termékkel rendelkező komplett rendszerének köszönhetően egy homogén és harmonikus megjelenésű épületburkolat valósítható meg személyes elképzelések alapján.



3D ÉS BIM

A digitális tervezés kihívásainak megfelelően, és a digitalizált építési folyamat fejlesztése, valamint Önnek, az építésznek/tervezőnek nyújtott támogatások bővítése érdekében a PREFA tetőfedő- és homlokzatburkolati termékeink textúráit, 3D és BIM adatait, különböző formátumokban ingyenesen le tudja tölteni.

**PREFA
AZ ÖN ERŐS
PARTNERE
A DIGITÁLIS
TERVEZÉSBEN!**



Anyag: alumínium, tervezési segítség és közel határtalan alkotói mozgástér.
A PREFA számos előnyt biztosít a tervezőknek és építésznek.

WWW.PREFA.HU

Mérnöki tapasztalatok Antakya városában

Jellemző épületomlások

A török–szír határ közelében február 6-án kipattant földrengés szörnyű pusztítást végzett a Hatay tartományban lévő Antakya-ban, az ókori nevén Antiókiaként ismert történelmi jelentőségű városban is. A közel négyszázézes lélekszámú nagyvárosban több ezer ember és épület esett áldozatul a szabványos szintet lényegesen meghaladó intenzitású földrengésnek. A vető végén található városban tovább növelte a pusztítást, hogy a hegyek ölelésében elhelyezkedő folyó völgyben a domborzat miatt visszaverődő rezgéshullámok is egymásra halmozódtak.

A két hullámban érkező, egyenként kb. 10-15 másodpercig tartó intenzív földmozgást követően számos nemzetközi és magyar kutató-mentő csapat sietett a térségbe, és 24-36 órán belül megkezdte a kutatást. A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) négy tartószerkezeti szakértője az OKF kötelékébe tartozó HUNOR mentőalakulathoz csatlakozott. A BME mérnökcsapata később érkezett a HUNOR táborába. A katasztrófa után öt nappal lassan lezárult a kutatás-mentés fázisa. Ekkor az érdemi remény már nagyon kicsi, hogy túlélőket találjanak. Ott-tartózkodásunk idején a nehézgépek és a segítők már megkezdtek a szomorú bontási, fejtési munkát. A BME csa-

pata a helyszínen töltött két napban mindkét tevékenység aktív részese lehetett.

HUNOR-BME-együtműködés

A BME csapata esti érkezésekor a HUNOR mentési munkálatához csatlakozott, ahol a romok között érte csapatunkat egy 4,4-es magnitúdójú utóregés. A másnapi felderítés során a kutyás kutatókból és beavatkozó egységből álló csapattal meglehetősen nagy területet jártunk be. Ennek keretében több módon segítettük egymás munkáját. A HUNOR és a BME között évek óta létezik együttműködés, amelynek keretében a romos környezetben hasznosítható

tartószerkezeti ismereteket adunk át a kutató mentőknek. A képzés része az épített romokban való mozgás, ideiglenes megtámasztások építése. Egy valós katasztrófafazóna komplexitása azonban messze túlmutat az épített romokén, és a mentőcsapatokra leselkedő veszélyek nagyságrendileg nagyobbak. A mentési művelet során a mérnöki munkák és együttműködések az alábbiak lehetnek:

- Kulcsfontosságú az épületbe való belépés előtt a veszélyek helyes felmérése. Az antakyai épületeket olyan hatalmas igénybevételek érték, hogy a szerkezeteket takaró burkolatok, vakolat, de gyakran a betonfedés is lehullott a szerkezetekről. A homlokzati és egyéb válaszfalak sokszor hiányoztak a szerkezetekből. Ez lehetőséget teremtett a szerkezetek külső szemlélésén keresztül a szerkezeti kialakítások, szerkezeti viselkedés és károsodások elemzésére. A közös épületvizsgálatok mással nem pótolható tapasztalatot jelentettek minden résztvevőnek.

- A bejárás során ugyancsak lehetőség nyílt a romosodott épületek ideiglenes megtámasztása nemzetközi módszertanának megfigyelésére, elemzésére. A BME-csapat érkezésekor vizsgált, féloldalasan a földre rogyott épület például markolókkal volt ideiglenesen megtámasztva a mentés idejére.

Antakya belvárosa a hegyekkel körülvett folyó völgyben, menekülttáborral az előtérben





Egy részben összedőlt, megdőlt épület ideiglenes megtámasztásokkal

– A HUNOR mentőcsapat jelenléte lehetőséget teremtett, hogy romosodott épületeket szakavatott kísérettel járjunk be, s feltárjuk a külső és a belső kárjelenségek közötti összefüggéseket.

Épület-összeomlások

Az Antakýában bejárt városrész szinte elképzelhetetlen pusztítást szenvedett el. Az épületek mintegy harmada részben vagy egészen összeomlott. A talpon maradt épületek is olyan súlyos károsodásokat szenvedtek, hogy bontásuk elkerülhetetlennek látszott. Ezért ebben a cikkben az épület-összeomlásokra koncentrálnunk. Az ezt követő, a kahramanmaraši tevékenységet bemutató cikk a talpon maradó épületek károsodásaira helyezi a hangsúlyt.

Az összeomló épületek nagyon sok csoportba sorolhatók az összeomlást kísérő jelenségek alapján. Ezek közül néhány gyakori példát emelünk ki:

– „Palacsinta” (az angol nyelvű szakirodalomban „pancake”) típusú összeomlás során az épület függőleges tartószerkezetei összeroppannak vagy összecuklanak, a födémek pedig általában egészben egymás közvetlen közelébe zuhanva találnak egyensúlyt. Az így összeomló épület maga alá temeti a válaszfalakat, a berendezési tárgyakat és az épületben tartózkodókat is. A födémek között nagyon kicsi, mindössze néhány deciméteres hely van. Ez na-



A BME csapata által bejárt városrész

gyon kevés esélyt ad a túlélésre. A mentőcsapatoknak nagyon kis helyen, általában felülről induló bontással, rendkívül nehéz körülmények között kell dolgozniuk. A sikeres mentés esélye sajnos kicsi. Az ilyen összeomlást az összes függőleges tartószerkezeti elem és/vagy a merevítőrendszer teherbírásának kimerülése okozza. Az összeomlás lehet teljes (az összes szintet érintő) vagy részleges.

– Oldalára dőlt épület. Az ilyen típusú tönkremenetel elsősorban magasabb (10-20 szintes) épületek esetén reális veszély. Jellemzően valamely talajközeli szint függőleges szerkezeteinek kimerülése vezeti be. Ilyen lehet például a nagyobb szintmagasságú, erősen igénybe vett földszint. A megbomló egyensúly miatt az épület dőlni kezd, majd az átellenes oldali oszlopok húzottá válva mennek tönkre. Az alsó

szintek gyakran összeroppannak a nyomott oldalon. Az épület nagy része azonban gyakran egyben zuhan a talajra vagy a szomszédos épületre. Az így oldalukra dőlő épületekben a falak szintén a földre zuhanva egy oldalra rendeződnek, de nagy szabad terek maradnak, ami a túlélés szempontjából viszonylag kedvező körülmény. Ugyanakkor a 90 fokkal elforduló szerkezetben rendkívül nehéz a tájékozódás és a közlekedés. Az épület természetes vízszintes helyiségkapcsolatai függőlegessé válnak, a mentőktől arra alkalmatlan körülmények között, fizikailag nehezen végrehajtható mozgást igényelnek. Külön veszélyforrás, hogy a leomló szerkezeti részek és a berendezési tárgyak a borulást követően olyan elemeket (pl. válaszfalakat) terhelnek, amik erre nem lettek méretezve. A kutatók alatt bármikor átszakadhatnak az ilyen alkalmi födémek. A magasról leeső berendezési tárgyak ugyancsak nagy veszélyt jelentenek.

– Féloldalasan összeomló épület. Az oldalára dőlő épülethez hasonló jelenségek okozzák, de általában alacsonyabb, 5-10 szintes épületek esetében látható. Az ilyen épületek súlypontja jellemzően nem olyan magasan helyezkedik el, hogy összeomlás közben a szélső oszlopok húzottá váljanak.

– Részlegesen leomló épület. Az ilyen típusú károsodásokat leggyakrabban az épületre dőlő szomszédos épület okozza. Az ütközés során felszabaduló hatalmas mozgási energiát a szélső rászteri szerkezeti elemek nem képesek elnyelni, és a szélső rászteri leomlik, de általában a mögöttes szerkezetek állva maradnak. Gyakori jelenség, hogy a leszakadó rászteri felett faltartó hatás miatt viszonylag épségben marad egy többszintes blokk. Az ilyen típusú tönkremenetellel szemben elsősorban azok a tartószerkezetek kitettek, amelyek közelében más szerkezetek vannak, illetve amelyek függőleges tartószerkezetei nincsenek a homlokzatról visszahúzva. Fontosnak tartjuk, hogy a szeizmikus tervezésben a korábbinál nagyobb hangsúlyt kapjon az épületnek ütköző egyéb szerkezet okozta hatások minimalizálása.

Az összeomlások okai

Fontos újra rögzíteni, hogy az épületeket érő hatások jelentősen meghaladták a méretezési értékeket. Ugyancsak rögzítjük, hogy egy összedőlt épület esetében nehéz



Oldalára dőlt épület Antakya-ban (Forrás: HUNOR)



A házra omló szomszédos épület okozta részleges romosodás



Több mentőcsapat részvételével folyó kutatás egy részben romosodott épületben



„Palacsinta” tönkremenetel

a tervek részletes ismerete nélkül megbeszélni, mi indította el a progresszív összeomlást. Ezzel együtt azonosíthatók voltak a helyszínen olyan tervezési, kivitelezési vagy üzemeltetési körülmények, amelyek hozzájárulhattak a romosodáshoz.

- A HUNOR beavatkozó egységeinek elmondása alátámasztotta a helyszíni szemrevételezés tapasztalatait, miszerint a beton szilárdsága több esetben elmaradt az elvárásoktól.

- Az épületek jelentős része az Eurocode-hoz hasonló török földrengési szabvány bevezetése előtt épült. Elsősorban

ilyen épületek esetében láttunk olyan tönkremeneteleket, ahol a függőleges tartószerkezetek lényegében megsemmisültek.

- Törökországban igen későn, az ezredforduló környékén álltak át bordás betonacélok alkalmazására. Számtalan összeomló épület épült sima betonacélokkal, ami jelentősen gyengébb beton-betonacél együttműködést, illetve duktilitást eredményez.

- Számos helyen vált láthatóvá, hogy a csomópontok közelében az elégtelen kenyegezés miatt az oszlop hosszvasai kihajlanak.

- A török építési gyakorlatban ritka a vasbeton lépcsőházi, illetve liftmag. A vasbeton keretvázas, kitöltőfalas kialakítású lépcsőházi magok merevsége, teherbírása és energiaelnyelő képessége egyaránt jelentősen elmarad a vasbeton kialakításétól.

- A helyiek elmondása alapján az összedőlt épületek között volt olyan, ahol a földszint kereskedelmi funkciója miatt falakat, sőt oszlopokat távolítottak el a szerkezetből, ami egyértelműen végzetes volt az épület és a benne lakók számára.

Összefoglalás

Tartószerkezeti méretezés során általában igaz, hogy mennyire fontos a főtartó elemek helyes méretezése, a merevítőrendszer helyes kialakítása, földrengésveszélyes területen vasbeton merevítőmag alkalmazása, valamint a szerkesztési szabályok betartása. A fent bemutatott épület-összeomlások megmutatták a sajnálatos valóságot, amikor a hatás nagyobb, mint a hatás tervezési értéke, az ellenállás pedig kisebb, mint az ellenállás tervezési értéke, és ezek olyan mértékben távol állnak egymástól, hogy a különbség a szabvány által előírt biztonsági szintet is túllépi.

A Graphisoft meghívására Budapesten ülésezett az európai BIM-szabványosítási bizottság

A BIM-szabványokat minden európai ország kötelezően bevezeti

A Graphisoft meghívására 2023. június 14–15-én Budapesten tartotta plenáris ülését az európai országok BIM-szabványosítási bizottsága (CEN TC 442). A 2015-ben létrehozott testületnek minden európai ország tagja. Ez a szakmai testület készíti a kontinens országaiban kötelezően bevezetendő új BIM-szabványokat, az eddig elkészült csomagok folyamatosan jelennek meg magyarul is. A nemzetközi BIM-közösségben a teljes építési értéklánc képviselteti magát, és a bizottság mind a szakmai, mind a kormányzati szervezetekkel egyeztet, együtt működik. A bizottság által elfogadott BIM-szabványok kötelező érvényűek, megjelenésükkor minden CEN-tagnak vissza kell vonnia az ezzel ütköző szabványait, így létrejön az egységes európai építőipari szabvány.

Övind Rooth, a CEN BIM-munkabizottságának elnöke elmondta, hogy „Már számos olyan BIM-szabványt dolgoztunk ki, amelyek szükségese az építőipar digitális átállásához, ezért most a kihívás számunkra a megvalósításban rejlik. Eddigi eredményeink közé tartozik például, hogy olyan központi nemzetközi szabványokat fogadtunk el európai szabványként, mint az IFC (open BIM-modell). Az ISO-val közösen kidolgoztuk a 19650-es szabványcsaládot (információkezelés a BIM segítségével). Szintén az ISO-val közösen, a CEN vezetésével kidolgoztuk az „A szükséges információs szint” (Level of information need) elnevezésű támogató szabványokat. Emiatt jelenleg Európa számít a nemzetközi BIM-szabványosítás motorjának.”

Termelékenység tekintetében az építőipar minden gazdaságban, tehát Európa összességét tekintve is a legrosszabbul teljesítő iparág. Számos nemzeti, európai és nemzetközi jelentés szerint a digitalizáció a legfontosabb lépés ahhoz, hogy az építőipar megváltozhasson, és elérje a hatékonysági és modernizációs célokat (30%-os költségmegtakarítás, 25%-os hatékonyságnövelés, € 100/m² költségmegtakarítás az épület életciklusa alatt, „zöld” építés – a szén-dioxid-kibocsátás csökkentése).

A becslések szerint tíz éven belül a nem lakáscélú építések tervezési és építési szakaszainak teljes körű digitalizálása éves szinten 600-ról 1000 milliárd euróra növelné a globális költségmegtakarítást. Az európai BIM-piac értéke 2016-ban 1,8 milliárd euró volt, a várt növekedés 13%, és 2023-ban eléri a 2,1 milliárd eurót (2021-es adat).

A BIM szoftverek, megoldások fejlesztése gyorsan halad, és ez folyamat szintén igényli a közös



Fotók: Reicher Péter

szabványok kialakítását és alkalmazását az interoperabilitás és kompatibilitás biztosítása érdekében. Emiatt törvényszerű, hogy a szabványalkotási folyamatban részt vegyenek a szoftverfejlesztő vállalatok is. Magyarország a bizottság létrejötté óta részt vesz a szakmai munkában, a Magyar Szabványügyi Testület keretén belül működő MSZT/MB 442 tü-köribizottsággal.

A budapesti kétnapos program alatt a hazai szakmai és piaci szereplők részvételével a magyar kormány képviselője és a bizottság vezetője kölcsönösen tájékoztatta egymást a magyar BIM-konceptióról, illetve a nemzetközi szabványalkotás aktualitásairól.

Reicher Péter, a Graphisoft Magyarországiért felelős országigazgatója elmondta: „Örülünk, hogy sikeres volt az európai BIM-szabványosítási bizott-

ság budapesti ülése, amelynek részeként a magyar kormány képviselője találkozott az európai testület vezetőjével, és kölcsönösen tájékoztak az aktualitásokról. Várakozásunk szerint ez segítheti az európai szabványok sikeres magyar adaptálását. Vállalatunk számára ez a munka azért is fontos, mert az építőipar digitalizálását a gyakorlatban a szoftverfejlesztők valósítják meg. Európában egyébként egyre több ország alkotja meg és használja a közös építőipari szabványrendszert, ami biztosítja, hogy bármely országban, azonos minőségben képesek beruházást hatékonyan megvalósítani.”

Az egyik legsikeresebb nemzetközi példa Chile, mert ugyanúgy, ahogy Európában, ISO-alapú BIM-szabványokat dolgoztak ki, és ezek alkalmazása minden 5000 m²-nél nagyobb középület jóváhagyásánál kötelező. Európában is több példát talál a BIM bevezetésére. Dániában év elejétől minden új épület terveinek jóváhagyásához kötelező benyújtani az LCCA-t (Életciklus-szén-dioxid-értékelés), amelyből általános európai szabvány is válhat, mivel a svédek, a németek és az írek is alkalmazni kívánják.

A CEN/TC442 munkafolyamatáról a magyar szakmai szóhasználat alapján elmondható, hogy a geometriai modell tekintve a szabványok és a támogató szoftverek már eléggé kiforrottak. A bizottság munkafolyamata nagyon leegyszerűsítve most leginkább a digitális modellépítés alatt keletkező összes információra koncentrálna, mint például az építési termékek tulajdonságai. A termék tulajdonságokat gyakran szabványokban határozzák meg. A CEN/TC442 szabványokat dolgozott ki arra, hogy hogyan lehet a terméket és a kapcsolódó tulajdonságokat egy digitális építőipari ökoszisztémában meghatározni.

A hatalmas veszteségek okai

Mérnöki tapasztalatok Kahramanmaraş városában

Antakya után a BME tartószerkezeti szakértői az Isztambuli Műszaki Egyetem kollégáival együtt Kahramanmaraş városába utaztak, ahol a török katasztrófavédelem (AFAD) mérnökeihez csatlakozva három napig a károsult épületek osztályozását végezték. A város a 2012-es népszámláláskor már majdnem 450 ezer fős volt, de a helyszínen tapasztalható építkezések alapján az elmúlt tíz évben népessége jelentősen növekedett. A magyar mérnökök által vizsgált külvárosi, de fejlődő területen – Antakyaéhoz hasonlóan – jellemzően 7–15 szintes, vasbeton keretvázas, kitöltőfalas, fiatal épületek között 1–3 szintes, jellemzően házilagos kivitelezésű, többnyire régebbi, falazott, esetleg vasbeton keretvázas házak álltak.

A terület a várost határoló hegy oldalában helyezkedett el, így – amint a földrengéssel foglalkozó cikk bővebben is kifejti – itt jellemzően talpon maradt, közepesen vagy kevésbé károsodott épületek voltak.

A szemrevételezéses osztályba soroláshoz az AFAD zónákra osztotta a várost, 2 fős (1 technikus és 1 mérnök) csoportokat küldött ki, akik a megvizsgált épületeket QR-kódos azonosítóval látták el, és az ehhez kapcsolt adatbázist egy tablet segítségével töltötték fel. Az értékelés során 4 osztályt különböztettek meg: 0 – érintetlen; 1 – könnyebben sérült (az épület tartószerkezete nem sérült); 2 – közepesen sérült (az épület tartószerkezete sérült, de valószínűleg helyreállítható); 3 – extrém (az épület tartószerkezete valószínűleg nem állítható helyre gazdaságosan, vagy összedőlt). Az osztályba soroláson kívül az adatbázisba képeket készítették a tartószerkezeti és merevítőrendszeri károsodásokról, valamint feljegyzéseket a helyszínen látottakról. Fő szabály volt, hogy minden olyan épületet, ami kívülről nem volt egyértelműen bontandó, belülről is meg kellett vizsgálni, szükség esetén vakolatbontással hozzáférve az oszlopokhoz.

Ebbe a munkába kapcsolódott be a BME és az ITU összesen 6 szakértője egy AFAD-os pároshoz csatlakozva. A Kahramanmaraşban töltött idő alatt majdnem



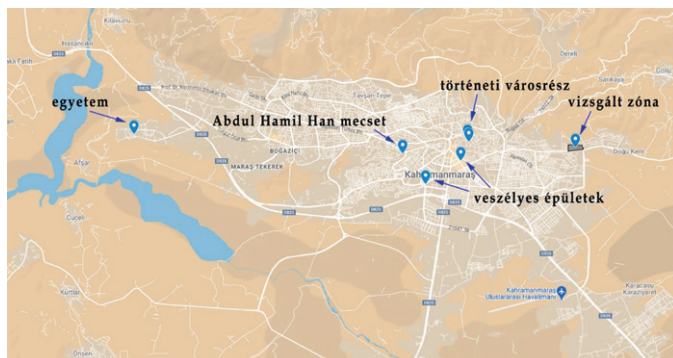
Egy színteljes egészében összedőlt háztömb két összeütöközött, de álva maradt, súlyosan sérült épülete környezetében zajlanak a mentési és romeltakarítási munkák

egy teljes zónát (összesen kb. 60) épületet vizsgáltunk meg. A besoroláshoz mint tanácsadókét kérték ki a véleményünket, de a végső döntést mindig az AFAD mérnöke hozta meg.

Az épületek klasszifikálásán túl több olyan helyszínen is hívták a magyar szakértői csapatot, ahol a mentési munkák közvetlen környezetében súlyosan sé-

rült épület vagy épületek álltak, melyek állékonyságával kapcsolatban kértek véleményt a mentési munkálatokat vezetőktől. Az ábrán látható, hogy a két összeütöközött épület földemei hogyan ütötték meg a kitöltőfalakat, ami sikeresen nyelte el az energia egy részét. Szintén véleményt kértek a helyi katasztrófavédelem mérnökei az Abdul Hamil Han-mecset állapotával

A BME szakértői csapata által bejárt területek és fontosabb épületek Kahramanmaraşban



kapcsolatban. A mecset a harmadik legnagyobb Törökországban, 10 ezer fő befogadására alkalmas, és már az új földrengésszabvány szerint épült, ennek megfelelően csak kismértékben károsodott.

Jellemző károsodások

A szemrevételezéses vizsgálatok során több tipikus károsodást lehetett megfigyelni, jellemzően az épületek alsóbb szintjein.

- *X repedések.* A vasbeton keretvázás épületek kitöltőfalai a vízszintes erőkből keletkező elmozdulás hatására nyírási deformációt szenvednek, melynek következményeként a kitöltőfalak először az egyik, majd a másik átló irányába is megrepednek. A helyszíni tapasztalat szerint a károsodás mind a kitöltőfalakat, mind a belső válaszfalakat súlyosan érintette.

