

mérnök újság

| A MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA LAPJA

| XXXII. évfolyam, 11. szám, 2025. november Ár: 980 Ft

**Mesterséges intelligencia
az alternatív energiatermelésben**

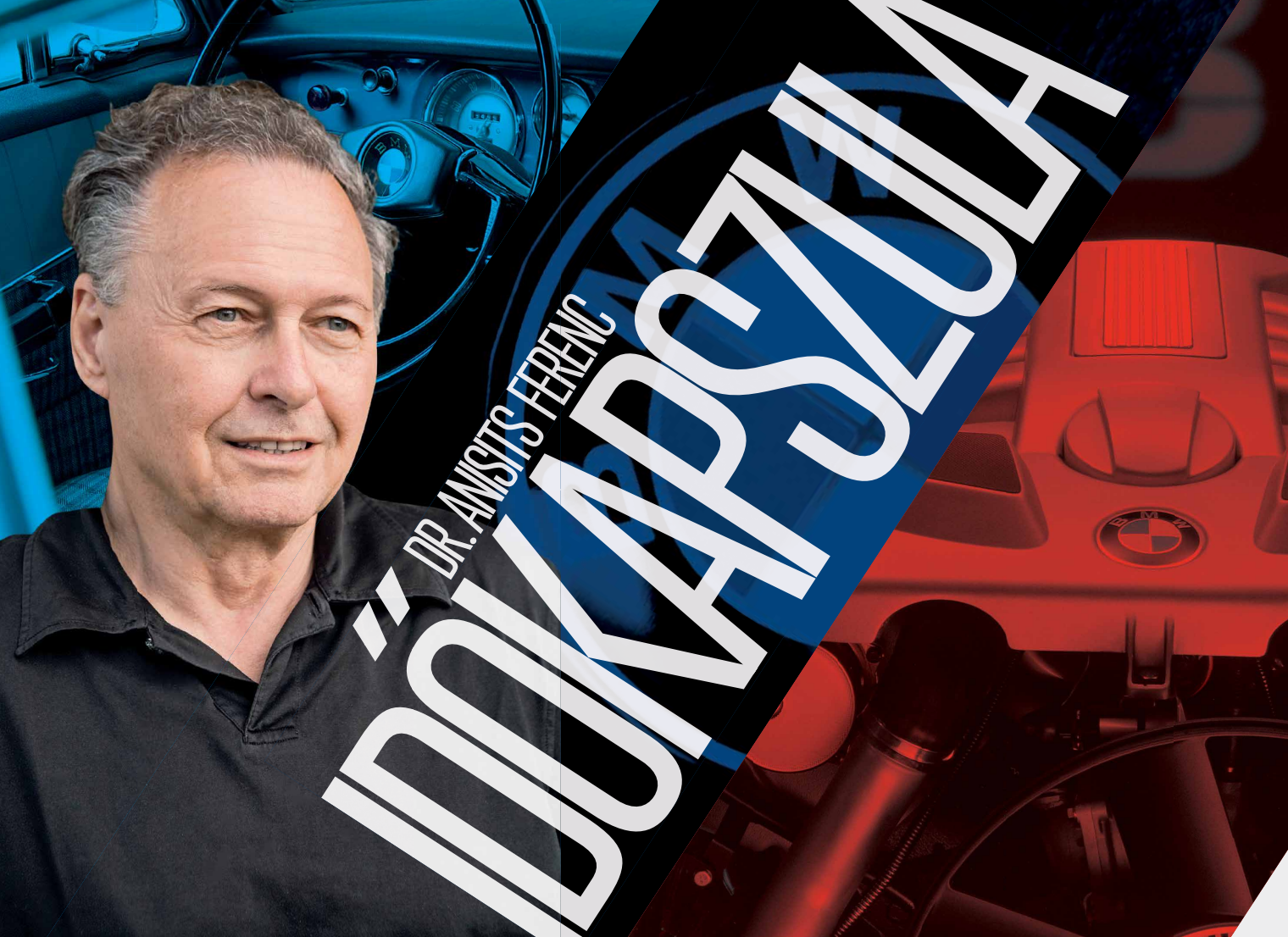
Láthatatlan jövő

ÁTKELNI
A HIDAKON

A KÖRNYEZETVÉDELEM
VISSZHANGJAI

ÉPÜLETGÉPÉSZET
ÉS TŰZVÉDELEM

EGY RÖGÖS ÚT
ELSŐ LÉPÉSEI



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

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

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

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

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

Láthatatlan jövő

– az intelligens otthon új arca

Az emberiség története egyszersmind az otthonkeresés története (is) volt. Barlangból házba, vályogból betonba, majd intelligens rendszerekbe menekültünk, miközben az épített környezet egyfajta tükörként mutatta fel, hogy mit gondolunk magunkról és a világról. Ma azonban új kihívás áll előttünk: hogyan teremtsünk olyan élettereket, amelyek egyszerre fenntarthatók, alkalmazkodók, komfortosak és emberközpontúak – mindezt láthatatlan mérnöki gondoskodással?