- *Kieső kitöltőfalak.* A már kimozdult, esetleg megrepedt kitöltőfalak sok esetben síkjukra merőleges irányba kidőlnek, ugyanis a keretváz és a köztük lévő kapcsolat több helyen látszott, hogy PUR habbal, nem pedig kiékeléssel volt biztosítva. A mozgás során ez a kapcsolat kilazul, és a fal síkjára merőleges hatás kidöntheti.

- *Jelentősen károsodó, leszakadó lépcsőkarok.* Mivel a keretvázás épület függőleges közlekedő magja általában nem vasbetonból készült, a házak merevsége a kitöltőfalak károsodásával egyre csökken. Ebben az esetben a vízszintes erővel szemben legnagyobb ellenállással rendelkező elemek, a ferde (merevítés szempontjából diagonál) lépcsőkarok. A ciklikus terhelés hatására az igénybevételük húzás-nyomás. A lépcsőkarok felső és alsó pontjai között létrejövő vízszintes eltolódáskülönbségek hatására akkora nyomatékok ébrednek a kar és a lemez kapcsolódásánál, hogy a kapcsolat tönkremegy és a lépcsőkar esetenként leszakad. A hely-



Jellemző károsodás egy lépcsőházban

zetet sok esetben rontotta a hibás vasvezetés.

- *Képlékeny csuklók kialakulása.* Az eredetileg nyomatékbíró keretvázként tervezett épületeknél a szerkezet jellemző károsodása a keretgerendák végeinek hajlítási tönkremenetele. Megfelelő tervezés esetén a vasbeton keretváz oszlop-gerenda kapcsolatainál a gerjesztés során képlékeny csuklók a gerendavégeken alakulnak ki és nem az oszlopokban. A falazatok degradációja és a vasbeton elemek képlékenyedése biztosítja a szerkezet duktilitását. Azon épületek esetén, ahol az alsóbb szinteken a kitöltőfalazat sérülése előrehaladott, vagy nagy homlokzati nyílások gyengítik a falazatot, a keretváz ilyen jellegű sérülése is megjelent.

- *Soft storey – lágy alsó szint.* Többnyire alacsony, 2-3 szintes, régebbi épületeknél volt megfigyelhető, hogy a földszinti, pillérváz részre vastag kitöltőfalakkal épült, merev szintek kerültek. Jellemző részleges tönkremenetel ezen alsó szintek összerokadása, melynek során a felsőbb részek csak kismértékben sérülnek.

- Itt említjük meg, hogy az infrastruktúra-elemekben, hidakban, felül- és aluljárókban nem láttunk károsodásokat a vizsgált területeken, ami arra utalhat, hogy ezeket a szerkezeteket egy szigorúbban sza-



Jellemző épületkár Kahramanmaraşban: sérült és kiesett kitöltőfalak, képlékeny csuklóvá alakult gerendavégek

bályozott környezetben tervezik, építik és üzemeltetik. Erre a tapasztalatra jutott az Earthquake Engineering Research Institute (EERI) és más szervezetek által készített jelentés is, mely online elérhető *February 6, 2023 Turkey Earthquakes: Report on Geoscience and Engineering Impacts* címmel.

Lehetséges okok

Sok tényezőtől függ, hogy a károsodási folyamat melyik épületnél meddig jutott el. Ezt az alábbiakban próbáljuk rendszerezni:

Extrém földrengési hatás

Ahogy azzal a cikksorozat földrengést tárgyaló része is foglalkozik, a február 6-ai földrengés tervezési szempontból a szabványosnál jóval nagyobb terhet jelentett egyes területeken. Így a jelentős károsodások fő okának az extrém terhelés tekinthető.

Tervezési problémák

Számos épületnél megfigyelhető volt, hogy az alaprajz túl tagolt, a raszter elhelyezkedése pedig nem követett világos rendszert. Ennek a kialakításnak hátránya, hogy az eltérő helyzetű és keresztmetszetű pillérek és gerendák szabálytalan merevítőrendszert alkotnak. Ha a tagoltság helyenként elnyújtott pilléreket eredményez, az épület csavarási középpontja eltávolodhat annak geometriai középpontjától, mely a középponttól távolabbi pillérek esetében nagyobb igénybevételt okoz.

Keretvázás épületek kitöltőfalai – amíg a helyükön vannak – merevítik az épüle-

tet. Ennek következtében a lengésalakok és az azokhoz tartozó lengésidők is különböznek a tisztán keretvázas rendszertől (lásd a földrengésről szóló cikket). Továbbá a károsodások leginkább az alsóbb szinteken jelentkeznek. Ebből következik, hogy a kitöltőfalak károsodását követően az épület alsó pár szintje keretvázként, míg a felső szintjei kitöltőfalas rendszerként működnek. A helyszínen semmi nem utalt arra, hogy a kitöltőfalak degradációját figyelembe vették volna a tartószerkezeti tervezés során, így inkább arra lehet következtetni, hogy a méretezés tiszta keretvázalattal történt. Amennyiben a kitöltőfalak helyben maradásával számoltak, a fal-pillér és fal-gerenda kapcsolatok elégtelensége súlyos kivitelezési hibára utalna.

Többszintes keretvázas épületek csomópontjainak tervezésekor kiemelt figyelmet kell arra fordítani, hogy a képlékenyedés során a csuklók ne a pillérekben, hanem a gerendákban alakuljanak ki. Ennek érdekében az oszlopokat túl kell tervezni és erős kengyelezést kell alkalmazni. Hiszen, ha egy szinten az összes pillérben alul és felül kialakulnak a képlékeny csuklók, az épület labilissá válik, míg ha ez a gerendákkal történik meg, az globális értelemben csak azt követően jelent problémát, ha minden gerenda minden szinten tönkremegy. A helyszíni tapasztalatok alapján, szabálytalan merevítőrendszerek esetén ezt az elvet nem mindig sikerült betartani.

Egyértelmű tartószerkezet-tervezési hibára utalt, hogy sok esetben a vasvezetések nem feleltek meg az alapvető szerkesztési szabályoknak. Számos károsodott szerkezeti elemnél a beton megfelelő bedolgozását lehetetlenné tévő sűrűségben voltak vasak, a károsodott lépcsőkarok esetén pedig szinte kizárólag hibás vasvezetés volt megfigyelhető. Olykor a kengyelezés ritka elhelyezése miatt a pillérek nyomott betonacéljai kihajoltak, esetleg a kengyelgeometria volt rossz szul megválasztva, nem segítve a hosszvasalás kihajlási hosszának csökkentését (pl. kengyelcsár közepénél vezetett betonacél).

Kivitelezési problémák

A vizsgált épületek fenti hibái mellett, vagy azoktól függetlenül, egyes esetekben a fészes, péphiányos szerkezetek, vagy egész egyszerűen a rosszul kialakított vasvezeté-

sek (pl. a kengyelezés nem közvetlenül a földem felett indult) nem feleltek meg az alapvető kivitelezési követelményeknek.

A betonminőség vizsgálatára nem volt alkalom, de egyes esetekben a török mérnökök megrökönyödve tapasztalták, hogy az ott használatos zúzottkő adalékanyag helyett folyami kavicsot használtak a kivitelezés során. Ennek az a veszélye, hogy a beszálító esetleg a folyó deltájából szállítja az adalékanyagot, ami a tengervízzel érintkezve sót is tartalmazhat. Ezért a törökországi építési előírások alapján folyami kavics használata betonszerkezetek esetén manapság tilos. Hasonló probléma jelentkezik, ha a betont tengeri homok felhasználásával készítik, ami sótartalma miatt korrodálja a betont és a betonacélt.

Üzemeltetési problémák

Ahogy Ankarában, Kahrmanmarashban is előfordult, hogy az üzemeltetés során olyan átalakítást hajtottak végre az épületen, amely tartószerkezeti szempontból nagy problémákat okozott. Erre a legjobb példa merevítőfalak vagy pillérek eltávolítása a nagyobb belmagasságú, amúgy is puhább földszinten.

Összefoglalás

A helyszíni tapasztalat alapján úgy találtuk, hogy a február 6-ai törökországi földrengés hatásai Kahrmanmarash városát kevésbé érintették, mint Antakiát. Mindez annak ellenére igaz, hogy a földrengések epicentruma Kahrmanmarashhoz volt közelebb. Ennek oka, hogy a gyorsulások a törésvonal végére interferálódtak és nőttek meg. Ennek ellenére a keletkezett kár Kahrmanmarashban is jelentős volt, mind anyagi szempontból, mind az emberéletet tekintve.

A lehetséges okok szerteágazóak, így a számos esetben megjelent vélekedésekkel szemben nem lehet egy-egy felelőst megnevezni a hatalmas veszteségek miatt. A helyszíni tapasztalatok alapján mondhatjuk, hogy voltak tervezési hibák mind tartószerkezet-, mind építész tervezők részéről, megfigyelhettünk kivitelezési és üzemeltetési hibákat is, azonban ekkora földrengésre a jelenleg hatályos török szabványok szerint sem kellett számítani. Fontos megjegyezni továbbá, hogy az épületek jelentős része még nem abban az időszakban épült, amikor a török földrengésszabvány aktuális változatát bevezették.

KÖZÖS FELKÉSZÜLÉS

A törökországi földrengéshez hasonló természeti katasztrófák, a szerkezeteinket és infrastruktúra-elemeinket érő különleges hatások hívják fel leginkább a figyelmet a mérnöki munka felelősségére és nemzeti szintű fontosságára. Az épített környezetünk megfelelő biztonsági szintű szabályozása, tervezése, kivitelezése és üzemeltetése létfontosságú az azokat használó emberek számára.

Az volt a célunk ezzel az összeállítással, hogy minden magyar mérnökhöz eljussanak az információk ezekről a szélsőséges földrengési hatásokról, az építési és üzemeltetési hibák fontosságáról, a bekövetkezett tönkremeneteli módokról és nem utolsósorban a hatóságok beavatkozási módszertanáról a mérnöki értékelések szempontjából.

Különösen fontos, hogy mivel az épített környezetünk tervezésén általában építő- és építésmérnökök dolgoznak szorosan együtt, a megvalósult építmény is közös felelősségük lesz. Mint láthattunk, elengedhetetlen mind az alaprajzi szabályosság, mind a merevítőrendszerek méretezési szempontok alapján helyes kialakítása, valamint az alapvető mérnöki és szerkesztési szabályok betartása. A fenti tapasztalatok alapján pedig általánoságban megmutatkozik a műszaki ellenőrzési feladatok nélkülözhetetlensége is.

A szerzők úgy gondolják, hogy a katasztrófa menedzsment körfolyamatában bemutatott negyedik fázist – megelőzés és felkészülés – már itthon, a magyar mérnöktársadalommal és katasztrófavédelemmel közösen kell elvégeznünk. Nem csak a tervezésben, a mérnökök továbbképzésében földrengési méretezési területen, hanem egy esetlegesen bekövetkező katasztrófa esetén felkészültnek kell lennünk, hogy az építményeinket értékelni tudjuk, a károsodásokat felismerjük, a hazai katasztrófavédelemmel országos szinten tudjunk együttműködni, és mindezt egy megfelelően előkészített, a mai digitalizációs trendeknek megfelelő támogatott informatikai környezetben tegyük. Erre a közös felkészülésre hívjuk fel a magyar mérnöktársadalom és katasztrófavédelem figyelmét.

A cél nem az, hogy minél több megújuló energiaforrást használjunk

Változott az épületenergetikai és a tanúsítási rendelet

Az épületenergetikai rendeletek lényegi változásai érintik a számítási módszert, a követelményeket és a tanúsítást is. A 7/2006. (V. 24.) TNM-rendeletet felváltja az építési és közlekedési miniszter 9/2023. (V. 25.) ÉKM-rendelete az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról. A 200/2023. (V. 25.) Korm.-rendelet pedig a 176/2008. (VI. 30.) rendeletben hajt végre jelentős módosításokat, vagyis változnak a tanúsítás szabályai is.



Dr. Csoknyai Tamás,
dr. Szalay Zsuzsa

A változás háttere

Bár a rendeleteket 2006-as, illetve 2008-as bevezetésük óta több mint tízszer módosították, ezeket mindig az uniós előírások változása vagy valamilyen szakmai érdekcsoport lobbitevékenysége kényszerítette ki. Szakmai szempontból érdemi, átfogó igényű változás egyszer sem történt, pedig rengeteg gyakorlati probléma, avulási

kérdés merült fel az idők során. 2017-ben, az MMK FAP pályázata keretében megvalósult átfogó tapasztalatgyűjtés alapján egy ad hoc munkacsoport módosító anyagot juttatott el az illetékes minisztériumhoz. 2019-ben minisztériumi oldalról a BME felé érkezett felkérés egy átfogó felülvizsgálat elkészítésére, amelynek indoka a 2018-as EPBD-irányelv módosítása elsősorban, de kérték, hogy a szakmai észrevételeinket is vezessük át. A 2018-as irányelv-módosítás számos egyéb eleme mellett bevezette

az ún. EPB szabványrendszerhez igazodás kényszerét a számítási módszerek tekintetében. Szerencsére nem tette kötelezővé a szabványok alkalmazását, de egyfajta átjárhatóságot, kompatibilitást írt elő. Ennek köszönhető az, hogy az új számítási módszer jelölésrendszerében és bizonyos mértékig logikájában is eltér a megszokott TNM-rendelet módszertanától. Elkerülhetetlen volt az EPB szabványok jelölésrendszerének részleges átvétele. Valószínűleg ezt lesz a legnehezebb megszokni. Viszont az összehangolás miatt a jövőben lehetővé válik a szabványok részletes módszerként való alkalmazása, ha az egyszerűsített módszer csődöt mond, például egy nagyon komplex vagy speciális épület esetén. A szakmai háttéranyag 2020-ban készült el, azóta zajlottak a véget nem érő, bürokratikus eljárások, melyek eredményeképpen született meg 2023 májusában a két megjelent rendelet. Közben az anyag is átalakult, bár a szakmai részletek alapvetően nem változtak.

A 9/2023. ÉKM-rendelet váltja fel a 7/2006-os TNM-rendeletet

Az új rendelet 2023. november 1-én lép hatályba, ami elegendő időt hagy a képzésekre és a szoftverfejlesztők felkészülésére. Az egyszerű bejelentéshez, illetve építési engedélyhez kötött építési tevékenységeknél 2023. október 31-ét követő bejelentések, illetve kérelmek esetén kell alkalmazni az új előírásokat. Ez azt jelenti, hogy hosszú évek halasztásai után végre valóban bevezetésre kerülnek a közel nulla épületekre vonatkozó követelmények, melyeket az EU-irányelv szerint 2020. december 31. óta kellene alkalmazni.

Alapvetően megváltozik a rendelet felépítése, ugyanis a számítási módszertan kikerül a rendelet fő szövegéből és az energiapolitikáért felelős miniszter által vezetett minisztérium honlapján fogják

közölni. A módszertan megjelenése a következő hetekben várható. A rendelet csak a törzsszöveget és mellékletként a követelményeket, a számítási módszer alapelveit, illetve a súlyozó tényezőket tartalmazza.

A legfontosabb változás a követelményeket érinti, ezen túl megváltozott és új fogalmakkal egészült ki a rendelet fogalomjegyzéke is. A követelményrendszer elemeinek nagy része megmarad, de a megújuló energia részarányt felváltja az életciklus-alapú CO₂-kibocsátás követelménye. A követelmények struktúrája kismértékben átalakult: külön lett választva az általános követelmény, valamint a kifejezetten a közel nulla energiaigényű (KNE) új épületekre, illetve a jelentős felújításra vonatkozó követelmény (melyre eddig a „költsegoptimalizált” követelményszint vonatkozott). A követelmények felépítése tehát a következő:

– Általános követelmények:

- hőátbocsátási tényező követelményértékei
- a nyári hővédelemre vonatkozó követelmény
- az épülettechnikai rendszerre vonatkozó előírások

– A közel nulla energiaigényű épületek külső követelményei

- fajlagos hőveszteség-tényező
- összesített energetikai jellemző
- fajlagos szén-dioxid-kibocsátás

– Jelentős felújítás alá eső épületekre vonatkozó követelmények

- fajlagos hőveszteség-tényező
- összesített energetikai jellemző

Hőátbocsátási tényezők

A hőátbocsátási tényezőkre vonatkozó követelmények nagyrészt változatlanok, csak néhány szerkezet esetében történt változás. Fa vagy PVC keretszerkezetű homlokzati üvegezett nyílászárók esetén 1,15-ről 1,1 W/m²K-re, üvegtetők esetén 1,45-ről 1,5-re, tetősík ablakok esetén 1,25-ről 1,3-ra, homlokzati ajtók esetén 1,45-ről 1,4-re módosult a követelményérték. Ez azért volt szükséges, mert a nyílászárók minősítési irataiban egy tizedesjegy pontossággal adják meg a hőátbocsátási tényező értékét.

A fűtött és fűtetlen terek közötti fal követelményértéke enyhébb lett (0,26 helyett 0,4 W/m²K), hiszen az eddigi elvárás a homlokzati falakéval közel azonos hőszigetelési vastagságot követelt meg indokolatlanul.

A legfontosabb változás a talajjal érintkező szerkezeteket érinti, mely ezentúl nemcsak a szerkezet ellenállását veszi figyelembe, hanem a talaj hatását is tartalmazó ún. „egyenértékű hőátbocsátási tényező”-re vonatkozik. Ez nagyobb épületek esetén enyhítést jelent, ugyanis a hőáramnak nagy vastagságú talajrétegen kell átjutnia, mely önmagában is jelentős hőszigetelő hatással rendelkezik. Egy minimális hőszigetelési vastagságot azonban ezután is alkalmazni kell, melynek részleteit a rendelet tartalmazza.

Nyári hővédelem

A nyári hővédelem követelménye alapjában változik meg. Eddig a belső és külső hőmérséklet napi átlagértékeinek különbségére vonatkozott a követelmény nehéz és könnyű épület kategóriákban. Az új követelmény viszont az üvegezések napsugárzás elleni védelmére fogalmaz meg előírást, melynek alapja a TNM-ben az épülettechnikai rendszer előírásai között jelenleg is megtalálható előírás a gépi hűtés kapcsán.

Az új követelmény szerint a legnagyobb napsugárzásnak kitett K-D-Ny tájolású üvegezések napvédelméről gondoskodni kell, mely háromféleképpen biztosítható:

- alacsony sugárzásátbocsátási képességű üvegezés választásával (mely a téli félévben viszont kedvezőtlen lehet),
- társított szerkezetek alkalmazásával,
- hatásos árnyékvetők betervezésével.

A követelményérték az üvegezések felületrel súlyozott sugárzásátbocsátási átlagértékére vonatkozik, de nem kell betartani a kis üvegfelületekkel rendelkező épületeknél.

Épülettechnikai rendszerek

Az épülettechnikai rendszerekre vonatkozó követelményekben is történtek változások. A félreértésekre okot adó komfortparaméterekre vonatkozó táblázatok kikerültek a rendeletből, helyettük ajánlásként megjelenik egy uniós szabvány. Változtak a fűtési és HMV-elosztóvezetékek hőszigetelési követelményei. Pontosításra került a beszabályozásra és a cirkulációs szivattyú működésére vonatkozó előírás.

Talán a legfontosabb változás az alábbi előírás: „Épülettechnikai rendszer telepítésekor, jelentős mértékű felújítás esetén azok cseréjekor vagy korszerűsítésekor az épülettechnikai rendszer energiahatékonyságát felhasználási célok szerinti

bontásban értékelni kell az épületek energetikai jellemzőinek tanúsításáról szóló kormányrendelet szerint is. Az érintett felhasználási célhoz tartozó megváltoztatott részrendszereknek meg kell felelniük legalább a normál kategóriának, beépített világítás esetén a jó kategóriának.” (Ennek pontos értelmezéséhez lásd még a cikk tanúsításra vonatkozó fejezetét.) Ez az előírás lényegében kikényszeríti, hogy ne kerüljenek alkalmazásra rossz hatékonyságú rendszerlemek mégpedig úgy, hogy nem ír elő konkrét műszaki megoldásokat.

További lényeges változásként meg kell említeni az épületfelügyeleti rendszer kötelező alkalmazására vonatkozó 3.7. passzust is, mely nagyobb épületekben alkalmazandó és a 2018-as uniós irányelv direkt következménye.

Fajlagos hőveszteség-tényező

A fajlagos hőveszteség-tényezőre eddig közel nulla energiaigényű épületek esetén könnyű épületekre szigorúbb, nehéz épületekre enyhébb követelmény vonatkozott. Az új követelmény egységes minden új épületre, értéke pedig az eddigi két követelményszint között helyezkedik el. Ez azt jelenti, hogy „könnyű” épületek esetén valamelyest enyhült a követelmény, „nehéz” épületek esetén pedig kissé szigorodott (az eddig használt könnyű/nehéz kategóriákat ilyen formában már nem alkalmazzuk).

A fajlagos hőveszteség-tényező megengedett legnagyobb értéke közel nulla energiaigényű épületek esetén:

	A	B
1	$A/V \leq 0,3$	0,14 W/m ² K
2	$0,3 \leq A/V \leq 1,3^1$	$0,071 + 0,23(A/V) \text{ W/m}^2\text{K}$
3	$A/V \geq 1,3$	0,37 W/m ² K

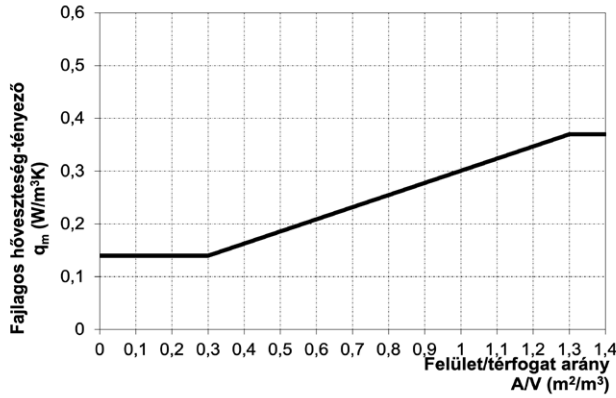
ahol:

A: az épület lehűlő felülete

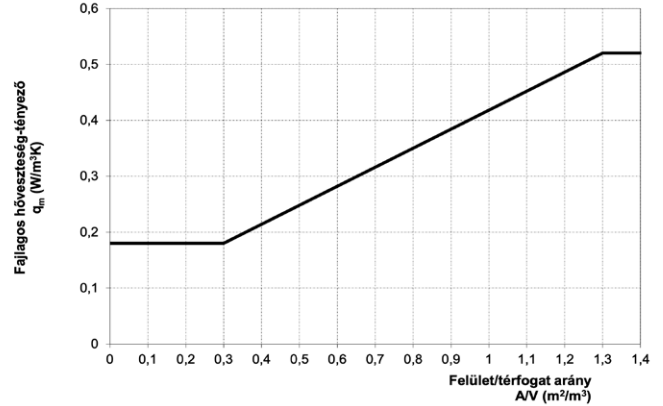
V: az épület fűtött térfogata

Jelentős felújítás esetén a követelményérték kissé enyhébb lett, ugyanis gyakori probléma volt, hogy nehezen teljesültek az eredetileg új épületekre meghatározott értékek. Felújításoknál jellemzően nem vagy nehezen hőszigetelhető az alsó zárófödém és gyakori eset, hogy a nyílászárók egy részét már kicserélték, de nem a mai elvárásoknak megfelelő minőségben.

¹ A rendeletben tévesen jelent meg a felső határ, javítva lesz.



A fajlagos hővesztés-tényező megengedett legnagyobb értéke közel nulla energiaigényű épületek esetén



A fajlagos hővesztés-tényező megengedett legnagyobb értéke jelentős felújítás alá eső épületek esetén (A rendeletben hibás ábra jelent meg, mely javítva lesz)

Ilyen épületek eddig csak nehezen elégtették ki a követelményeket és ezzel elestek a pályázatoktól, támogatásoktól.

A fajlagos hővesztés-tényező megengedett legnagyobb értéke jelentős felújítás alá eső épületek esetén:

	A	B
1	$A/V \leq 0,3$	$0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$
2	$0,3 \leq A/V \leq 1,3$	$0,078 + 0,34(A/V) \text{ W/m}^2\text{K}$
3	$A/V \geq 1,3$	$0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$

Összesített energetikai jellemző

Fontos változás, hogy az új rendelet szerint csak lakó- és szállásjellegűre vonatkoznak számszerű összesített energetikai jellemző követelmények és ezentúl az oktatási és irodaépületek is az „egyéb” kategóriába tartoznak, ahol referenciaépület-módszerrel kell meghatározni a követelményeket. A változás fő indoka az iroda- és oktatási épületek sokfélesége és a belső környezeti paraméterekre vonatkozó elvárások összetettsége. Ajánlott értékek viszont lesznek a tervezési adatokra, az eddiginél több épülettípusra is. Lakóépületek esetén a követelményérték $76 \text{ kWh/m}^2\text{év}$, mely egyezik a TNM-rendelet jelenlegi megnövelt energiahatékonyságú követelményértékével.

Jelentős felújítás esetén a jelenlegi követelményhez képest kismértékben enyhültek az értékek: a nagy épületek esetén nem változott a határérték ($110 \text{ kWh/m}^2\text{év}$), a magasabb felület-térfogat arányú rendelkező kisebb épületekre viszont 140 helyett $150 \text{ kWh/m}^2\text{év}$ lett a megengedett legnagyobb érték.

Az összesített energetikai jellemző fogalma pontosodott, az épület fajlagos nem megújuló forrásból származó primerenergia-igényét kell számítani az új primer-

energia-átalakítási tényezők figyelembe vételével. Az átváltási tényezők fosszilis tüzelőanyagok esetén $1,0$ -ról $1,1$ -re változtak, mivel már nem a földgázt tekintjük referenciának. Biomassa esetén az eddigi $0,6$ mellett megjelent egy $0,2$ -es érték is, melyet csak a külön meghatározott feltételeknek megfelelő korszerű tüzelőberendezések esetén szabad figyelembe venni. A villamos energia váltószáma $2,3$ -re csökkent, kikerült viszont a rendeletből a csúcs-on kívüli elektromos áram.

Szén-dioxid-követelmény

A minimális megújuló energia részarányra vonatkozó követelmény kikerült az új rendeletből. Ennek oka nem az, hogy a megújuló energia hasznosítása nem fontos, hanem az ezt felváltó CO_2 -alapú követelmény nagyobb rugalmassága és az ország dekarbonizációs törekvéseinek támogatása. A megújuló energia részarány bizonyos, energiahatékony technológiákat hátrányosan kezelt (pl. hővisszanyerős szellőzés, hatékony távhő stb.), míg másokat indokolatlan nagy előnyhöz jutattott. A CO_2 -követelmény indirekt módon továbbra is kikényszeríti a megújuló energiaforrások hasznosítását, de egyenértékű megoldásként ismeri el az egyéb energiaigényt és emissziókat csökkentő technikákat. A felhasznált megújuló energia mennyiségét továbbra is szükséges számítani, de nem ez képezi a követelmény alapját.

Ahogy a szabvány fogalmaz, „az energiahatékony épületek célja nem az, hogy minél több megújuló energiaforrást használjunk, hanem az, hogy a lehető legkevesebb nem megújuló energiát fogyasszunk. Magasabb megújuló energia részarány ne eredményezzen rosszabb energetikai teljesítményt” (PD CEN ISO/TR 52000-2:2017).

A CO_2 -követelményt csak közel nulla energiaigényű épületek esetén kell alkalmazni, maximális fajlagos értéke $20 \text{ kg/m}^2\text{év}$ lakó- és szállás jellegű épületek esetén. Ennek kiszámításához a végső energiaigényt a rendeletben megadott CO_2 -átalakítási tényezőkkel kell szorozni. Az átalakítási tényezők meghatározása az energiahordozók teljes életciklus alatti kibocsátása alapján történt egy nemzetközi adatbázis adatainak felhasználásával. Az értékek tartalmazzák az energiahordozó felhasználásához, kitermeléséhez, szállításához, valamint az infrastruktúra kiépítéséhez, üzemeltetéséhez kapcsolódó üvegházhatású gáz kibocsátásokat.

A 200/2023. (V. 25.) Korm.-rendelet módosítja a tanúsításról szóló 176/2008. (VI. 30.) kormányrendeletet

Kezdjük azzal, hogy mi nem változik. Nem változik a tanúsítás elszámolható költsége, annak ellenére, hogy erre a szakma nagyon számított. Nem sikerült áttörést elérni a tanúsítványok kötelező kifüggesztése tekintetében. Ez ugyan elő van írva, de továbbra sincsenek megfelelő kényszerítő intézkedések mellérendelve. Az ingatlanhirdetések tekintetében előrelépés történt ugyan, minden esetben kötelező lesz feltüntetni a kategóriát, de itt sem látjuk a kényszerítő intézkedéseket. A nemrégiben felröppent sajtóhír ellenére nem igaz, hogy a tanúsítvány kiállítása önkéntessé válna, hiszen „(3) Az e rendelet hatálya alá tartozó épületnek vagy önálló rendeltetési egységnek ellenérték fejében történő tulajdon-áttruházása vagy bérbeadása esetén - a (4) bekezdésben meghatározottak kivételével - az eladónak vagy a bérbeadónak a szerződés megkötésének napjáig be kell mutatnia

a tanúsítványt vagy annak másolatát a leendő vevőnek vagy bérlőnek, és legkésőbb a birtokbaadás napjáig át kell adnia a tanúsítványt vagy annak másolatát a vevőnek vagy a bérlőnek." A változás annyi, hogy a HET-számot már nem kell beírni a szerződésbe. E tekintetben az unió által felállított minimum-előírás valósul meg a jövőben.

Változtak nem elhanyagolható jelentőségű részletkérdések, mint a 10 éves hatály 5 évre csökkenése, eljárásrendi módosítások, történtek fogalmi pontosítások vagy hogy QR-kód került a tanúsítványmintára. A módosítással megszűnik az energiafogyasztás mérésén alapuló tanúsítás lehetősége, mivel ez a gyakorlatban pontatlan értékelési adatokat eredményezhetett.

Szakmai szempontból nagy jelentőséggel bír viszont az, hogy a követelmények és a számítási módszer megváltozása elkerülhetetlenül maga után vonta a kategóriába sorolási szabályok és a skála megváltozásának szükségességét is. Mivel megszűnik a megújuló részarányra vonatkozó követelmény és megjelenik a szén-dioxid-emisszió követelményértéke, az új kategóriába sorolás is ehhez igazodik. Eddig a „BB” volt a közel nulla követelmény, ezt a logikusabb „A2023” kategória váltja fel. Az eddigi egy skála helyett két skála lesz, az egyik skála a nem megújuló primer energiafelhasználást, a másik a széndioxid emissziót veszi alapul. A közel nulla szintnek megfelelő épület mindkét skálán teljesíti legalább az „A2023” kategóriát. A skála viszonyítási alapja továbbra is a közel nulla követelményszint, azt tekintjük 100%-nak, és az lesz az „A2023” kategória felső határa. A kategóriák betűjeléhez kapcsolt indexben található 2023-as érték jelzi, hogy az új skála szerint történt a besorolás, megszüntetve ezzel a dupla betűjelölést. Megszűnik minden további besorolási kritérium (pl. részletes módszer vagy szimuláció, időjárásfüggő szabályozás), ami többletmunkát eredményezett jobb kategóriák esetén, ezért sokszor nyilvánvalóan jobb épületek rosszabb kategóriába kerültek másoknál.

Ami várhatóan a tanúsítvány felhasználói szempontjából hasznos előrelépés, ugyanakkor némi többletmunkát eredményez a tanúsító oldalán, a rendszerelemek értékelési skálájának, valamint a részletesebb, kötött struktúrájú tanúsítási javaslatoknak a bevezetése. Ezután a fő szerkezeti elem- és gépészeti rendszertípusokat be kell sorolni egy ötfokozatú skálán. Például,

Tisztelt Kolléga!

Az épületenergetikai rendeleteket illetően lényegi változások történtek.

A változás jelentősen érinti a számítási módszert, a követelményeket és a tanúsítást egyaránt. A vonatkozó rendeletek a következők:

- 200/2023. (V. 25.) Korm.-rendelet; - 9/2023. (V. 25.) ÉKM-rendelet

A Magyar Mérnöki Kamara Épületgépészeti Tagozat Épületenergetikai és Épületenergia-hatékonyági Szakosztálya és a Budapesti és Pest Megyei Mérnöki Kamara fontosnak tartja, hogy tájékoztassa az érdeklődő kollégákat a leglényegesebb tudnivalókról, ezért a szakosztály idei taggyűlése keretében

2023. június 29-én, 13.00-15.00 között tájékoztató ONLINE fórumot tartunk

„Új épületenergetikai szabályozás” címmel.

A rendezvény előben, webinaron keresztül, a BPMK stúdiójából követhető.

Előadók: dr. Csoknyai Tamás, dr. Szalay Zsuzsa, dr. Nagy Balázs; Moderátor: Baumann Mihály

További meghívottak: Koncz Péter (Lechner Tudásközpont), Baumann József (Winwatt), Balázs Béla (Auricon)

A részvétel ingyenes, de az alábbi linken előzetes regisztrációhoz kötött:

<https://attendee.gotowebinar.com/register/2211871480548754518>

A kérdéseikkel Keresztes Anitát keressék a keresztes.anita@bpmk.hu e-mail-címen.

Ez az alkalom nem számít szakmai továbbképzésnek!

a külső falakat átlagos hőátbocsátási tényezőjük alapján, a fűtési rendszert a tényleges és a szabványos gépészethez tartozó hatások viszonyzáma alapján kell besorolni. Ez a szoftverekkel nagyrészt automatizálható lesz. Többletmunka ott fog jelentkezni, hogy kétféle javaslatot kell tenni rendszerelemként a „jó” és a „kiváló” szint megújrására. Várhatóan ehhez is a szoftverek jelentős támogatást nyújtanak majd, de a gépészetnél végső soron a tanúsítónak kell meghozni a döntést. Továbbá, a jövőben elkerülhetetlen lesz a megfelelő részletességű és minőségű fotódokumentáció feltöltése, illetve egy ún. „felújítási útlevel” szövegmező kitöltése, ami már a következő EU-irányelv-módosítás irányába mutat. Ennek lényege, hogy javaslatot kell tenni a korszerűsítési intézkedések sorrendiségére, ha azokat egyszerre végrehajtani nincs lehetőség, illetve fel kell hívni a figyelmet azok kockázataira (pl. állagvédelem).

Végezetül megemlítenéd az is, hogy sokkal szebb, felhasználóbarátabb lesz a tanúsítvány, mint eddig. Ugyan hosszabb lesz, mert különböző felhasználói célcsoportokat egyszerre szolgál majd ki. A részletes adatok a végfelhasználót kevésbé érdeklik, de nagyon hasznosak lesznek a szakma számára, segítik az ellenőrzést. Ezáltal jelentősen bővül a rögzítésre kerülő számítási adatok köre. Így sokkal pontosabb és használhatóbb adatbázis jön létre a hazai tanúsított épületállományról, hiszen eddig ezen adatok többsége nem került adatbázisba, csak a számítási melléklet részét képezte.

Összefoglalás

Jelentős változások történtek az energetikai jogszabályok területén. Összességében nem lettek sem lényegesen szigorúbb, sem lényegesen enyhébbek a követelmények, de sok apró változás történt, melyek hatása épülettípusonként és műszaki megoldásonként változó mértékű lesz. Inkább észszerűsítések történtek és nőtt a flexibilitás választás lehetőségére az alkalmazható megoldások tekintetében. A jelentős felújítások követelményei egyértelműen enyhültek.

A tanúsítvány esztétikusabb és felhasználóbarátabb kialakítású lesz és használhatóbb felújítási tanácsokkal fog szolgálni, ezért remélhetőleg javul majd a tanúsítványokról alkotott közvélekedés is.

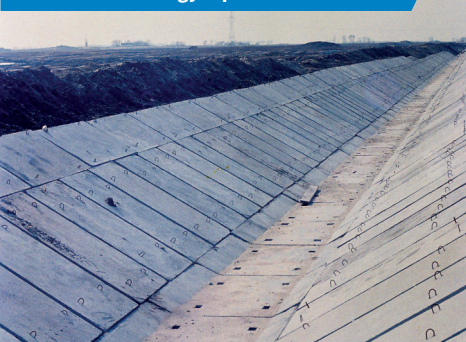
A szakma nagy kihívások előtt áll. November 1-ig le kell fejleszteni a tanúsítványkezelő rendszert és a számítási szoftvereket. A szakértőket tovább kell képezni, amiben a fontos szerep jut a kamaráknak is. Ezek a folyamatok már megindultak.

A jogszabályok szakmai részének kidolgozása és a megjelenés között több mint három év telt el. Közben azonban az uniós jogalkotás sem állt meg, az újabb EPBD-módosítás küszöbén állunk. A terveztől már látszik, hogy jelentős további változások várhatók, melyek óhatatlanul mélyen érintik majd a rendeleteket is. Ennek ellenére az életbe lépett változások többsége az új EPBD irányába mutat, ezért bevezetésük mindenképpen előrelépésnek tekinthető.

TB mederburkolás



Mederburkolás nagy lapokkal



Nagy trapézelemes mederburkolás



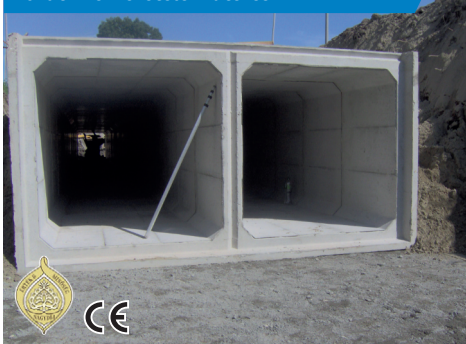
Félhódcső mederburkolás



Közüti keretelem áteresztés



Közüti ikerkeretelem áteresztés



Közüti Magura áteresztés



Közüti Hódcső áteresztés



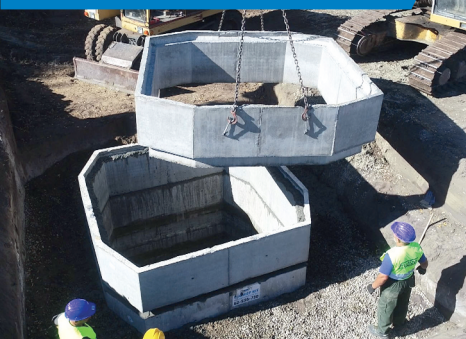
Vasúti keretelem kerethíd



Előregyártott vízkormányzó műtárgy



WUM átemelő akna



Nyompálya



Társaságunk vállalja egyedi műtárgyak statikai tervezését valamint engedélyezési és kiviteli tervek készítését.



CSOMIÉP Beton és Meliorációs Termégyártó Kft.

6800 Hódmezővásárhely, Makói út CSOMIÉP Ipartelep

Telefon: +36 62 535-730 · Fax: +36 62 535-731

Honlap: www.csomiep.com · E-mail: beton@csomiep.hu



Nem csak dísznövény

Két smaragdfa története

A *Paulownia tomentosa* (nagylevelű császárfa) 10-20 méteres, széles koronájú fa, hatalmas, szív alakú levelekkel. Erős, könnyű faanyagáért és szép virága miatt Kínában már 3000 éve ültetik, kérgéből, leveleiből és virágából gyógyszer is készül. Liláskék, illatos virágai a lombfakadás előtt, áprilisban kúpos bugákban nyílnak. Termése egy száraz, barna kapszula négy rekesszel, amelyben több ezer apró mag található. 8-10 éves kora körül kezd virágozni. Virágzaskor feltűnően szép, kedvelt szoliter fa. A kínai hagyományban a szülők akkor ültettek császárfát, amikor lányuk született. Amikor a lány elérte a házasulandó kort, kivágták a fát és abból hozomány gyanánt különféle háztartási eszközöket faragtak. Ez a hagyomány is jelzi a fa igen gyors növekedési ütemét.



Dr. Zsebk Albin okl. gépészmérnök

A KLENEN '13 konferencia „Biomassza-termelés, -beszerzés és -hasznosítás” szekciójának első előadását dr. Steier József tartotta, aki beszámolt arról, miként adaptálták a hazai viszonyokra a kínai császárfát, a *Paulownia tomentosa* alfajt, a smaragdát, majd ismertette jellemzőit. Többek között

az évi 2-3 méteres növekedést, a telepítést követő 8. év utáni vágásérettséget, hogy ekkor törzse bútorfaként, ágai tüzelőként hasznosíthatók. Gyökerei feldolgozzák a talajban levő szennyező anyagot, lombzata elnyeli a levegőben levő szén-dioxidot.

A konferencia idején sokat foglalkoztunk a különböző fajfajták energetikai hasznosításával, az energiaültetvényekkel. Az előadás alapján a smaragdfa nem csak dísz-



azonban nagyobb a valószínűsége annak, hogy figyelmetlenek voltunk az ültetésnél. A két fát a kijelölt helyre, a hőtechnikai laboratórium épülete mellé ültettük. Nem gondoltunk arra, hogy az egyik fa éppen egy 50 évvel ezelőtt telepített, acélból készült olajtartály fölé kerül. Ennek eredménye, hogy a fa szivgyökere nem tudott mélyre hatolni, a két fa összehasonlításával a fényképeken látható. Feltételezésünk szerint, amint a fa szivgyökere elérte a tartályt, lassabban fejlődött, mint „testvére”.

Kíváncsian várjuk, hogyan fog folytatódni, és ha a kivágása mellett döntünk, rögzítjük gyökereinek alakját. Ekkor nyílik majd lehetőség további elemzésekre, a fűtőérték meghatározására nedves és száraz állapotban, a törzs, az ágak és levelek összetételének elemzésére. Ha nem vágjuk ki, megfigyelhetjük, rövidebb lesz-e az élettartama?

Egyelőre a következőket rögzítettük: 2023. május 8-án a fák törzsének kerülete, K és az átmérője, D: K1 = 89 cm, D1 ≈ 28 cm; K2 = 167 cm, D2 ≈ 53 cm volt. Követni is fogjuk a további a fejlődésüket.

A fotók a fák helyett „beszélnek”, tükrözik az elmúlt tízévi fejlődésüket.

növényként, energetikai hasznosításban is kedvezőnek mutatkozott. Ekkor javasoltam, hogy figyeljük meg a fa növekedését, elemezzük, miként dolgozzák fel gyökerei a szennyező anyagot, s ha felszívják, hová kerül. A BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék és az Energetikai Szakkollégium is érdeklődött a téma iránt, s kezdeményeztük a BME udvarára néhány smaragdfa

ültetését. Két fa ültetésére kaptunk engedélyt, és 2013. május 24-én el is ültettük őket. Fejlődésüket az itt látható fényképeken mutatjuk be. Az egyik fa lemaradt a fejlődésben. Vajon mi lehet a lemaradás oka? Eltérő talajviszonyok, akadályba ütköztek a gyökerei, vagy valami más?

Az eltérő talajviszonyok is okozhatnak különbséget a fejlődésben, esetünkben

Egy lépéssel mindenki előtt

Autodesk szakmai fórumot tartott a HungaroCAD és az Arkance System.



Az építőipar és gépipar fejlődésével a projektek egyre összetettebbé válnak mind a tervezők, mind a kivitelezők számára. A jövő azonban itt van, hogy áttörje ezeket a korlátokat. Az Etele Plázában június 14-én rendezett konferenciánk során betekintést adtunk a tervezés és a gyártás jövőjébe, az Autodesk szoftverek legfrissebb újításait, a résztvevők új és hatékonyabb munkamódszerekkel ismerkedhettek meg, melyekkel fokozhatják cégük termelékenységét, gyorsabbá és hatékonyabbá tehetik munkafolyamataikat, minimalizálhatják a hibákat, valamint csökkenthetik a projektköltségeiket azzal, hogy átalakítják folyamataikat.

A szakmai fórum előadásai, melyek két szekcióban zajlottak – építőipari és térinformatikai, illetve gépipari szekció – a kulisszák mögé is betekintettek:

hogy használják az iparági szakértők az új technológiát munkatársaik, termékeik fejlesztésére, neves vendégelőadók – az Autodesk-től, a Paulinyi & Partners Zrt.-től, az Abráziv Kft.-től, a 3dhome Learningtől, a KÉSZ Metáltech Kft.-től, a Buildext Kft.-től, a Colas Hungária Zrt.-től, a HunMech Kft.-től – mondták el, hogy miként alakítják át az Autodesk által nyújtott eszközökkel az iparágot, és milyen új perspektívákat nyithat meg a szektorban a digitális innováció, illetve valós példák, sikeres projekteken keresztül mutatták be az ágazati kihívásokat és megoldásokat.

Elhivatottak vagyunk abban, hogy ügyfeleinket segítsük a digitális átalakulás útján, hogy jobb eredményeket érjenek el munkájuk során!

„Jót s jól! Ebben áll a nagy titok”

A hőszivattyúk aktualitásai

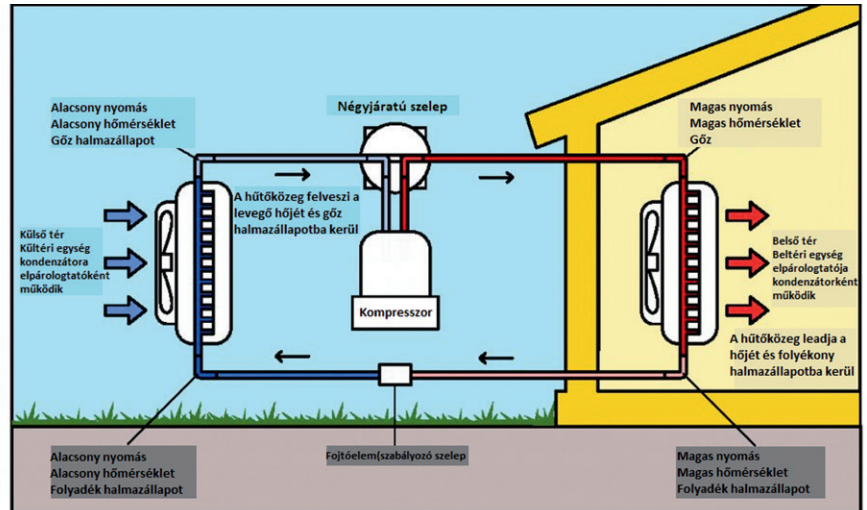
Az elmúlt év a hőszivattyúkról szólt. A lakossági kereslet az egekbe emelkedett, rég nem tapasztalt áruhiány ütötte fel a fejét. Miért alakulhatott így? Az okok között talán a legfontosabb a bizonytalanság. A maig felfoghatatlan háborús helyzet soha nem látott energiabizonytalanságot eredményezett. Az emberek féltek, hogy egyik pillanatról a másikra megszűnik a gázellátás, és a tél közeledtével alternatív hőforrásért kapkodtak.

Kéry Tamás okl. épületgépész mérnök

Az évtizedekkel ezelőtti alapvető szilárd tüzelésű fűtés megoldás mára csak vidéken vagy a régebbi családi házakban jelenthet alternatívát, ahol még működnek a fával vagy szénrel üzemelő kazánok. A lakóházak, társasházak döntő többsége éveken ezelőtt a gázfűtésre állt át. A szilárd vagy olajtüzelésre való visszatérés műszaki és infrastrukturális lehetősége a társasházakban gyakorlatilag megszűnt. A távfűtés pedig csak meghatározott, zárt körben biztosítja a hőellátást, ráadásul – a technológiából adódóan – a gázhiány fenyegetése itt is bizonytalanságot kelt.

A korszerű pellet- vagy faelgázosító kazánok a kiépítés magas költsége, a nagy helyigény és a körülményesebb üzemeltetés miatt nem igazán terjednek.

Bízva abban, hogy az elektromos energiaszolgáltatás kevésbé kitért a háborús és a politikai helyzetnek, mint a gázellátás, vagy csak a több lábbon állás igényétől hajt-



va, tavaly ősszel sokan szerettek volna hőszivattyút telepíteni. A nagy kereslet nagy hiányt szült, a hiány pedig áremelkedéshez vezetett. Meg kell jegyezni, a hőszivattyúk előretörését egyéb okok is segítették az elmúlt években. Az épületek energetikai követelményei folyamatosan szigorodnak. Az energiaellátás 25%-át jelenleg megújuló forrásból kell biztosítani. A napelemek kézenfekvő megoldásnak tűnnek, de energiatermelésük az időjárás és az évszakok függvénye, elhelyezésüknek fizikai korlátai vannak, és az ország elektromos hálózatának is fel kell készülni az általuk termelt energia fogadására.

A hőszivattyú működésének lényege, hogy az általa termelt hő nagy részét a környezetből, ezáltal megújuló energiaforrásból meríti. Hőszivattyú alkalmazásával így könnyen biztosítható az előírt 25%-os megújuló részhányad.

De mi is a hőszivattyú? A fűtésre használt hőszivattyú olyan berendezés, mely viszonylag kis energiabefektetéssel hőszivattyúz a környezetből a lakótérbe.

Vegyük példának egy levegő-levegő hőszivattyút (split berendezés), amelynek működési elve leegyszerűsítve hasonlít a konyhai hűtőgépekéhez.

Adott egy kompresszor, melynek villanymotorja elektromos energiával üze-

mel. A zárt hűtési körben a kompresszor összenyomja a gáz fázisú hűtőközeget, mely a nyomás emelkedés hatására felforrósodik. A csőhálózat ezt a forró gázt az ún. kondenzátorregységbe vezeti. Ez egy bordázott csőhálózat, a csőben belül a forró gáz, a bordák oldalán a helyiség keringetett levegője. Ahogy a helyiség levegője a csőben kívül melegszik (a szobát fűtjük), a csőben lévő gáz elkezd kondenzálódni, azaz folyadékfázisba kerül. A kondenzátorban folyadékká vált, de még mindig nagy nyomású hűtőközeget cső szállítja tovább az ún. expanziós szelepig. A szelepen áthaladva a folyadék nyomása lecsökken, majd cső vezet az ún. elpárolgatóba. Ez szintén egy bordázott csőhálózat, a csőben belül a lecsökkent nyomású folyadék, a bordák oldalán a kültér téli levegője. Mint tudjuk, a párolgás hőt von el, ezért fázunk vizes testtel. Az elpárolgatóban annyira intenzív a párolgás, hogy a csőhálózat a téli környezeti levegő hőfoka alá hűl. A téli hideg levegő ezáltal melegíteni kezdi a csőhálózatot, és a folyadék fázisú hűtőközeget párolgani kezd. Az elpárolgott folyadékot csővezeték szállítja a kompresszorba, és kezdődik minden előlről.

A hűtőközeg tehát az elpárolgatóon keresztül hőt vesz fel a környezetből, amit később a kondenzátoron keresztül a helyiségnek le tud adni. Ezt a körfolyamatot a

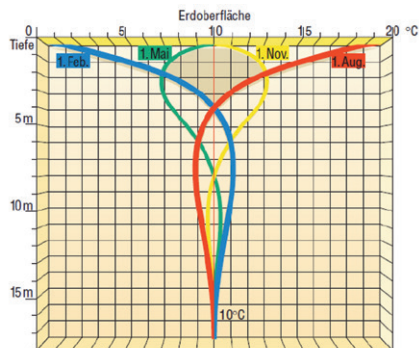


Abb. 2: Mittlerer Temperaturverlauf im ungestörten Erdreich in Abhängigkeit von der Jahreszeit (Quelle: Bundesverband Wärmepumpe (BVP))

kompresszor motorjába bevitt elektromos áram tartja fenn.

Miért jobb a hőszivattyú, mint egy villanyradiátor vagy fűtőpanel?

Egységnyi befektetett villamos energiából 3-4 egységnyi hőt termel, mely az épület fűtésére fordítható. Összehasonlításként a villanyradiátor vagy az újabban elharapózó elektromos felületfűtő panelek 1 egységből csak 1-et. A hőszivattyús fűtés költsége kb. harmada az említett elektromosellenállás-fűtésekének, és gyakorlatilag megegyezik a gázfűtésével. Per-

sze a gázzal való költségösszevetés függ az aktuális villany/gáz árányától.

Ha eltekintünk a körülményes és általában környezetterhelő szilárd tüzeléstől, nincs lehetőség távfűtésre, félünk a gázhiánytól, és nem akarunk pénzt pazarolni elektromosellenállás-fűtésekkel, akkor marad lehetőségként a hőszivattyús fűtés.

Nem olcsó a kiépítése, de kapunk vele egy bónuszt, a nyári hűtés lehetőségét.

Nézzük, milyen módjai vannak a hőszivattyú alkalmazásának, megemlítve azok előnyeit és telepítési problémáit.

Kezdjük a legolcsóbban telepíthető megoldással, a split készülékekkel. Ezek a környezeti levegőből vonják el a hőt és szállítják az épületbe, ahol közvetlenül a levegőnek adják át. Levegő-levegő hőszivattyúnak is nevezik őket.

Az ún. beltéri egységet, amely a helyiség fűtését és hűtését biztosítja, a szoba oldalfalára, padlójára, vagy akár rejtve is el tudjuk helyezni. Az ún. kültéri egységet az épület külső falán kell felszerelni, akár 5 db beltéri egység is kapcsolható hozzá. Fűtésnél a kültéri készülékben kondenzátum keletkezik, amelyet el kell vezetni.

Az elhelyezésnél körültekintőnek kell lenni, mert a kültéri egység zaja zavaró lehet, végleg megalapozhatja a szomszédal való rossz viszonyt.

Nem elhanyagolható tény, hogy a beltéri egységek is keltenek némi zajt, mely lehet zavaró az arra érzékenyeknél. Érdekes tény, hogy nyáron, hűtés esetén a halk susstorgás nem kellemetlen, télen viszont nehezebben tolerálható.

Nagy előnye a split berendezéseknek, hogy gyorsan képesek reagálni, és igen rövid idő alatt fűtik fel és hűtik le a szobát.

A sokak által ismert VRV vagy VRF rendszer működés elvében hasonló a splithez, csak nagyobb méretekből és több szolgáltatással.

Ha az épületben meglévő kazános fűtési rendszer üzemel, lehetőség van alternatív hőforrásként levegő-víz hőszivattyút is beépíteni. Ezek hatásfoka az utóbbi időben sokat javult.

Ha a meglévő rendszer padló- vagy mennyezetfűtés, vagy esetleg ventilátoros fűtő egységek üzemelnek, akkor nagyon kedvező lesz a működési hatásfok, mert ezek a hőleadók alacsony hőfokú fű-

Frisslevegő és komfort a maximumon!



A+

Helios KWL® hővisszanyerős szellőztető rendszerek

Energiatakarékos rendszerek 90% feletti hatásfokkal



KWL®

Integrált új webszerveres vezérléssel (easyControls 3.0)

Kamleithner Budapest Kft.

Telefon: +36 (1) 425 3288

E-mail: iroda@helios.hu

Web: www.helios.hu

Precíziós és komfort-légkondicionálók összehasonlítása

Technológiai helyiségek hűtése

Szerverterem hűtése komfort-légkondicionálókkal? Ez sok szerverterem-üzemeltető számára csábítóan hangzik. A komfort-klimaberendezéseket eredetileg nem technológiai helyiségekben való használatra tervezték (e feladatra fejlesztették ki a helyiség hőmérsékletének sokkal pontosabb szabályozására képes precíziós klímaberendezéseket), de az utóbbi időben jóval olcsóbbak lettek, és a tesztek során már a precíziós rendszerekhez hasonló eredményeket produkálnak. Mi a baj tehát azzal az ötlettel, ha megspórolunk egy drága precíziós klímaberendezést, és helyette inkább egy komfort-klimaberendezésbe fektetünk be?

Bernyák Bence, IT Klíma Service Kft.

A komfort-klimaberendezések alapjául szolgáló koncepció teljesen más, mint a precíziós rendszereké. Míg egy precíziós klímaberendezés funkciójának nagyjából 90%-a érzékelhető hűtés – azaz ténylegesen csökkenti a helyiség hőmérsékletét –, addig egy komfort-klimaberendezés teljesítményének körülbelül 40%-át az ún. látens hűtés teszi ki. Ebben az üzemmódban nagyrészt a levegő párátlantítása zajlik ahelyett, hogy a helyiség hőmérséklete csökkenne, így tisztán fizikai értelemben csak részben történik tényleges hűtés. Első hallásra ez abszurdnak tűnik, mégis teljesen logikus. A komfort-légkondicionálók célja ugyanis az, hogy olyan környezetet teremtsenek, amelyet az emberek kellemesnek találnak. Az ember hőmérsékletérzete azonban a levegő páratartalmához is kötődik. Ha ez csökken, akkor hűvösebbnek érzékeljük azt, ami valójában ugyanolyan hőmérsékletű. A szobai légkondicionáló rendszerek ezt a tényleges és az érzékelt szobahőmérséklet közötti különbséget használják ki: egyidejűleg szárítanak, azaz eltávolítják a levegő nedvességtartalmát, és csak a maradék hűtőteljesítményükkel végeznek fizikailag érzékelhető hűtést.

Ez a légkondicionálási módszer bevált az ember által használt helyiségekben. Ha azonban technológiai helyiségekben alkalmazzák, a biztosított légkondicionálás nem lesz megfelelő. Ezt a működési munkapont is jól szemlélteti: amíg a szerverhelyiségekben általában 24 °C és 50% relatív páratartalom a tartandó paraméter, addig az emberi tartózkodásra szánt helyiségek légkondicionálóit úgy tervezték, hogy nyáron 27 °C és 48% relatív páratartalom legyen (hűtési üzemmód) a levegő állapota. Így a technológiai helyiségek hűtése során a komfort-légkondicionálók eltérnek az optimális üzemi ponttól, ami csökkenti az energiahatékonyságot és drasztikusan növeli a villamosenergia-költségeket.

Egy másik probléma a látens hűtés: a szerverszobákban nincs belső nedveségfelszabadulás, ezért gyakran légnedvesítőket használnak az elektrosztatikus



	Precíziós klímaberendezés	Komfort-klímaberendezés
Névleges teljesítmény	10 kW (24 °C/50% r.F.)	10 kW (27 °C/50% r.F.)
Hűtési teljesítmény (24 °C/50% r.F.)	10 kW	9 kW
Látens hűtési teljesítmény (szárítás)	0,5 kW (max.)	2,5 kW
Érzékelhető hűtési teljesítmény (hőmérséklet-csökkenés)	9,5 kW	6,5 kW
Légzállítás	1,500-30,000 m ³ /h (300 m ³ /kW)	200-2,000 m ³ /h (100 m ³ /kW)
Befújt levegő áramlási sebessége	2-3 m/s	0,15-0,5 m/s

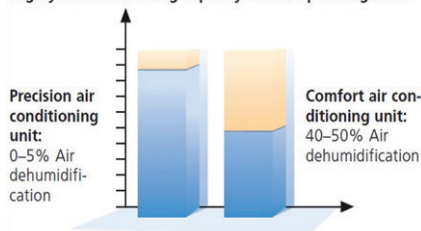
Energetikai mérleg

	Precíziós klíma	Komfortklíma
Névleges teljesítmény	10 kW (24 °C/50% r.F.)	10 kW (27 °C/50% r.F.)
Érzékelhető hűtési teljesítmény (kW)	9,5	6,5
EER névleges teljesítmény esetén (kW/kW) @45oC kondenzációs hőmérséklet	4,36	3,03
Teljesítményfelvétel 6,5 kW hűtési teljesítmény esetén (kW)	1,49	2,15
Üzemórák száma/év	8760	8760
Éves teljesítményfelvétel (kWh)	13 060	18 792
Légnedvesítés éves teljesítményigénye (kWh)	0	540
Összes teljesítményfelvétel/év (kWh)	13 060	19 332
Villamosenergia-ár (HUF/kWh)	50	50
Éves villamosenergia-költség (HUF)	652 982 Ft	966 604 Ft

feltöltődés megelőzésére. Ha egy ilyen helyiségbe olyan légkondicionálókat telepítenek, amelyek eltávolítják a levegőből a nedvességet, akkor a helyiség párártására tett erőfeszítések ellentétesek lesznek, azaz kétszeresen romlik az energiamérleg, hiszen egyszer a felesleges szárításra megy el jelentős mennyiségű villamos energia, utána pedig a szárított levegőt kell nedvesíteni, ami szintén energiaigényes feladat. Egy jól méretezett precíziós klímarendszerrel a légszárítás és az utólagos nedvesítés ma már nagyrészt megspórolható.

További tényező, hogy ha a levegő páratartalma túl alacsony, akkor a komfortlégkondicionáló hőcserélője kiszárad. Ez csökkenti a hőátadás intenzitását, és ennek következtében a hőcserélő több mint 25%-ot veszít hatásából. Ez a hatékonyságvesztés olyan mértékben csökkentheti a hűtőközegen keresztül történő hőszállítás, hogy a rendszer átmenetileg leáll, mert a párolgási hőmérséklet túl alacsony, és csak akkor kezd újra működni, amikor a levegő páratartalma emelkedik. Ennek a gyakorlatban „on-off” működésnek az eredmé-

Highly sensible cooling capacity = Low operating costs



nye a szerverteremben fellépő hatalmas hőmérséklet-ingadozás, ami túlmelegedéshez vezethet, és károsíthatja az informatikai berendezéseket.

De nem csak a levegő túlzott szárazsága miatt nem ajánlott a szerverszobákba komfort-klímaberendezések telepítése. A komfort-légkondicionáló rendszerek az ilyen helyiségekben szükséges légkezelés miatt sem alkalmasak a feladat. Mivel az emberi jólét optimalizálására szolgálnak, úgy tervezték őket, hogy ne hozzanak létre kellemetlen légáramlásokat (huzatot), és így a lehető legkevesebb levegőt mozgatják meg. Egy szobai légkondicionáló berendezés óránként 200-

2000 m³ levegőt keringtet, 0,2 és 0,5 m/s közötti befúvási sebességgel. Ez a légmozgás azonban nem elegendő a nagy teljesítményű szerverek koncentrált hőterhelésének megbízható elvezetéséhez, és így a hotspotok kialakulásának hatékony megakadályozásához. Ezek a hotspotok – amelyek helyrehozhatatlanul károsíthatják az informatikai berendezéseket – csak 3000 és 30 000 m³/óra közötti térfogatáram, illetve 2 és 3 m/s közötti légsebesség mellett előzhető meg.

Mindkét teljesítményértéket végül is csak precíziós klímaberendezésekkel lehet elérni, amelyek már csak ezért is az egyetlen észszerűen megvalósítható megoldást jelentik a szerverszobák klimatizálására. Ráadásul fizikailag érzékelhető hőmérséklet-csökkentést érnek el, és legfeljebb csak szükség szerint és szükség esetén biztosítanak páramentesítést. Az elektrosztatikus feltöltődés veszélye ezáltal nem növekszik szükségtelenül, és a rendszer átmeneti leállításának kockázata sem áll fenn. A helyiség hőmérséklete így állandó marad, és sokkal pontosabban szabályozható, mint a komfort-légkondicionálók esetében.

A precíziós klímaberendezés legfeljebb 1 °C-kal tér el a beállított hőmérséklettől. És a rendszer energiahatékonysága tekintetében sem kell kompromisszumot kötni, mivel alapvetően technológiai helyiségekben szükséges klimatikus viszonyok előállítására tervezték. A precíziós klímaberendezésbe való befektetés tehát minden szempontból megéri. Aki ennek ellenére mégis komfort-klímaberendezést választ, kellemetlen meglepetésben lehet része, legkésőbb a téli hónapokban, amikor általában száraz levegő uralkodik. Az alacsony bekerülési költség által elcsábult takarékoskodni vágyók közül sokan később megbánják a döntést.

Az energetikai mérlegről a következő megállapításokat tehetjük: Ha a technológiai helyiség hőterhelése 10 kW, a hűdisszipáció elszállítására nem elegendő egy 10 kW névleges hűtőteljesítményű komfortklíma, mert a névleges hűtőteljesítmény kb. 35%-a szárításra fordítódik. 50 Ft/kWh villamosenergia-árral számolva egy 10 kW-os komfortklíma éves üzemeltetési költsége nagyságrendileg azonos a klíma bekerülési költségével. A komfortklímaberendezés üzemeltetési költsége kb. másfélszerese a precíziós klímaberendezésének.

A Montreali jegyzőkönyv késlelteti az első jégmentes északi-sarki nyarat

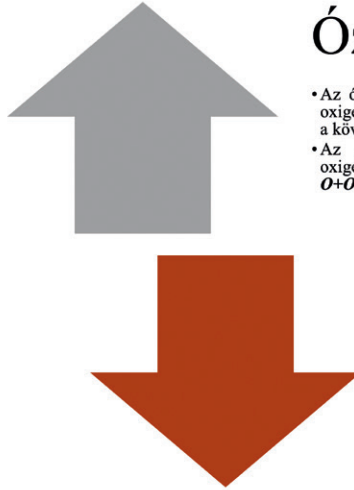
Az ipari gázok korlátozása és a fenntartható jövő felé vezető út

Az éghajlatváltozás egyre súlyosabb hatásait tapasztaljuk világszerte, de az Északi-sarkvidék az egyik leginkább érintett terület. Az elolvadó jég és az északi-sarki jégtakaró drámai mértékű csökkenése olyan jelenségekkel fenyeget, amelyek nemcsak a környezetet, hanem a globális gazdaságot és a társadalmi stabilitást is érintik. Egy nemzetközi megállapodás azonban a klímaváltozás kezelésének egyik leghatékonyabb eszközévé vált, s úgy tűnik, jelentős hatással lesz az első jégmentes északi-sarki nyár időpontjára.

Dr. Tóth-Nagy Georgina
okl. környezetmérnök

Az északi-sarki jégtakaró az Északi-sarkvidéken található jeges régió, amely a tengerfelszín és a szárazföldet is magába foglalja. Jelentősége rendkívül nagy mind a klímaváltozás, mind az ökoszisztéma szempontjából. A sarkvidéki jég vastagsága és kiterjedése hatalmas hatással van az éghajlatra, mivel befolyásolja a Föld energiabevitelét és a tengervíz hőmérsékletét. A hatalmas mennyiségű jég olvadása és a jég elvékonyodása következtében a tengervíz szintje emelkedik, ami jelentős hatással van a partvidékekre és a szigetekre, valamint azok lakosságára. Emellett az északi-sarki jégtakaró fontos életközösségeket tartalmaz, amelyek jelentőséggel bírnak az Arktisz élővilágára és a globális ökoszisztémára nézve. Többek között otthont ad a jegesmedvéknek, a fókáknak, a tengeri madaraknak és egyéb tengeri élőlényeknek. A jégtakaró változása nemcsak a természeti rendszerekre gyakorol hatást, hanem az emberi tevékenységekre is. Az olvadó jég új lehetőségeket teremt a hajózás, a halászat és a nyersanyag-kitermelés számára az északi tengeri régióban. Azonban ez a folyamat jelentős kihívásokat is hoz magával, például a szállítási útvonalak biztonságának kérdéséről, a környezetszennyezést és az élettér elvesztéséből adódó problémákat a sarkvidéki élőlények számára.

Az ózonréteg a Föld felső atmoszférájában található vékony gágréteg, amely je-



Ózon keletkezése

- Az ózonképződés első lépése az ózon előanyagának, az oxigénmolekulának (O_2) disszociációja, vagyis kettéválása a következő reakcióval: $O_2 + \text{foton} \rightarrow 2O$
- Az egyik oxigénatom reakcióba lép egy másik oxigénmolekulával (O_2), hogy ozonát (O_3) képezzen: $O + O_2 \rightarrow O_3$

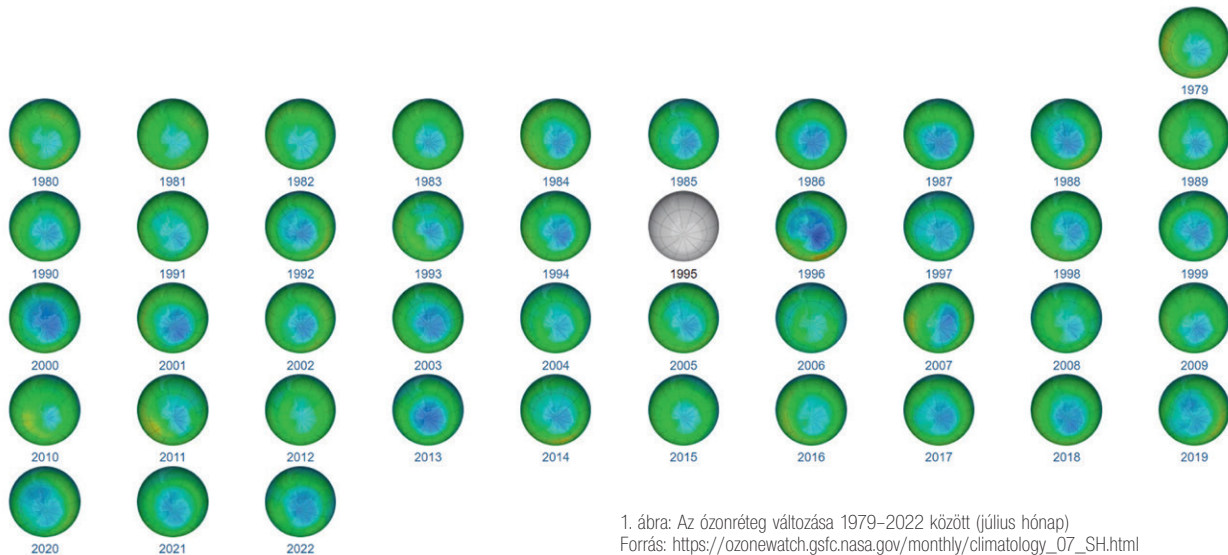
Ózon bomlása

- Az ózonréteg védelme érdekében fontos, hogy megőrizzük az egyensúlyt az ózonképződés és az ózontörés között. Bizonyos vegyületek, például klór és brómvegyületek (CFC-k, halogénezett szénhidrogének), amelyek emberi tevékenység eredményeként kerülnek a légkörbe, károsítják az ózonréteget.
- $Cl + O_3 \rightarrow ClO + O_2$
- $ClO + O \rightarrow Cl + O_2$

lentős szerepet játszik a bolygó életének és élőlényeiének védelmében. Az ózonmolekulák (O_3) alkotják az ózonréteget, és az ultraibolya (UV) sugárzás szűrésében és elnyelésében vesznek részt. Az ózonréteg fontos tulajdonsága, hogy elnyeli az UV-B és az UV-C sugárzást, így megóvjva a földi életet. Az UV-B sugárzás károsíthatja a bőrt, és hozzájárulhat a bőrrák kialakulásához. Emellett a növényekre és az ökoszisztémára is negatív hatással lehet. Az UV-C sugárzás még nagyobb energiával rendelkezik, de a Föld légkörében teljesen elnyelődik az ózonrétegben. Az ózonréteg vastagsága változó és idővel alakul. Az éghajlati tényezők, például a napsütéses órák száma, a légköri hőmérséklet és a sztratoszferikus légáramlatok hatással vannak az ózonréteg alakulására. Általá-

ban az ózonréteg vastagsága a legnagyobb értékeket mutatja az Egyenlítő közelében, míg a sarkvidékek felé haladva csökken. Ez részben azért van, mert az ózonképződéshez szükséges kémiai folyamatok intenzíven zajlanak a trópusi régiókban.

Az ózonréteg vastagságának mérése során használt mértékegység a Dobson-egység (DU). Egy Dobson-egység az ózonréteg vastagságának olyan mértéke, amelyben az egész légkörben eloszló ózommennyiség 0,01 mm vastagságú réteggel egyenértékű. Az ózonréteg vastagságának mérése az ózonzslop abszorbanancia spektrometriával történik, ahol az ózonmolekulák által elnyelt UV-sugárzás intenzitását méri az atmoszférában. Az ózonréteg vastagsága általában körülbelül 300 és 500 Dobson-egység között változik. A köznyelvben



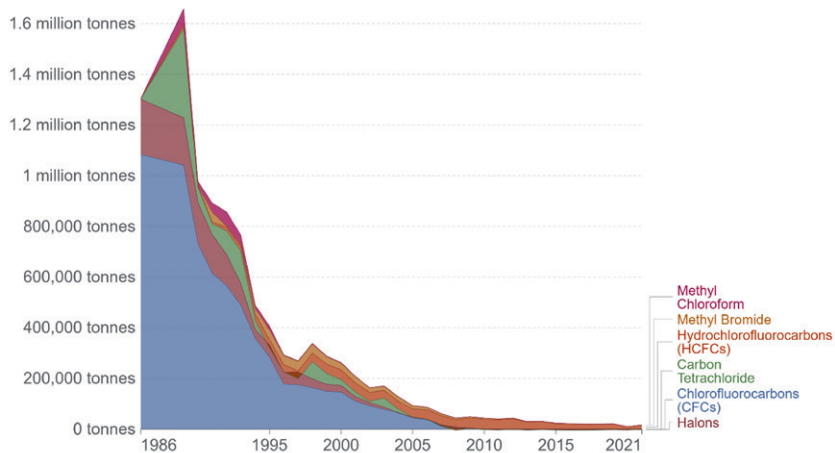
1. ábra: Az ózonzóréteg változása 1979–2022 között (július hónap)
 Forrás: https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/monthly/climatology_07_SH.html

gyakran találkozunk az ózonzónyluk kifejezéssel, ami helytelen, technikailag helyesebb lenne az „ózonréteg elvékonyodásáról” beszélni. Az ózonréteg elvékonyodása az Antarktiszon egy különleges jelenség, amely során az ózonréteg rendkívül csökkent vastagságot mutat. Amikor az ózonréteg vastagsága 220 Dobson-egység alá csökken, akkor beszélhetünk ózonvesztésről. A déli féltekén a koncentrációk több mint felére csökkentek 1979 és 1995 között.

Az északi-sarki jégtakaró és az ózonréteg között összefüggések és szoros kapcsolat van, befolyásolják egymást. Először is, az északi-sarki jégtakaró vastagsága és kiterjedése hatással van az ózonrétegre. A jégfelület reflektálja a napfényt, ezáltal csökkentve a Föld felszínére érkező ultraibolya (UV) sugárzás mennyiségét. Ennek eredményeként az UV-sugárzásnak kevesebb lehetősége van kölcsönhatásba lépni az ózonnal a légkörben, így csökkentve az ózonréteg lebontását. Másodszer, az ózonréteg elvékonyodása, különösen az Antarktiszon megfigyelt formájában, hatással lehet a jégtakaróra. Az ózonréteg elvékonyodása növeli az UV-sugárzás mennyiségét, amely az északi-sarkvidéki jégtakaró olvadásához és elvékonyodásához vezethet. Az UV-sugárzás hatása gyorsítja a jég olvadását, mivel a sugárzás energiáját a jég felszínéhez viszi, ami gyorsabb olvadást eredményez. Az északi-sarki jégtakaró és az ózonréteg kölcsönhatása további hatásokat is kiválthat a klímaváltozásra, mint például a tengeri szint emelkedése, amely jelentős hatással van a

Emissions of ozone-depleting substances, World

Annual consumption of ozone-depleting substances. Emissions of each gas are given in ODP tonnes¹.



Source: UN Environment Programme (2023)

Note: In some years, gases can have negative consumption values. This occurs when countries destroy or export gases that were produced in previous years (i.e. stockpiles).

OurWorldInData.org/ozone-layer • CC BY

2. ábra: Az ózonzóréteget károsító anyagok kibocsátásának alakulása (Forrás: <https://ourworldindata.org/ozone-layer>)

parti területekre és a part menti közösségekre. Emellett mindkét jelenség hozzájárul a globális hőmérséklet-növekedéshez és az éghajlatváltozás folyamatához.

E miatt van szükség nemzetközi együttműködésekre, amelyek közül az egyik legsikeresebb a Montreali jegyzőkönyv. A jegyzőkönyv egy olyan megállapodás, amelyet az Egyesült Nemzetek Gazdasági és Szociális Tanácsa (ECOSOC) alakított ki az 1987. évi montreali tanácskozáson. A jegyzőkönyv célja az ózonzóréteget károsító anyagok kibocsátásának csökkentése és fokozatos kivonása a légkörből. A jegyzőkönyv fő célkitűzése az ózonzóréteg védelme és helyreállítása, valamint az egészségügyi, környezeti és gazdasági hatások

minimalizálása azáltal, hogy korlátozza vagy betiltja a káros anyagok, például a klór-fluor-karbonok (CFC-k), a hidroklorofluorokarbonok (HCFC-k), a szén-tetraklorid és a metil-kloroform használatát és kibocsátását. A jegyzőkönyv aláírói kormányok és nemzetközi szervezetek, amelyek elkötelezték magukat a klímaváltozás elleni küzdelem mellett és támogatták az ózonzóréteg védelmére irányuló erőfeszítéseket. Az aláírók között szerepelnek a világ vezető gazdaságai, például az Egyesült Államok, Kína, az Európai Unió tagállamai, Oroszország, Japán és Kanada is. A jegyzőkönyv aláírói között megállapodás született arról, hogy a kibocsátást az 1986. évi szinthez képest 50%-kal csökkentik 1999-re, később több-

szöri módosítás során további csökkentéseket határoztak meg, s napjainkra közel 99%-kal csökkent a kibocsátás. Ez megállította az ózonkárosító anyagok (ODS) növekedését, és az összes klórszint az ODS-ekből várhatóan visszatér a 1980-as évek szintjére 2070 körül.

Az Északi-sark jégtakarójának védelme és a jégmentes nyarak megelőzése kiemelkedően fontos a globális éghajlat szempontjából. Emiatt is volt elengedhetetlen a különböző ózonréteget károsító anyagok emissziójának korlátozása, megszüntetése. A klór-fluor-karbonokat (CFC-k) hosszú ideig használták különböző ipari és háztartási alkalmazásokban. Ezek a vegyületek tartalmaznak klórt, fluort és szénatomokat, és rendkívül stabilak és nem éghetőek. A CFC-k széles körben használták a légkondicionálókban, hűtőszekrényekben, aeroszolos spray-kben, habképző anyagokban és más ipari folyamatokban. Amikor a CFC-k a légkörbe kerülnek, a Nap UV-sugárzása hatására szétbomlanak, felszabadítva a klórt. A klór reakcióba lép az ózonnal, és katalizálja annak lebontását, csökkentve az ózonréteg vastagságát. A hidrokloro-fluor-karbonokat (HCFC) gyakran használtak a klór-fluor-karbonok helyettesítésére olyan alkalmazásokban, mint például a hűtőberendezések, légkondicionálók, habképző anyagok és aeroszolok. Az HCFC-k tartalmaznak hidrogént, klórt, fluort és szénatomokat. Az HCFC-k az ózonrétegre gyakorolt hatásukban kedvezőbbek, mint a CFC-k. Azonban ezek a vegyületek továbbra is ózonkárosító hatással bírnak, bár kisebb mértékben, mint a CFC-k. Ezért a Montreali jegyzőkönyv célja a HCFC-k fokozatos csökkentése és végül teljes felszámolása. A bróm-fluor-karbonok (BFC-k) klórt, fluort és brómot tartalmaznak. Ezeket a vegyületeket korábban használták különféle ipari és háztartási alkalmazásokban, például hűtőberendezésekben, habképző anyagokban, tisztítószerekben és aeroszolokban. A BFC-k az ózonrétegre káros hatással vannak, ahogy a CFC-k és a HCFC-k is. Ezek a vegyületek képesek klórral és brómmal reagálni a felső atmoszférában, lebontva az ózonmolekulákat. A Montreali jegyzőkönyvben szereplő szabályozás és együttműködés célja a BFC-k kibocsátásának és felhasználásának korlátozása, valamint az ezeket tartalmazó termékek fokozatos kivonása a piacról. Az alternatívák keresése és bevezetése, mint például az ózonbarát hűtő-

közegek és habképző anyagok, fontos lépés a globális ózonréteg védelmében és a környezet fenntarthatóságának biztosításában.

A metil-kloroform, más néven 1,1,1-triklór-etán vegyület klórt és hidrogént tartalmaz. Ez egy színtelen, szagtalan folyadék, amely széles körben használt oldószer volt különféle ipari és háztartási alkalmazásokban. Gyakran alkalmazták festékek, ragasztók, tisztítószeresek, valamint az elektronikai és fémipari folyamatokban. Azonban a metil-kloroform jelentős negatív hatással van az ózonrétegre. Amikor a metil-kloroform molekulák feljutnak a felső atmoszférába, reagálnak az ott lévő hidroxil-radikálokcal, ami az ózon lebontásához vezet.

A szén-tetraklorid, más néven tetra-kloro-metán négy klóratomot tartalmaz, amelyek a szénatomhoz vannak kötve. Ezt a színtelen folyadékot, amelynek erős klóros szaga van, régebben gyakran használták különféle ipari és vegyipari alkalmazásokban, például oldószerként, tisztítószerekben és tűzoltószerekben. Amikor a szén-tetraklorid molekulák feljutnak a felső atmoszférába, reagálnak az ott lévő hidroxil-radikálokcal, aminek következtében az ózonmolekulákat lebontják. A jegyzőkönyv szigorú korlátozásokat vezetett be a szén-tetraklorid felhasználására és kibocsátására vonatkozóan.

Az ózonréteg védelme létfontosságú az Északi-sarkvidék hosszú távú stabilitásához, mivel a vékonyodó ózonréteg lehetővé teszi a káros UV-sugárzás behatolását, ami a jégtakaró további olvadásához vezet. Az ipari gázok kibocsátásának és felhasználásának korlátozása, amelyet a Montreali jegyzőkönyv előír, jelentős hatással van az Északi-sarkvidék jégtakarójára. Egy friss tanulmány, melyet a Columbia Engineering és az Exeter Egyetem klímakutatói készítettek, azt mutatja, a szerződés hatása elér a sarkvidéki területekig is: végrehajtása akár 15 évvel is eltolhatja az első jégmentes északi-sarki nyarat, attól függően, hogy milyen mértékben csökkentjük a jövőbeni kibocsátásokat. A kutatók új klímamodelleken alapuló szimulációkat elemeztek, és megállapították, hogy a Montreali jegyzőkönyv késleltetheti az első jégmentes északi-sarki nyár megjelenését, attól függően, hogy milyen CO₂-kibocsátási forgatókönyvet választunk a jövőben. Összehasonlították az ózonkárosító anyagokból származó becsült felmelegedést a Montreali jegyző-

könyvvel és annak hiányával két különböző CO₂-kibocsátási forgatókönyv alapján 1985 és 2050 között. Eredményeik szerint, ha a Montreali jegyzőkönyv nem lépett volna életbe, a becsült globális átlaghőmérséklet körülbelül 0,5 Celsius-fokkal magasabb lenne, és az északi-sark közel 1 Celsius-fokkal melegebb lenne 2050-ben. Az elemzés azt mutatta, hogy a jegyzőkönyv nélkül az első jégmentes északi-sarki nyár valamikor 2030 és 2038 között következett volna be. A szerződés érvényben tartása esetén az első jégmentes nyár várhatóan 2037 és 2054 között következik be, feltéve, hogy mérsékelt vagy magas üvegházhatásúgáz-kibocsátási forgatókönyvet tekintünk. A jegyzőkönyv nemcsak csökkentette az ózonréteg elvékonyodását és elindította az ózonréteg helyreállítását, hanem meg is védte a klímát, mivel ezek az ózonkárosító anyagok erőteljes üvegházhatású gázok is. Például a CFC-12 100 éves globális felmelegedési potenciálja (GWP) 10 300. A modellek azt mutatják, hogy az antarktisi ózon tendenciájában követi az effektív egyenértékű sztratoszferikus klórtartalmat (EESC), és az összes ózonszint várhatóan visszatér a 1980-as évek ózonértékeihez 2070 körül. Teljes visszatérés a 1960-as évek szintjére várhatóan a 22. században fog bekövetkezni.

A jegyzőkönyvnek köszönhetően az ipari szektorban fokozatosan kivonták a legtöbb káros anyagot, és helyettesítő termékeket és technológiákat fejlesztettek ki, amelyek kevésbé ártalmasak az ózonrétegre és az éghajlatra nézve. Ez az erőfeszítés jelentősen csökkentette az ipari gázok mennyiségét a légkörben, és így hozzájárult az északi-sarki jégtakaró védelméhez. A Montreali jegyzőkönyv példa arra, hogy az együttműködés és az ambiciózus célok kitűzése hogyan járulhat hozzá a globális klímaváltozás kezeléséhez. További intézkedésekre van azonban szükség az éghajlatváltozás megfékezéséhez és az Északi-sark jégtakarójának hosszú távú védelméhez. A mérnökök és az ipari szektor innovációja és elkötelezettsége elengedhetetlen ezen célok eléréséhez.

IRODALOM

- The Montreal Protocol is delaying the occurrence of the first ice-free Arctic summer" by Mark R. England and Lorenzo M. Polvani, 22 May 2023, Proceedings of the National Academy of Sciences. DOI: 10.1073/pnas.2211432120
Newman, P. A. (2018). The way forward for Montreal Protocol science. Comptes Rendus Geoscience. doi:10.1016/j.crte.2018.09.001



Konstruktóri gondolkodás

A koncepcionális tervezés az építőmérnöki gyakorlatban – I.

A koncepcionális tervezés a tervezési folyamat első lépőse, amely az egész mérnöki alkotásra nézve meghatározó. Fritz Leonhardt-tól Jörg Schlaich-on át David P. Billington-ig számos gondolkodó meglátásait összegyűjtve igyekeztem átfogó képet nyújtani a koncepcionális tervezés jelentőségéről, tartalmáról és háttéréről, a környező feltételek és hatások elemzésével.



Dezső Zsigmond

Mi a koncepcionális tervezés?

Eduardo Torroja *Philosophy of Structures* (Szerkezetek filozófiája) című könyvének bevezetője szerint: „Minden anyagnak sajátos és megkülönböztető személyisége van, és minden forma más-más feszültségjelenséget kényszerít. Egy probléma természetes megoldása – a mesterkélttség nélküli művészet – optimális az őt létrehozó korábbi kényszerítő körülményekkel szemben, lenyűgöző a mondanivalójával, és egyúttal kielégíti a műszaki szakember és a művész

igényeit. Egy szerkezeti együttes születése, egy alkotói folyamat eredménye, kilép a logika kizárólagos területéről, és behatol az ihlet titkos határaitra. A számítás előtt, és mindenekeelőtt a számítás előtt ott van az ötlet, amely az anyagot ellenálló formába önti, hogy megfeleljen a küldetésének.”

A koncepcionális tervezés valójában a szerkezeti koncepció kidolgozása, és ezt ilyen egyszerűséggel mindenki érti. Az már más kérdés, hogy az alkotó mérnök mennyire nőtt fel a feladathoz, illetve a szerkezet mennyire felel meg a különböző elvárásoknak, illetve igényeknek. Vagyis a koncepcionális szerkezettervezés nem csupán egy olyan szerkezet kitalálása, illetve megtervezése, mely megfelel az erőtnai követelményeknek (persze néha ez is elégséges, sőt kívánatos), hanem a jó koncepcionális szerkezettervezés olyan teherhor-

dó szerkezet tervezését jelenti, mely azon túl, hogy erőtanilag megalapozott, logikusnak, szépnek vagy más módon tűnik érdekesnek, kellemesnek, harmonikusnak, persze a józan ész határain belül. A tartószerkezettervező mérnöki munkára vetítve a koncepcionális szerkezeti tervezés kifejezés olyan szerkezetek, illetve szerkezeti struktúrák létrehozásáról szól, amelyek a szerkezeti funkcionalitást és a vizuális formát értelmes és érdekes egészéssé egyesítik. Azaz nem csak ellátja teherhordó szerepét, hanem annak megjelenésére is koncentrálnak. És akik ezt a legmagasabb szinten végzik, azok nem csak kiváló mérnökök, hanem művészek is. S van, ahol ennek elismeréseként a legnagyobbak közül néhányan mindkét, azaz a tudományos és a művészeti akadémián is tagja lehettek (Jörg Schlaich, Stefan Polónyi vagy Klaus Bollinger).

Mi lenne a tervezés ideális folyamata? A szerkezettervezés normális esetben az építészeti alap gondolatokat követően, az építésszel közös munkálkodás során egy a végleges formához folyamatosan közelítő iterációs folyamat.

A tervezés főbb állomásai:

- program: a projekt célkitűzéseinek, az épület jellemzőinek és a tervezési céloknek a meghatározása;
- elképzelés: a legfontosabb tervezési lépés, a meghatározó szerkezeti koncepció kidolgozása;
- modellezés: a statikai váz felvétele, a tervezett valóság absztrakciója, modellek felépítése az erők elemzéséhez és számításához;
- méretezés: a keresztmetszeti méretek meghatározása az anyagok választásától és kombinációjától függően;
- részletezés: feldolgozás, a csomópontok és csatlakozások végleges részletezése, beleértve a szerkezeti rajzokat is.

A koncepcionális tervezési szakasz az elképzelés vagy létrehozás szakasza, mely az útkeresésről szól, mikor is meghatározásra kerül az épület alapformája és kiválasztódnak a főbb épületrendszerek. Az ekkor hozott döntések az épület egészére nézve meghatározó jellegűek, és sokkal nagyobb mértékben érintik az épület költségét, mint bármilyen más, vagy akár a részletes tervben meghozott döntések többsége. Ezért a koncepcionális tervezés során az útkeresés eredménye, a megfelelő konstrukció, illetve optimális forma megtalálása alapvetően meghatározza az épület tulajdonságait,

illetve a tervező megítélését. Az elvégzett mérnöki munka során létrejött mérnöki alkotást az alábbi – már évezredek óta megfogalmazott – tulajdonságok jellemzik, melyek mindegyike a koncepcionális tervezési szakaszban nyeri el végleges állapotát. Azaz már a római korban, Vitruvius Augustus építész-teoretikus kitézte a hármas célt az építészek felé: „firmitas, utilitas, venustas”. Ebben a tartósságot a tartószerkezet méretezésével, illetve állékonyásával, a hasznosságot a funkció kielégítésével, és a szépséget a művészi megjelenéssel helyettesíthetjük. Ezt a hármas követelményt a mai napig érvényesnek tekinthetjük, s tulajdonképpen a mai hármas cél is ezeket fejei ki, kissé kiterjesztve a gondolati határokat. Azaz: tartósság-hasznosság-szépség / szerkezet-funkció-esztétika.

Egy mérnöki alkotás akkor igazán profi, ha mindezeknek megfelel, és akkor igazán művészi – mai megfogalmazások szerint –, ha az a hatékonyság, gazdaságosság és elegancia terén is kiválót nyújt, s mindezt a mérnöki követelmények által szabott korlátok között. A mai magas szintű elvárások szerint megfogalmazható hármas követelmény:

- *hatékony, megvalósítható* (minimális anyagfelhasználással biztonságos szerkezet) – tudományos (scientific): hogyan tervezték a szerkezetet, hogy a terhelést biztonságosan továbbítsa a talaj felé, milyen anyagokat és mennyit használnak;
- *gazdaságos* (teljes életciklus alatt elkerüli a túlzott költségeket) – társadalmi (social): a szerkezet rövid és hosszú távú költségei a társadalom számára, milyen szerepet játszik a szerkezet a társadalom működésében;
- *elegáns, esztétikus* (a mérnöki kreativitásból fakadó kellemes forma) – szimbolikus (symbolic): milyen érzéseket kelt a szerkezet, milyen jelentéssel bír, és mit hordoz a szerkezet a használói számára.

Tehát az, hogy egy jól megkonstruált szerkezet ezek mindegyikét pozitívan hordozza-e magában, már a koncepcionális tervezési szakaszban eldőlt. Mindezeknek megfelelően a tervezési folyamat során csupán a koncepcionális tervezési szakaszban történik „valódi” alkotó tevékenység, míg a többi tervezési fázis már csak „számlálás és mérés”, azaz csupán a feldolgozás és kidolgozás szakasza. Ennek megfelelően a „művészi” mérnöki alkotások létrehozásának legfontosabb feltétele, hogy már a koncepció hordozza magába a szerkezet

művészi megfogalmazásának lehetőségét, azaz a statikus a tervezés során építse be saját kreativitását, hogy – a műszaki követelményeknek is megfelelő – elegáns szerkezetet hozzon létre. Már ha ez igény! Persze a művészi megfogalmazásra való törekvés nem szabad, hogy túlerőltetett, természetellenes statikai megoldásokhoz vezessen. Igaz, ritka kivétellel még ez is megengedhető (pl. Calatrava épülete és hídja, vagy akár a Sydney-i Operaház). Rengeteg mai szerkezet azonban a gyors technológiai fejlődés adta lehetőségek ellenére sem tükrözi megfelelően változotosságukat, szépségüket és érzékenységüket. A tartószerkezeti tervezők túl gyakran hanyagolják el a kreatív koncepcionális tervezési fázist azzal, hogy megisméltik a szokásos terveket, és saját ötleteikkel nem járulnak hozzá kellően az építészekkel való eredményes együttműködéshez, már ha egyáltalán az építész ezt lehetővé teszi.

A koncepcionális kialakításra tehát többféle korlátozás és igény vonatkozik, de még így is a témánk feltétel között is számos megvalósítható megoldás létezik. A tervező feladata egy olyan kreatív folyamat, amelyben a korlátok aligha segítenek a helyes megoldásra összpontosítani, inkább azt jelzik, hogy mit nem lehet megtenni. A koncepcionális terv nem más, mint a koncepcionális tervezés folyamatának eredményeként egy épület konfiguráció kiválasztása számos megvalósítható alternatíva közül. Tehát ahogyan az elején Torroját idéztem: „Egy szerkezeti együttes születése, egy alkotói folyamat eredménye, kilép a logika kizárólagos területéről, és behatol az ihlet titkos határaitra. A számítás előtt, és mindenekelőtt a számítás előtt ott van az ötlet, amely az anyagot ellenálló formába önti, hogy megfeleljen a küldetésének.” Vagyis a tervezés ezen szakaszában többféle korlátozást kell kielégíteni, közben meg kell felelnie olyan céloknek, amelyek homályosak és nehezen számszerűsíthetők. Ebben áll az egyetemi oktatásban nehezen elfoglalt, illetve el nem foglalt szerepe, koncepcionális tervezés oktatásának jelentős akadályá.

Koncepcionális tervezés a mai tervezési gyakorlatban

A középkor reneszánsz mesterei még az alkotás egészét egy személyben irányították. Így pl. Brunelleschi a firenzei dóm kupoláját statikust nélkül tervezte és épí-

tette. Azaz mai értelemben ő maga volt egy személyben az építész és a tartószerkezet-tervező mérnök. Azután elindult valami változás, melynek kezdete a napóleoni korszakban nyúlik vissza, és kettévált a képzés a formai részletek és az alkotás esztétikai kialakításáért felelős építészetre, valamint a hadmérnöki feladatok, hídépítés és nagyobb feszítávságú tartószerkezetek tudományát elsajátító mérnökök képzésére. Aztán a XIX. század során megjelenő két új építőanyag: a vas-acél (Joseph Paxton, 1851, londoni világkiállítás, „kristálypalota”) és a vasbeton (Monier, 1849, vasbetétes beton virágtartó váza) elterjedése végleg forradalmasította az építőipart, és szükségessé tette a különleges feladatok méretezését és kivitelezését biztos kézzel uraló mérnöki foglalkozás kialakítását.

Ezek után ma a tervezés folyamatát, illetve annak alkotó elemeit leegyszerűsítve az építés és a szerkezettervező mérnök szerepe jól elkülöníthető két, az egy csapatban dolgozó, de abban különböző feladatot ellátó szakemberre. Itt az építész előáll az épület funkcionális, társadalmi, politikai és esztétikai igényeknek megfelelő alapkoncepciójával, melyhez a szerkezettervező igyekszik – az építészeti koncepció megvalósítását biztosító – olyan szerkezetet kitalálni, illetve konstruálni, mely megfelel az összes technikai feltételnek, mind keresztmetszeti méreteiben, teherbírásában, stabilitásában stb.

Mivel a tervezésnek egyéb szakági tervező is részese, így a tervezőcsapatban való együttműködés elengedhetetlen feltétele a műszakilag életképes, esztétikus és fenntartható épülettervek készítésének. Azaz az építésznek, a tartószerkezet-tervezőnek és a többi közreműködőnek, vagyis minden tervezőnek és tanácsadónak együtt kell működnie! Persze lehetőleg egyenrangú félként, elismerve azt, hogy az esetek többségében a csapatvezető az építész. Mindenki tisztában kell legyen azzal, hogy a végeredmény nem a legjobb önálló egyéni gondolatok és feladatmegoldások összege, hanem egy olyan csapaté, melyben minden tervező legalább részben nyitott a többi szakág, illetve tudományág felé. Ha egy szakág a kompromisszumok nélküli tökéletességre törekszik, úgy az egész nem lehet jó és optimális, az csak közös kompromisszumok eredményeként jöhet létre! Ilyen munkakapcsolatban ne-

künk, mérnököknek kell kialakítanunk azt az érzést, hogy mit lehet kihívásként átvinni, és mi alapvetően értelmetlen. Mi aránytalan és mi lehetséges? Sok építőmérnök ebben nem eléggé érett és tapasztalt. Az ár-érték arány racionalitását meghatározó érzést jobban ki kellene alakítani annak érdekében, hogy a közös tervezőasztalnál folytatott párbeszéd és koncepcionális tervezés során a legalapvetőbb és legfontosabb döntések helyesen születessenek meg, mert ez az épület alapvető kialakítását meghatározó tervezési fázis. A koncepcionális tervezéshez szükséges mérnöki tudásnak ötvöznie kell a tapasztalatot, az intuíciót, a hagyományt, a műszaki megoldásokat, és különösen a tervezők – az építőmérnökök – leleményességét és érzékenységét.

Mivel a mérnökök gyakran együttműködnek építészekkel, így sok esetben a szerkezet eleganciája vagy művészi megfogalmazása a mérnöki helyett, az építészeti tervezésnek köszönhető, de még ekkor is igen fontos eleme az ilyen tervezésnek: a mérnöki fantázia és az ihlet, valamint az innováció. Személyes élményem volt hallgatni Michel Virlogeux-t a Norman Fosterrel végzett közös munkáról. A Foster által – az eredeti elképzeléshez – igazított morfológia erősen kapcsolódott a Virlogeux által megálmodott koncepcióhoz.

Az építész vagy a mérnök?

A mai gyakorlat azonban kissé eltér a felvázolt ideális állapottól. Az építészek úgy gondolják, a „tervezés” az épület megjelenésére és funkciójára vonatkozó jövőképek kidolgozása, amely pénzügyi, kulturális, társadalmi-politikai és esztétikai tényezőket tartalmaz. A mérnökök pedig úgy vélik, hogy a „tervezés” viszonylag módszertani folyamatnak tekinthető, azaz csak a szerkezet vagy a szerkezeti elem megfelelőségének meghatározására szolgál. De hát akkor ki a legalkalmasabb a formatervezés szerkezeti koncepciójának kidolgozására? Az építész, aki nincs felkészülve a technikai következmények megértésére, amelyek nélkülözhetetlenek számára a szerkezeti formával kapcsolatos helyes döntések meghozatalához? Vagy a mérnök, aki nem rendelkezik képzettséggel arra, hogy a tervezés során figyelembe vegye a nem technikai kérdéseket? A válasz természetesen az, hogy a szerkezeti koncepciót együttesen kell kidolgozniuk (vagy legalább

együtt kellene fejleszteni). De ez még a legritkább esetben sincs így! A szerkezeti koncepció kidolgozásának olyan együttműködési folyamatnak kellene lennie, amelynek során a szerkezeti szükséglet, az esztétika és a funkcionális hasznosság ellentétes követelményeit működőképes és lenyűgöző egészé szincretizálják. A modern épülettervezés legjobb példája, ahol a szerkezet az építészet része, valóban együttes erőfeszítés eredménye. Mivel az optimális szerkezet kialakításának nem az egyetlen, s néha még csak nem is a legfontosabb feltétele az állékonyság, így felmerülhet a következő kérdés: hogy akkor honnan erednek a szerkezet kialakítására vonatkozó elképzelések? Hogyan dönthetnek a tervezők arról, hogy mi lenne az épülethez a legmegfelelőbb szerkezet?

A kettéválasztott feladatkör eredményeként a mérnök valósággal „kisármáza” az építész által megfogalmazottakat, majd az építész mintegy felöltözteti a mérnök által betervezett tartószerkezetet. Így a mérnök főleg a firmitasért (tartósság, állékonyság) lett a felelős, az építésznek pedig a venustus (szépség, esztétika) maradt, igaz, ez a látható, csodálható. Az utilitasért (hasznosság, funkció) próbál mindkét fél küzdeni, de csak úgy, hogy a másik két cél rovására ne menjen, azaz csak óvatosan és mértékkel. Tehát az építés és a mérnök kettéválasztását mint külön foglalkozási ágak tükrözik, és már kimondottan is az elsöben az érzélem, a másodikban az értelem a domináns.

A mérnöki alkotások művészete jelentősen elkülönül az építészek gyakorlatától, mivel a mérnöki alkotások esetében a feltételrendszerek betartása sokkal szigorúbb követelmény, min az építészeti tervezést meghatározó feltételek esetében. Miközben a szerkezettervező mérnök elégségs szerkezet kialakítására törekszik, nem hagyhatja figyelmen kívül, hogy szerkezetének minden körülmények között meg kell felelnie a biztonsági, a használhatósági és a gazdaságossági követelményeknek! Az építész ennél sokkal szabadabban tervezhet, mivel őt – ugyan korlátozzák a felhasználási igények, mégis – igazából oly mereven semmi sem köti, s a cél érdekében még a feltételrendszerén is lazíthat.

(A cikk második részét augusztus-szeptemberi lapszámunkban közöljük. – A szerk.)

Polimerek, gyógyszerek, mesterséges intelligencia

Makromolekulák

Dr. Marosi György DSc, a BME Vegyészmérnöki és Biomérnöki Karának egyetemi tanára a Szerves Kémia és Technológia Tanszéken, hosszú évtizedek óta az egyik legnagyobb szaktekintély a kompozit polimerek és a gyógyszerkutatás terén. Hogyan kapcsolódik a két terület, miért nem maradt Cambridge-ben kutatni, és miben segít a mesterséges intelligencia? Egyebek mellett ezekről a témákról is beszélgettünk.



Rozsnyai Gábor

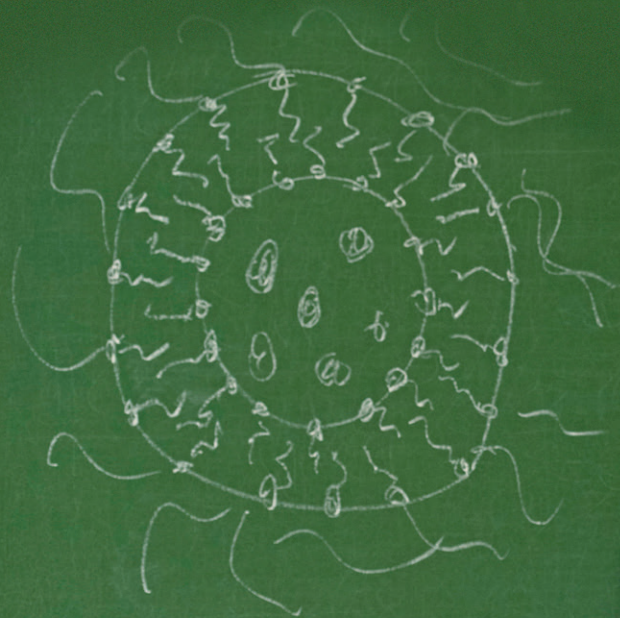
– Engedje meg, hogy az olvasóink, illetve a kamara nevében is gratuláljak: munkáját idén március 15-én Széchenyi-díjjal ismerték el. Távolság áll a valóságtól, ha azt feltételezem, hogy ez nem csupán önnek, de a kevésbé reflektorfényben lévő szakterületének is szólt?

– Nagyon jól látja. Az elismerésre a Budapesti Műszaki Egyetem terjesztett fel, ahol a jelölésem végigjárta az ilyenkor szokásos döntési szinteket, és úgy is fogom fel, mint a mérnöki szakma elismerését. A vegyészmérnöki szakterület képviselőjeként részesültem a díjban.

– A hazai felsőoktatást gyakran éri az a vád, hogy a tagadhatatlan kvalitása mellett az oktatás túlságosan akadémikus, és a diplomát szerző pályakezdő mérnököknek az alkalmazó cégek mutatják meg a való-

világot. Nyilván túlzok, de a probléma fennáll, és ha van terület, ahol a képzésnek, az egyetemi kutatásnak és az iparnak együtt kell működnie, az az ipari gyógyszerkutatás és -fejlesztés.

– A BME is fontosnak tartja az iparral kiépített kapcsolatot és közös munkát, és azok közé tartozom, akik azt mondják, hogy lehetne még közvetlenebbé, szorosabbá tenni a kooperációt. Valóban vannak olyan kutatócsoportok az egyetemen, amelyek elsődlegesen a magas szintű akadémiai kutatásokra fókuszálnak, de a mi kuta-



tócsoportunk másképpen működik: meg- nézzük az ipar igényeit, megpróbálunk annak megfelelni és aztán megvizsgáljuk, hogy az ipari titkok megsértése nélkül hogyan lehet az eredményeket az akadémiai szférában is publikálni. A tapasztalatom az, hogy ez egy nem rossz stratégia, mert azok a publikációk lesznek olvasottak és érnek el magas citációs indexet, amelyek nem csak a szűken értelmezett elméleti síkon rajzolgatnak fel egy ívet, hanem valós ipari problémákhoz csatlakoznak, és annak a tudományos hátterét próbálják feltárni.

– Miként néz ki a gyakorlatban ez a fajta kooperáció? Valamelyik gyógyszergyár felkéri önöket, hogy keressenek egy molekulát mondjuk az Alzheimer-kórra, vagy fordítva, találnak valamit, amiről sejthető, hogy hasznos is lehet, és felúton találkoznak?

– Nehéz terepen járunk, hiszen egyrészt ezek a kutatások rendkívül költségesek, másrészt nagyon nagy a verseny; ha egy gyógyszergyár egy új molekulát fejleszt valamilyen biológiai céllal, azt nem fogja megosztani se velünk, se mással. A titkoság erős gátló tényező. A fordított irány is nehezen járható. Amikor az egyetemen kezd el valaki kutatni egy adott témában, olyankor nagyon ritkán ugyan, de eljuthat odáig, hogy egy gyógyszergyár számára már értékelhető szintű vezérmolekulát tudjon átadni. De hangsúlyozom, ez ritka és kockázatos abban az értelemben, hogy kicsi a találat esélye. Szerencsére vannak a gyógyszeriparon belül más olyan területek, amelyek szintén innovációt igényelnek, és talán közelebb állnak az általános mérnöki kutatáshoz: arról van szó, hogy már megvan a hatóanyag, de nem igazán „viselkedik” jól. Tudjuk, hogy hatnia kellene, de mégsem teszi elég effektíven. Ilyenkor az történik, hogy a szervezetben lévő biológiai akadályokon nehezen jut át a hatóanyag. Ilyenkor azt mondjuk, hogy kicsi a hatóanyag biológiai hasznosulása, és egyre több az ilyen gyógyszer. Ezt a hasznosulást segédanyagokkal lehet javítani. Az egyik kutatási területünk éppen az, hogy olyan segédanyag-kombinációkat fejlesztünk, amelyek módosítják a hatóanyagot úgy, hogy az a biológiai akadályokon keresztül könnyebben eljusson azokra a célterületekre, ahol hatnia kell. Így lesz az adott gyógyszer új formája eredményesebb.

– Nem túl időigényes ez a metodika?

– Tulajdonképpen jóval kevesebb pénz és időt igényel, mint egy hatásos új molekula kifejlesztése. Ilyen módszerrel elő lehet venni a régi hatóanyagokat is, és megoldani, hogy egy nem túl sikeres, de potenciálisan jó gyógyszert új beviteli kapun keresztül hatékonyabbá tegyünk. Ez az elsődleges gyógyszerkutatáshoz képest gyorsabb és kisebb költségigényű eljárás.

– Ez jó hír, de sokak szerint már így is túl sok kemikáliát viszünk be a szervezetünkbe: a gyógyszerek mellett a tartósítószerrel és növényvédőszer-maradványokkal.

– A veszély létezik, de amiről beszélek, az éppen ezeket a kockázatokat mérsékli. Gondoljon arra, hogy ha a biohasznosulás mértékét növelni tudjuk, akkor a hatóanyag nagyobb része jut el a célterületre, azaz összességében kevesebb anyagra van szükségünk. Másrészt kisebb mennyiségű hatóanyag ürül ki és jut el például a természetes vízforrásokba. Azaz éppen ezzel a módszerrel tudjuk a szervezetünkre gyakorolt hatásokat tökéletesíteni, az ártalmakat pedig csökkenteni.

– A BME honlapján publikált bemutatkozó anyagában számos elgondolkodtató pontot találtam: sok helyen kutatott külföldön, 1991-ben például Cambridge-ben volt vendégkutató. Nem játszott el a gondolattal, hogy fiatal, ambiciózus mérnökként ott maradj?

– Óriási élmény volt a rendszerváltás után kint kutatni, és el is gondolkodtam, hogy akár ott is folytathatnám a karrieremet. A hogyan továbbot elsősorban a személyes, családi körülmények – egy hozzátartozóm betegsége – döntötték el. Úgy alakult, hogy rám itthon is szükség volt. Ha ez nincs, elképzelhető, hogy talán hosszabb időt töltöttem volna külföldön, de mindenképpen hazajöttem volna. Érdekes dilemma ez: nyomon követem sok olyan pályatársam életét, akik kint maradtak. Nyilván egyéni függő, de azt látom, hogy azoknak a boldogságszintje, akik végül úgy döntöttek, hogy Magyarországon maradnak, talán egy kicsit magasabb. Az is igaz, hogy kompenzálni kell a felszereltségbeli, technikai különbségeket. Nyilván eltérő a hazai intézetek jelen állapota, de az elmúlt évtizedekben sikerült elég jól felzárkózunk.

Azt látom, hogy nemcsak a BME-n, de más egyetemeken is vannak olyan szakmai műhelyek, amelyek a világ bármely pontján megállnák a helyüket. A hazai és EU-s pályázatok is segítenek abban, hogy fejleszünk, és közel azonos színvonalú laboratóriumot alakítsunk ki, mint a nálunk gazdagabb országokban. Természetesen vannak olyan nagyon drága infrastruktúrák, amelyek Magyarországon elképzelhetetlenek, de a mi szakterületünkön jobb a helyzet.

– Maradva még az önéletrajzánál: feltűnt, hogy a publikációs jegyzékében és a tudományos eredmények felsorolásainál is gyakran bukkannak fel a polimerek, amelyek azért messze vannak a gyógyszer-molekuláktól.

– Nagyon érdekes ez, mert a kívülről úgy tűnhet, hogy a gyógyszerek és a polimerek két külön világot jelentenek, ám ha mérnöki szemmel nézzük, akkor azt kell mondanom, sok az azonoság a két anyagterület között, vagy fogalmazhatok úgy is, hogy több az azonosság, mint a különbség. Anno a polimerek területén kezdtem a kutatómunkámat; különböző aktív komponenseket vittünk be a kompozit polimer rendszerekbe annak érdekében, hogy növeljük szilárdságukat, javítsuk funkcionális – például égésgátló – tulajdonságukat. És ez nagyon rokon az az elgondolással, amikor a gyógyszeripari hatóanyag, az aktív komponens és mellé olyan segédanyagokat viszünk be, amelyek számunkra kedvező módon befolyásolják a biológiai hatásukat, illetve azok realizálását. Ha ebből az aspektusból nézzük, akkor a két terület nagyon is rokon, hiszen szinte ugyanazokat a módszereket lehet alkalmazni mind a két területen. A gyógyszeripar forradalmi változások küszöbén áll a hatékonyságnövelés terén, és nagyon jól lehet adaptálni a polimerkutatásban már bevált azon módszereket, amelyek a gyógyszeriparra még nem jellemzők. A jelenlegi szakaszos technológiák továbbfejlesztése mellett a polimertechnológiák folyamatos eljárásai megtermékenyítően hatnak a gyógyszeriparra.

– Ha már a forradalmi változásokat említi: megkerülhetetlen a mesterséges intelligencia szerepét firtató kérdés.



- Amikor azt mondtam, a két kutatási terület között sok a hasonlóság, akkor arra is gondoltam, hogy a két terület párhuzamosan újul meg, és ebben nagy szerepe van a mesterséges intelligenciának. Vegyük például a gyógyszergyártás technológiáját: egyszerre kell biztosítani a nagyon magas megbízhatóságot és a kiemelkedően jó minőséget. Ennek a kettőnek a garantálásához nem elegendők a hagyományos, évtizedes módszerek. Olyan metodikákra van szükség, ahol a szabályozás kifejezetten ezekre az elvárásokra van kihegyezve. Ha a gyártás során minőségbeli változást érzékelünk, akkor be kell avatkoznia a minőség szabályozási rendszernek, és ahhoz, hogy ez kompenzálja - vagy éppen a kívánt irányba alakítsa - a változást, tökéletesen meg kell érteni a folyamatot. Azaz azt, hogy mi hat mire, és pontosan mi történik egy nagyon sokváltozós rendszerben. Ebben segíthet a mesterséges intelligencia, amely mélytanuló algoritmusok segítségével határozza meg a válaszfüggvényeket.

- Még tudom követni. Menjünk mélyebbre!

- A makromolekulák miatt az említett folyamatok nagyon bonyolultak, nem feltétlenül lehet megérteni minden egyes

A BME-n és más egyetemeken is vannak olyan szakmai műhelyek, amelyek a világ bármely pontján megállnák a helyüket. ”

részletükben. Viszont nagyon sok adat felhasználásával a mesterséges intelligencia tud olyan modelleket alkotni, amelyek teljesen megbízható módon leírják, illetve előrejelzik, hogy milyen események történnek majd adott körülmények között, milyen változások várhatók például a minőség terén. Ennek a figyelembevételével lehet a szabályozást úgy alakítani, hogy a gyártási folyamat végén egészen pontosan az a minőség jelenjen meg, amit elvárunk és azonnal tudjuk is, mit kaptunk, nem pedig csak az utólagos ellenőrzés elvégzése után. Nagyon jól kontrollálható gyártási folyamatot lehet így megvalósítani. A minőséget azonosító szenzorok elképesztően nagy mennyiségű adatot szolgáltatnak, ám ezek összetettségét átlátni és értelmezni csak a mesterséges intelligencia képes. Az

AI más területeken, például a gyógyszerek tervezésében is segít tájékozódni a rendkívül bonyolult folyamatok útvesztőiben. Azt gondolom, mind a polimerek, mind a gyógyszerkutatás terén nagyon sokféle alkalmazási lehetősége van a mesterséges intelligenciának.

- Ön oktat is. Nem gondolja, hogy a lusta diákok az AI-vel fogják megírni a dolgozataikat?

- Nem tartok ettől különösebben. Az a véleményem, hogy viszonylag könnyen tudunk majd olyan feladatokat találni, amelyekben a személyes hozzájárulás jól megfogható és ellenőrizhető, és a mechanikusan legyártott dolgozatokkal nem lehet megtevesztetni az oktatót. Átmeneti problémáról van szó, amit hamarosan képesek leszünk kézben tartani.

- Ha megjelenne a jótündér és felajánlana egymillió eurót, mire költené?

- Amikor az ember az életpályája előrehaladottabb fokán áll, talán az általánosabb összefüggések felderítésére fókuszál, én legalábbis erre használnám a lehetőséget. Még vannak tartalékok abban, hogy milyen összefüggések léteznek a makromolekulák alapvető törvényszerűségei között, illetve mindennek melyek a gyakorlati, gyógyszeripari alkalmazási lehetőségei. De a horizont ennél tágabb, szóba jöhet a műszaki kompozit technológia, a csomagolástechnika és a hulladékhasznosítás is. Jó lenne az alapvető összefüggéseket egy keretrendszerbe foglalni, és aztán mindezt az információt bevinni például a mesterséges intelligenciába, amely ma még egy kicsit vakon dolgozik. Ha ez sikerülne, akkor interpretálható AI-alkalmazásokat alkothatnánk, amelyek hatékonyabban tudnák megjósolni az események alakulását. A kutatócsoportunkban további izgalmas kutatások folynak például makromolekulás biohatóanyagok előállítására, tisztítására és szilárd gyógyszerformáinak kifejlesztésére, valamint a gyártási technológiák digitális ikerpárjának kidolgozása érdekében, amelyek szintén jól tudnának hasznosítani további befektetett forrásokat. Kiemelten fontosnak tartom, hogy az innováció eredményei ne csak a hatékonyabb termékfejlesztést és -gyártást szolgálják, hanem az emberi kreativitás jobb hasznosulását, valamint az életminőségünk javítását is.

175 éve született báró Eötvös Loránd

A fizika fejedelme

A Titus Maccius Plautus római vígjátékszerző Persa című színművében elhangzó, szállóigévé vált mondat szerint a név jósjel, a név maga az ember, a név elárulja viselőjét, nevében a sorsa. Vélhetően erre gondolhatott báró Eötvös József, korának egyik legismertebb és leginkább tisztelt politikai írója, a Batthyány-kormány vallás- és közoktatásügyi minisztere, amikor harmadik gyermekének, első fiúgyermekének 1848. július 28-i megszületésekor a Loránd nevet adta. Az apját tisztelő, szófogadó ifjú, majd az egyetemi tanár, a világhírű kutató tudós élete minden pillanatában megfelelt keresztneve prognózisának: a Loránd jelentése dicsőséges, híres, dicsőséget szerző – illik egykori viselőjére.



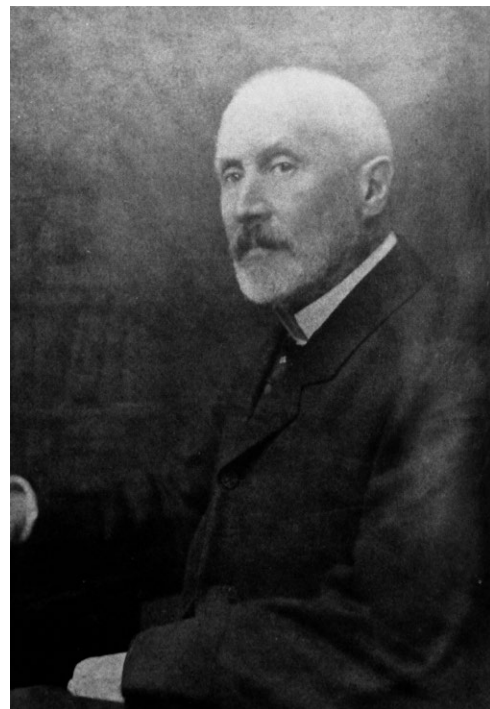
Holló Csaba

Felkészülés a tudósi pályára

Eötvös Loránd nemcsak nagyon tisztelte édesapját, hanem életfelfogására is hatással volt, annak ellenére, hogy ifjúként ő is, mint oly sok kortársa, igyekezett kiszakadni a származása miatt neki szánt skatulyából, ami a jogi végzettségű politikusi pálya lett volna. Báró Eötvös József (1819–1871) Széchenyi-párti, irtózik a háborútól, ezért 1848. szeptember 11-én lemondott és Münchenbe emigrált családjával (ekkor Loránd két hónapos volt), de 1851-ben visszatért Németországból, és ezután csak az irodalom és a tudomány dolgaival foglalkozott. 1866-tól (amikor Loránd már tizenennyolc éves) akadémiai elnöknek választották, mely címet haláláig (1871) viselte. Ebben a családi környezetben cseperedett fel Loránd, ami kétségtelenül nagy előnyökkel járt a közéleti személyekkel való ismertsége okán, de az is kétségtelen, hogy mindez nagy elvárásokkal is járt, aminek az ifjú igyekezett mindig eleget tenni.

Tanulmányaira hatással volt keresztapja, Trefort Ágoston; anyai nagybátyja, Roszty Pál földrajz- és néprajztudós; nevelője, Vécsey Tamás neves jogtudós, és Keleti Gusztáv festőművész. Apja ösztönzésére beiratkozott a Pesti Királyi Tudományegyetem jogi fakultására, ahol inkább a természettudományok érdekelték. Petzval Ottónál tanult matematikát, Kremmer Józsefnél ásvány- és közettant, Than Károlynál (Than Mór festőművész testvére) kémiát, ahol laboratóriumi gyakorlat is folytatható volt. 1867-ben apja újból vallás- és közoktatási miniszter lett, ekkor döntött a természettudományok mellett a jogi pálya helyett, és arról, hogy a Heidelbergi Egyetemen kíván továbbtanulni. Elsősorban azzal indokolta elmeneteli szándékát, hogy Pesten „természettudományt természet nélkül” oktatnak, vagyis szinte kizárólag elméletet. Erről az időszakról az egyetem újjáalakításának 112. évfordulóján mondott beszédében (1892) emlékezett meg: „...mikor aztán tanárom arra méltatott, hogy saját vizsgálataiba is betekinthessek, akkor jöttem tisztába magammal, akkor tudtam meg igazán, hogy tudományos hajlamaimat követve mire lehetek én jó e hazában...”

Ifjan fogalmazódott meg benne az a később jelmondatá is vált mondat, amit a



Magyar Tudományos Akadémia 1898. évi közgyűlésén tett közkinccsé: „A derék kora követelményeinek tesz eleget, a derekabb a jövőnek is lerakja alapját.” Ez a gondolat vezérelte Heidelbergbe is, ahol kora legkiválóbb tudósai oktatták.

1887-ben írta a visszaemlékezésében: „Nem átallok az egyéni érzéseimre hivatkozni, nem bánom, ha azt némelyek neveltséges érzégesnek fogják nevezni, mert meggyőződésem, hogy a tanulónak a tudomány művelői iránti tisztelete és szerete az első és legerősebb biztosítéka annak, hogy tanulási szabadságát valóban tanulásra használja.” Heidelbergben Gustav Kirchhoff elméleti előadásai mellett mérési gyakorlatokat is tartott hallgatóival, ami meghatározó hatással volt a fiatal Eötvös Lorándra. Robert Bunsen számos ipari alkalmazásra került találmány megalakítója volt, aki nagy súlyt helyezett a hallgatók laboratóriumi munkáira is. Eötvös Loránd által is többször hangoztatott elve volt, hogy „többet ér egy jól bizonyított tény, mint tucatnyi elmélet”. Heidelberg vezető tudósa Hermann Helmholtz fizikus és fiziológus volt, akinek Eötvös Loránd későbbi munkáira is hatást gyakoroltak az elektromágnesességi, biokémiai, fizikai-kémiai, hidrodinamikai tételei. Érdekes-

séggként megemlíjtük, hogy később Engels és Lenin is név szerint foglalkozott vele A természet dialektikája, valamint Materializmus és empiriokritizmus című munkáiban, és a „szégyenlős materialista” jelzõt kapta. 1945 után ezt a jelzõt igyekeztek Eötvös Lorándra ráragasztani kommunista életrajzírói (pl. Hatvany József). Egyetemi tanulmányait Königsbergben (ma Kalinyingrád) fejezte be, elsősorban azért, hogy kapcsolatba kerülhessen Franz Ernst Neumann fizikussal, a kristálytan és fizikai-kémia úttörõ tudósával (ezekben a tudományágakban róla törvényeket neveztek el), aki arra fektetett nagy súlyt, hogy hallgatói önállóan gondolkodva önálló tudományos tevékenységre legyenek képesek. Saját kutatási eredményein, azok problémáin keresztül igyekezett oktatni. Itt megjegyezzük, hogy ez az elv ókori eredetű, hiszen I. Ptolemaiosz Szótér, az Alexandriaii Egyetem alapítója mondta azt, hogy az az igazi egyetem, ahol az oktatók saját tudományos eredményeiket tanítják. Egyetemi éve alatt is sűrűn levelezett édesapjával, a miniszterrel. A külföldi egyetemen való tanulás indoka nem csak az egyetemi oktatási módszerekben való különbség volt, hanem az önállóságra való törekvés, ahol az igyekvõ, tudásszomjtól telített ifjú tudóspalántát látják benne és nem a neves miniszterfiát.

1870-ban Heidelbergben tette le a bölcsészdoktori vizsgát. (Akkor a természettudományok is a bölcsészettudományok részei voltak.) A minõsítés: Summa cum laude. Eötvös Loránd levélben értesítette így apját: „E fokozatot nemigen osztogatják. Ebben a félévben kívülem még csak egy jelöltnek adatott, s kultuszminiszteri örömmel telhetik abban, hogy az is magyar volt... neve König Gyula, gyõri születésű matematikus.”

Megfelelni az elveknek

A fiatal doktor azonnal nekilátott a tudományos munkának. A tudományos eredmények gyakorlatba való átvitelére édesapja is biztatta: „A kölcsönös hatás, melyet napjainkban a tudomány és az élet egymásra gyakorolnak, nem vonja azt le magasságából, hanem csak termékenységét növeli; mert midõn a gyümölcs, mely a tudomány fájáról megérve földre esett, a mûvészet, az ipar és társadalmi életünkben gyökeret ver és új sarjadékot hajt, e sarjadék késõbb felnõve új gyümölcsöket terem a tudomány-

nak, mely az élet tapasztalásait haladásának eszközéül használja fel.”

Egyetemi laboratóriumi kísérletei, tudományos dolgozatai mellett hamar megkezdte elõadásait (talán egyik alapító Than Károly és Jedlik Ányos biztatására) a Természettudományi Társulat szervezetében. Elsõ nagy népszerűséget kapott elõadása Doppler elvérõl volt, amit több kísérlettel illusztrált, illetve bizonyított. A huszonkét éves ifjú tudós tevékenységét a nyugati tudósvilág nem kívánta észrevenni, hiába a publikáció (1871), Ernst Mach fizikus (Albert Einstein tanára a prágai Károly Egyetemen) 1881-ben mint saját felfedezését és mint „Mach-féle kísérletet” tálalta a nyugati tudományos világnak.

1871. február 2-án meghalt Eötvös József, aki halálos ágyán fiának ismételtlen azt tanácsolta, hogy a tudomány terén dolgozzon a haza javára, ne avatkozzon a politikába, tartózkodjon az állami hivataloktól (pl. a miniszterségtõl). A politikától valóban távol tartotta magát és oktató-kutató munkájára hivatkozva rövid ideig volt õ is vallás- és közoktatásügyi miniszter 1894. június 10. és 1895. január 15. között. Ugyanezen indokkal mondott le a Magyar Tudományos Akadémia elnöki székérõl, mely tisztséget tizenhat éven át töltötte be 1889–1905 között. Szerkesztette a Természettudományi Közlönyt, Matematikai és Fizikai Lapok címmel folyóiratot indított 1891-ben. Több szaklapban és a Vasárnapi Ujságban jeleket meg írásai. Elnöke volt a Magyar Turista Egyesületnek, a Magyarországi Kárpát Egyesületnek. Rendszeresen élt hegymászási szenvedélyének, melyet apjától örökölt és lányaiban örökölt tovább. Bejárta Magyarország hegyeit, a Kárpátokat és a Dolomitokat, tiszteletére 1902-ben Dél-Tirolban hegycsúcsot (2837 m) neveztek el róla. Akadémiai tisztségérõl lemondó levelében a következõket írta: „Addig, amíg erõm tart, addig, míg erõm van munkára, elsõ, mert csak általam teljesíthetõ feladatomnak kell tartanom azt, hogy kiegészítsem és feldolgozzam azt a tudományos anyagot, melyet évtizedek alatt nagy fáradsággal és részben éppen Akadémiánk támogatásával összehordtam. Ameddig élek, ennek kell hogy éljek.”

Perse teljesen nem tartotta be elhatározását, mivel folytatta a tömeg és súly arányosságairól szóló kísérleteit, megtízszerezve elõzõ méréseinek pontosságát az energiamegmaradás törvényének bizonyí-

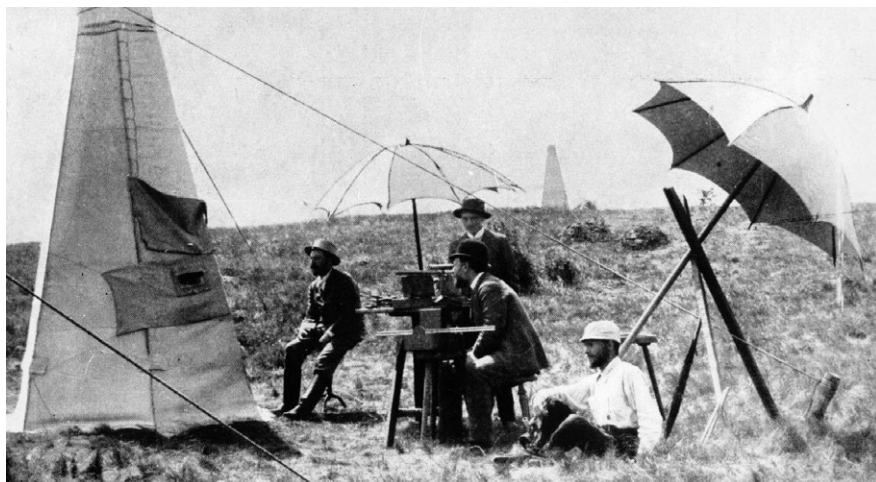
tásában. A földmágnesességre vonatkozó elméleti és gyakorlati vizsgálatait is folytatta, ahol késõbb mások bizonyították az Eötvös-effektusnak nevezett elv helyességét.

Egyetemi évek, Jedlik Ányos barátsága

A szegedi Dóm téren Jedlik Ányossal (1800–1895) közös dombormûvõn szerepelnek (szobrása Körmendi-Frim Jenõ), ami egyik bizonyítéka, hogy életük és életfelfogásuk több ponton kapcsolódik egymáshoz a nagy különbség ellenére. 1871-ben pályázott a huszonhárom éves Eötvös Loránd egyetemi tanári címre. A pályázat elbírálói korábbi nagy tiszteletnek örvendő tanárai, Petzval Ottó és Than Károly voltak, valamint Jedlik Ányos, a Kísérleti Fizika Tanszék vezetője. Jedlik Ányos is távol tartotta magát a politikától, csak a tudománynak élt, nem érdekelte a találmányainak gazdasági-ipari felhasználásának lehetősége, annak pénzügyi vonzatai. Jedlik Ányos kifejlesztett szerkezeteivel arra törekedett, hogy a hallgatóknak bebizonyíthassa kísérletekkel az elméleti megállapítások igazát és ezt tette késõbb Eötvös Loránd is, azzal a különbséggel, hogy a készülékeit ipari alkalmazásra is alkalmassá tette anélkül, hogy ezek gazdasági kihasználására törekedett volna. (Ezt megtették utódai, pl. Pekár Dezsõ.)

Jedlik Ányosra és Eötvös Lorándra is jellemzõ volt, hogy fiatal korukban megismert kortárs felfedezések nagy hatással voltak késõbbi tudományos tevékenységükre és igyekeztek naprakészen ismerni az akkor még nehezen hozzáférhetõ szakirodalmat is. Jedlik Ányos idõs korában azt mesélte a már nagyra becsült ifjú kollégájának, fiatal tanárként arra gondolt, hogy az általa felfedezett „kézenfekvõ” megoldásokra mások is már rájöhettek, tõle idõsebb, nagyobb tudásúnak vélt személyek, akik talán már publikálták is a világ valamely másik részén. Ezért kísérletei publikálását feleslegesnek tartotta, csak magának jegyezte fel saját okulásra. A feljegyzéseket megtette Eötvös Loránd is, de õ már szorgalmasan publikált, azonban találmányait és/vagy készülékeit nem szabadalmaztatta õ sem.

Jedlik Ányos saját életfilozófiáját így fogalmazta meg: „A fizikában tanulok és egyszersmind mulatok, gyönyörködöm is.” Eötvös Loránd is hasonlóképpen a tudomány fejlõdését tartotta a lényegesnek és nem a gazdasági hasznosítását, inkább a



mérések gyakorlati eredményeinek elmélettel való igazolását. Jedlik Ányos a Pesti Királyi Tudományegyetemen harminchét és fél éven át tanított, melynek rektora is volt az 1863-1864-es tanévben. (1771-1947 között az volt a szabály, hogy csak egy tanévhez tartozó két szemeszterre választhatnak rektort, egy személyt csak egy alkalommal. Ezért volt Eötvös Loránd is csak egy éven át rektor, az 1891-1892-es tanévben.)

Jedlik Ányos 79. életévében Ferenc József királytól kérvényezte „nyugdíjba elengedését”, egyben megnevezve rátermett, tehetséges tanítványát utódjának, aki a fiatal (akkor 31 éves) Eötvös Loránd volt. 1878-ban, Jedlik Ányos nyugdíjazásának napján nevezték ki Eötvös Lorándot az egyetem Kísérleti Fizikai Tanszékének vezetőjévé mentora ajánlása alapján.

Eötvös Lorándot már huszonöt évesen, 1873-ban megválasztották a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagjának, majd tíz évvel később rendes tagjának. Az ifjú tudós úgy érezte, hogy az akadémiai cím sokkal inkább szól az Eötvös névnek, mint az addig elért tudományos eredményeinek, ami nem csak fokozottabb munkára készítette, hanem feszélyezte is. Ezzel indokolta, hogy a székfoglalóját csak 1890-ben tartotta meg. Ekkor úgy gondolta, hogy kellően felkészült erre a címre és azt saját jogon már megérdemli. 1891. szeptember 15-én tartott rektori székfoglalójában az egyetemi reformról az alábbiakat mondta: „Tudományos az iskola, tudományos a tanítás ott, de csakis ott, ahol tudósok tanítanak. Hozzátehetem, hogy tudósoknak nem a sokat tudót, hanem a tudomány kutatóját nevezem.” Majd így folytatta: „A gondolkodásban önállóságot csak az olyan tartár

tanítása adhat, aki maga önállóan gondolkodik, s éppen ez az önállóság az, ami legszükségesebb a tudásnak, a gyakorlat emberének.”

Nem csak az Eötvös-inga

Eötvös Loránd 1870-1890 között behatóan foglalkozott a kapillaritás jelenségével. A felületi feszültség mérésére kidolgozott új módszerét Eötvös-féle reflexiós módszernek nevezik a szakirodalomban. A folyadékok különböző hőmérsékleten mért felületi feszültsége és molekulásúlya közötti összefüggés az Eötvös-törvény a fizikai tudományban és nincs köze a nevezetes ingához.

Az 1880-as években fordult a gravitáció problémái felé. A gravitáció térbeli változásának mérésére szerkesztette meg a torziós ingát. A horizontális gradiensek meghatározására való az általa horizontális variométernek nevezett tulajdonképpeni Eötvös-inga, amelyből az első 1890-ben készült el. Készített egy görbületi variométernek nevezett műszert is. A nehézségi gyorsulás helyi változásainak mérésére alkalmas ún. nehézségi variométer az 1900-as párizsi világkiállításon díjat nyert és nemzetközi szinten is ismertté vált. A pontos mérés alkalmassá tette a műszer alkalmazóját a földfelszín alatti rétegek sűrűségváltozása révén a föld belsejében lévő ásványi anyagok felkutatására. Az elméletet igen nagyszámú méréssel igazolták 1891-től kezdve, az egyetemi laboratóriumból kilépve, többek között a Fruška Gorán, Erdélyben, Bácskában, sík és dombvidéken. Különösen nevezetesek voltak a Balaton jegén végzett mérések. Eötvös Loránd 1912-ben Hamburgban egy nemzetközi földmérő konferencián ismertette

készülékének gyakorlati alkalmazási elvét. Az első sikeres olajkutató mérések a mai Szlovákia területén található Egbell környékén történtek 1915-ben. Mivel Eötvös Loránd nem szabadalmaztatta találmányát, a 65 db Magyarországon készült készüléken kívül többszázat gyártottak a világ más részein, elsősorban az USA-ban. Hatvány József 1951-ben készült megemlékezése szerint „Amerikában, Angliában és több kapitalista országban eltanulták a magyar geofizikusoktól Eötvös módszereit, lemásolták műszereit, s azokat bányászati és olajmonopóliumok szolgálatába állították. Eötvösnek még a neve sem szerepel a módszerek kézikönyveiben, a műszerek leírásai között, melyeket ott kiadnak.” (Nem ritka magyar sors.)

Eötvös Loránd az ún. „tehetetlen és súlyos tömeg arányossága” problémájával már az 1880-as évektől kezdve behatóan és eredményesen foglalkozott. Eredetiségét és elsőségét az 1890-es első publikációja is igazolta. A „tehetetlen és súlyos tömeg ekvivalenciája” Albert Einstein relativitáselméletének kiindulópontja. Eötvös Loránd kísérleteire, 1890-ben megjelent publikációjára 1912-ben hívták fel Einstein figyelmét és komoly méltatásnak is tekinthető az 1913-as hivatkozása Eötvös Loránd kísérleti eredményeire. A gravitációs mérések területén a fizikában számontartanak Eötvös-hatás és Eötvös-korrekció fogalmát és elneveztek róla fizikai egységet is, ami csak a legnagyobb, legkiválóbb tudósoknak adatott meg a tudomány történetében. 1913-ban az MTA Nobel-díjra terjesztette fel, de a Nobel-bizottság választása Heike Kamerlingh Onnes fizikusra esett, aki a szupravezetés elvének felfedezője volt.

Eötvös soha nem volt pártpolitikus, ami lehetővé tette, hogy minden rendszer igyekezett a sajátjának nevezni, bármennyire is erőltetettnek hatott.

1919. április 8-án hunyt el. A gyászszertartás után Lukács György marxista filozófus, közoktatási népbiztos így búcsúztatta: „...élete a tudományos zseni élete volt, ki nem tekintve egyéni érvényesülését, osztályérdekét, csak a tudománynak élt, csak a tudományért küzdött és dolgozott. Végtelen fájdalommal és szomorúsággal tölt el bennünket az a tudat, hogy az új állam küszöbén nélkülöznünk kell Eötvös lángeszét és munkáját.” Einstein röviden és egyszerűen fogalmazott: „A fizika egyik fejedelme halt meg.”

BÚCSÚZUNK

Erdész Pál
1926–2023

1942-ben kezdte munkáját műszaki rajzolóként Gyulán, a Kultúr-mérnöki és Belvízrendező Hivatalnál. Érettségi vizsgája után az 1949–50-es tanévben végezte el az Országos Vízgazdálkodási Hivatal által szervezett vízmesteriskolát, és technikusként, majd műszaki tisztként dolgozott az 1953-ban megalakult Körös-vidéki Vízügyi Igazgatóságnál 1964-ig. A műszaki tervezési osztály tervezőjeként részt vett a vízügy történetének erre az időszakra eső számos beruházás, szivattyútelepek, öntöző- és belvízcsatornák tervezésében, megvalósításában.

A BME Építőmérnöki Karán megkezdett tanulmányai miatt 1964-ben családjával Budapestre költözött. Diplomáját 1968-ban megszerezve 1986. évi nyugdíjazásáig a Vízügyi Tervező Vállalat dolgozója volt. Munkája során a mezőgazdasági vízhasznosítás vált a szakterületévé, az öntözési osztály, majd a komplex vízhasznosítási osztály mérnökeként számos – a Körös-, a Tisza- és Duna-völgyben megépült – öntözőmű tervezését jegyezte, irányította. Munkáját többszöri kiváló dolgozó és elnöki elismeréssel méltatták.

Nyugdíjas éveit családjá körében töltve, az életét beárnyékoló családi tragédia ellenére megőrizte derűjét, konzervatív gondolkodását és közéleti érdeklődését élete végéig megtartotta, képviselte.



Királyföldi Lajosné
Sárosi Antónia
1932–2023

Fiatalon, 1945 decemberében veszítette el édesapját, aki életét áldozta a szolnoki vasúti Tisza-híd roncskiemelése közben. Kitűnő gimnáziumi eredményeivel felvételt nyert Párizsba, a Sorbonne-ra, de anyagi okok miatt ekkor nem tudott egyetemre menni. 1950 nyarától, még a gimnázium mellett műszaki rajzoló volt az ÁMTI hídosztályán, ami az átszervezés után az UVATERV része lett.

1953-ban született meg leánya, aki később követte szüleit a mérnöki pályáján. Család és munka mellett 1961-ban szerzett mérnöki oklevelet a BME-n, majd 1974-ben szakmérnöki végzettséget. 1968-tól nyugdíjazásáig, 1990-ig az UVATERV irányító tervezője volt. Építőmérnök férjét 1983-ban veszítette el, négy évtizedet élt özvegyiségben. Tervezői munkásságának bemutatására aligha vállalkozhatunk, oly gazdag és szerteágazó. Vezető szerepe volt az M1 és M7 autópályák rendkívül változatos vasbeton hídjainak tervezésében, közöttük több légiés, karcsú gyalogos műtárgy megvalósulásában. Részt vett az előregyártott hídgerendacsálódok fejlesztésében is. Nyugdíjazása után a Civilplan, majd az Utiber tanácsadója volt. Számos hídterv mellett elkészítette a 10. sz. és a 86. sz. főutak alagútjainak ajánlati terveit is. Egyik utolsó nagyobb munkája volt a 8. sz. főút felett, Veszprém előtt megépült, előregyártott hídgerendás főnyílású, V lábú műtárgy.

Nyugdíjasként egy évtizeden keresztül részt vett a Központi Közlekedési Felügyelet hatósági munkájában is. E munkáját 2000-től leánya folytatta, aki később a létrehozott hatósági hídosztályt vezette nyugdíjazásáig.

A Mélyépítéstudományi Szemlében négy cikke, az Uvaterv Műszaki Közleményekben három tanulmánya jelent meg. Társszerzőként két tankönyv írásában vett részt. Fejezeteket írt a Mérnöki kézikönyvbe és a 35 éves az autópálya című kiadványba. Nemzetközi konferencián előadást tartott Novgorodban, Udínében és Jordániában, Ammánban. 1972-től a Széchenyi István Műszaki Főiskola oktatója, majd 1977-től nyugdíjazásáig a BME oktatásában vett részt. Öt nyelven beszélt, olvasta a nemzetközi szakirodalmat – e tudását kamatoztatta, amikor 1990-től 2005-ig a BME idegen nyelvű képzésében volt gyakorlatvezető. A Műegyetemen címzetes docensi ki nevezést kapott.

Aktívan részt vett a tudományos egyesületek munkájában is, 1953-tól a KTE tagja, és megalakulásától a fib Magyar Tagozat tagja volt. 1980-ban és 1983-ban a közlekedés kiváló dolgozója lett, 1986-ban Jáky-díjat kapott. Munkásságát a Hidászokért Egyesület 2018-ban Clark Ádám-életműdíjjal jutalmazta. Életútja emlékéül álljon itt intelme: a felnövekvő hidász nemzedék érezze magát érdekeltnek, felelősnek abban, hogy jól és szépen alakuljon körülöttünk az épített világ.

Hajós Bence



Dr. Kovács Kristóf
1948–2023

Sorkatonai szolgálata után a Veszprémi Vegyipari Egyetemen tanult, 1972-ben okleveles vegyész-mérnöki diplomát kapott. Azóta előbb ösztöndíjas gyakornokként, majd egyetemi oktatói – végül nyugalmazott egyetemi docensi beosztásban – folyamatosan ugyanazon a munkahelyen, a Pannon Egyetemen dolgozott. Időközben 1974-ben műszaki doktori, majd 1995-ben kandidátusi tudományos fokozatot szerzett. Több szervezeti egység, így a Központi Nagyműszer Laboratórium vezetője, később az Anyagmérnöki Intézet igazgatója volt. Egyetemi oktatási tevékenysége mellett kutatásai elsősorban az anyagszerkezeti vizsgálatokra, a szerkezet- és anyagtulajdonságok összefüggéseire irányultak. 1976-ban és 1983-ban vendégkutatóként az Amerikai Egyesült Államokban dolgozott, ezenkívül hosszabb-rövidebb időszakokban közel egy esztendőnt Németországban is kutathatott. Angolul, oroszul és németül is beszélt. A Veszprém Megyei Mérnöki Kamara, a Magyar Mikroszkópos Társaság, az Európai Mikroszkópos Társaság és az Anyagtudományi Társaság tagja volt. Pályafutása során folyamatosan – hosszú éveken át az egyetem külső kapcsolataiért felelős vezetőként – az egyetem és a város, a régió kapcsolatainak erősítésén dolgozott, különös tekintettel az egyetem tudományos eredményeinek népszerűsítésére, a tudományos eredmények hasznosítására és a mérnöki hivatás népszerűsítésére.

A Veszprém Megyei Mérnöki Kamara elnökségi tagja, aktív szereplője volt, hiányozni fog kedves, közvetlen egyénisége, hihetetlen munkabírása, energiája.

Útmutató vezetőknek

Hogyan irányítsanak a vezetők napjaink kihívásainak világában? Ma egy vírus okoz fennakadást, holnap egy versenytárs forgat fel egész iparágakat, avagy akár a mesterséges intelligenciához, a kvantum-számítástechnikához, esetleg a nukleáris fúzióhoz hasonló forradalmi technológia idézhet elő komoly gazdasági zavarokat – figyelmeztet bennünket Gary A. Bolles, a Pallas Athéné Kiadó gondozásában magyar nyelven is olvasható *Útmutató vezetőknek – Szemléletmód, készségtár és eszközkészlet bizonytalan időkre* című könyv szerzője. A Szingularitás Egyetem Munka Jövője Tanszék kutató professzora, nemzetközileg is elismert szakértő határozott javaslata a veze-

tőknek: a szükséges változtatásokba még ma bátran vágjunk bele!

A változások kezelésében az együttműködés gyakorlása elengedhetetlen. A szerző itt a következő négy területre hívja fel a figyelmünket. 1. Mindenkinek segítenünk kell abban, hogy a forradalmi változások világában boldogulni tudjon. 2. Meg kell szabadulnunk azoktól a dolgoktól, amelyek sokaknak ártanak. Ilyenek például az embertelen és kiszámíthatatlan hahnimunkák, a mérgező viselkedésformák és a csökkenő fizetések. 3. Meg kell őriznünk azokat a dolgokat, amelyek kifejezetten az emberek javát szolgálják, például a ki-



számítható jövedelmet, az életcélokat, az önértékelésünk erősítését és az anyagi biztonság megteremtését.

4. Meg kell értenünk a munka ökoszisztémáját, és változtatnunk kell mindazon, ami az emberek, a társadalom és a bolygó számára is

ártalmas tényezőket támogat. Gary A. Bolles egyik legfontosabb üzenete, hogy a munka és a szervezetek szabályait emberközpontú értékekre kell alapozni. Eltökélten hisz abban, hogy a jó teljesítmények és a jó cselekedetek összeegyeztethetők. „A jelenre és a jövőre nézve mindannyian tehetünk egy egyszerű, de hatásos fogadalmat: Senkit sem hagyunk magára!”



Vízből vagyok, vízzé leszek

Számos kollégánk öregbíti a magyar vízgazdálkodók jó hírét a világban. Egyikük Bogárdi János, akinek pályája a Műegyetemen megszerzett építőmérnöki diplomával indult. A Padovai Egyetemen végzett hidrológiai szakmérnöki tanulmányai után Karlsruheban szerzett az együttműködő árvízcsúcscsökkentő tározórendszerek témájában „Dr.-Ing.” címet. Tevékenysége

karlsruhei Vízépítési Intézetben, majd a Karlsruhei Egyetemen végzett hidraulikai kisminta-kísérletektől a többtényezős döntési modellek gyakorlati alkalmazásáig ívelt. Később a hollandiai Wageningeni Mezőgazdasági Egyetemen a hidraulika és általános hidrológia professzora lett. Diplomata-pályafutását Párizsban, az UNESCO Nemzetközi Hidrológiai Program vezető szakértőjeként kezdte, majd ott a fenntartható vízgazdálkodással foglalkozó részleg vezetője lett. Visszatérve Bonnba, az ENSZ Európai Egyetem Környezet- és Emberi Biztonság Intézetének igazgatója, majd az egyetem rektorhelyettese lett. Fontos szerepe volt a Budapesti Víz Világtalálkozó sikereiben is. A TYPOTEX Kiadó gondozásában megjelent *Vízből vagyok, vízzé leszek – Miért forog a víz körforgása körül a világ?* című kötete műszaki módszerek segítségével mutatja be annak a felismerésnek a folyamatát, hogy a vízmérnök tevékenysége „diskurzusok és koncepciók” alapján valósul meg, a vízhez kapcsolódó eltérő gazdasági, szociális, környezeti vagy éppen politikai érdekek középpontjában pedig a vízmérnök áll. Remek, jól érthető stílusban, kedves humorral világítja meg, hogy a „vízgazdálkodás nem látványsport”, ehhez a munkához éppúgy kell biztos kezű mérnöknek lenni, mint integrációra törekvő diplomatának.

Színház és technológia

A kultúra, ezen belül a művészetek iránt is érdeklődő mérnökök tudják, hogy a színházi gyakorlat történetét végigkísérte a különféle szerkezetek, gépek, technikák és technológiák használata. Ezt számos példa alátámasztja a több ezer éves keleti árnyjátékoktól, az ókori deus ex machina emelődarujától kezdve az Erzsébet-kori színház csapóajtáján és a XVIII. századi forgószínpadon keresztül a XIX. századi laterna magica-vetítések színházi felhasználásáig, vagy a XX. és a jelen századi különféle analóg és/vagy digitális technológiáig. A technológia mindig is szerves része volt a színházi gyakorlatnak. Egy technológiai fókuszú színháztörténet ugyanakkor szélesebb értelemben véve elsősorban az emberi érzékelés és észlelés változásaira hív(hat)ja fel a figyelmet. Az újonnan megjelenő technológiák ugyanis részben azáltal gyakoroltak hatást az emberi érzékelés és észlelés modellálására, hogy képesek voltak az egyes érzékszerveket izolálni, vagy a figyelmet bizonyos típusú érzékelési módokra irányítani, mint a rádió vagy a telefon a hallásra, a némafilmek vetítő mozi a látásra, vagy éppen a későbbi fejlesztésű okostelefonok és táblagépek immáron a tapintásra.

A csaknem húsz szerző, a Deres Kornélia, Imre Zoltán, Mátravölgyi Dorottya és P. Müller Péter által szerkesztett, a Kronosz Könyvkiadó Kft. gondozásában megjelent *Színház és technológia* című kötet egyes tanulmányait olvasva a következő két alapvető kérdésre kaphatunk választ: A jelen és a múlt színházi gyakorlatainak megértésében, újrafelértésében, valamint a történeti és kulturális folyamatokba való bekapcsolásában miként játszott és játszik szerepet a technológia?



Duli90

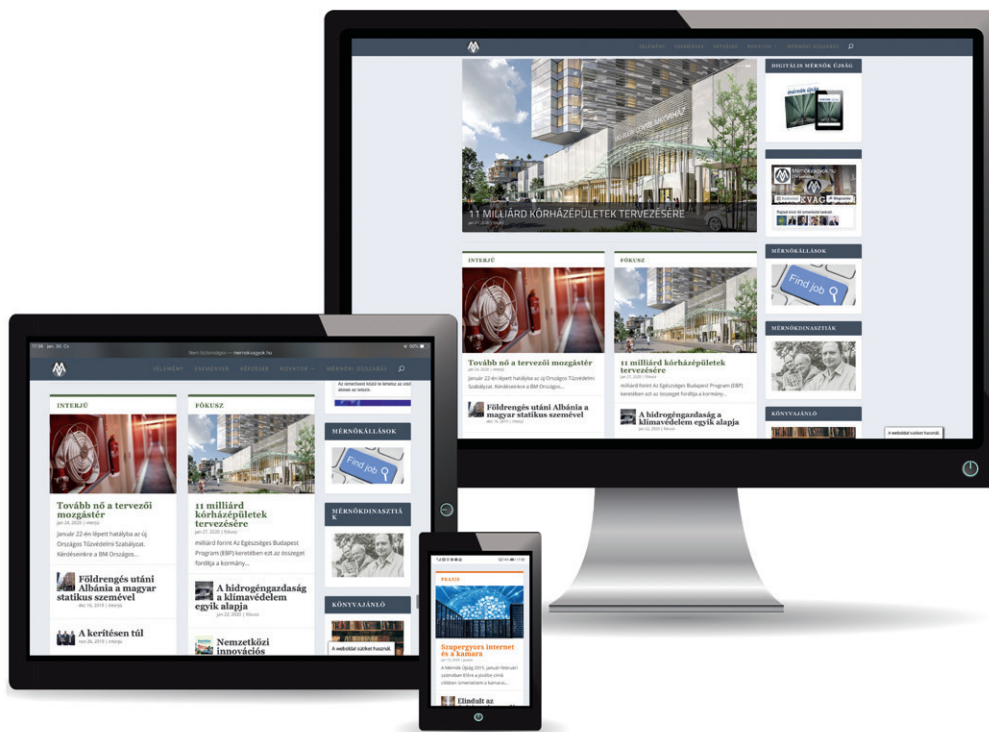
A Magyar Mérnöki Kamara Tartószerkezeti Tagozata gondozásában
január végén megjelent a DULI 90 című kötet.

A dr. Dulácska Endre mérnöki alkotótevékenységét, kutatói és oktatói pályáját összefoglaló,
legfontosabb publikációit bemutató, 480 oldalas szakmai kötet
8780 Ft-os áron megvásárolható vagy megrendelhető a mérnöki kamaránál:
e-mail: dubniczky.miklos@mmk.hu; 1117 Budapest, Szerémi út 4.



„Hogy kiemelkedtem az átlagból, talán annak köszönhető, hogy nagyon szerettem tervezni, voltak jó megoldásaim, és úgy gondoltam, ezek érdekelhetnek más mérnököket is. Ennyi az én többletem. Nem írta elő senki, mégis publikáltam. Hogy mások is lássák: ami elsőre bonyolultnak tetszik, azt roppant egyszerűen meg lehet csinálni.”

A MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA digitális projektje



digitális Mérnök Újság,
naponta frissülő tartalmak,
a mérnökvilág hírei és eseményei

www.mernokvagyok.hu