A XXI. század második negyedére fordulva az épületgépészet fogalma radikálisan átalakul. Többé nem csupán hőleadók, légcsatornák és vezérlések világa, hanem intelligens rendszerek hálózata, amely dinamikusan reagál az időjárási szélsőségekre, a használati szokásokra, sőt, az energiaárak változásaira is. A klímaváltozás, a városi hőszigetetés, az energiaellátási bizonytalanságok és a társadalmi elvárások mind olyan komplexitást hoznak, amely a régi módszerek határához érkezett.

A gépészeti rendszerek ma már nemcsak kiszolgálják, hanem tanulnak, alkalmazkodnak és – mesterséges intelligenciával támogatva – előre gondolkodnak. Az MI már nem csupán eszköz a tervező kezében, hanem valódi társ, amely ezerféle szcenárióval segítheti a döntést. Egy jól felépített, jól megtervezett és megkonstruált rendszer ismeri a lakók ritmusát, figyelembe veszi a helyiségek funkcióját, és képes optimalizálni működését a legkisebb környezeti impulzusra is. A komfort többé nem egyenlő a hangos technológiával, épp ellenkezőleg: az új komfort csendes, láthatatlan és zavartalan.

A szellőztetésben a hőviszanyerős, zónaszabályozott rendszerek jelentik az új alapelvárást, amelyek nemcsak a levegő frissességét, hanem annak minőségét, a CO₂-szintet vagy a páratartalmat is folyamatosan monitorozzák. A hűtési rendszerek fejlődése sem marad el: a passzív megoldások – árnyékolás, zöldtetők, éjszakai szellőztetés – egyre kifinomultabb aktív rendszerekkel (VRF, adiabatikus hűtés) egész

szülnek ki, melyek az energiafelhasználás minimalizálása mellett a maximális komfortot célozzák meg. A hőszivattyús technológiák robbanásszerű térhódítása a fenntartható épületüzemeltetés új korszakát indította el. A napenergiával, geotermikus hővel vagy hulladékhővel működő hibrid rendszerek decentralizált energiatermelőként viselkednek, sőt képesek reagálni a hálózat terheltségére vagy az áramtarifák változására is. Az MI ezenfelül nemcsak az épületet, de egész városrészeket képes intelligens egészként kezelni. Az épület mint szenzor koncepciója szerint az ingatlan nemcsak alkalmazkodik, hanem adatokat gyűjt, elemez és tanul. Ez már nem sci-fi, hanem valóság – csendes, láthatatlan, de minden részletében intelligens.

Az épületgépészeti tervezés a jövőben egyre inkább egyfajta láthatatlan mérnöki gondoskodásként lesz jelen. A sikeres tervezés ismérve nem csupán az optimális méretezés, hanem hogy az eredmény alkalmazkodó, tanuló és emberközpontú rendszert eredményezzen. A mérnöki munka súlya, felelőssége és jelentősége ezzel együtt nő: nem csupán technikai megoldásokat kell kínálnia, hanem értékválasztásokat is közvetítenie kell. Az előttünk álló években kulcsfontosságú lesz, hogy a szakterület képes legyen integrálni a mesterséges intelligencia által nyújtott lehetőségeket, miközben megőrzi a mérnöki tudás, felelősség és a szakmai etika alapértékeit. A jövő komfortja ugyanis nemcsak a technológián, hanem a jó döntéseken is múlik.

A digitalizáció, a klímapolitika és a társadalmi igények metszéspontjában dolgozó épületgépész ma már nemcsak rendszereket tervez, hanem jövőt is. Olyan döntéseket hoz, amelyek hosszú távon határozzák meg otthonaink élkéségét – a technológia, az emberi igények és az etikai felelősség metszetében.

A jövő épületei nem csillognak, nem harsányak, hanem figyelnek ránk. És miközben a falak mögött „suttogó” algoritmusok dolgoznak, mi csak annyit érzékelünk majd az egészből, hogy otthon vagyunk. Igazán. Mélyen. Emberien.

TARTALOM



10

Átkelni a hidakon

„Szakmai karrierem legnagyobb elismerése, hogy a tagozat az elnökévé választott”
– Interjú Kriston Ádámmal, a Vízgazdálkodási és Víz-építési Tagozat új elnökével.



20

Épületgépészet és tűzvédelem

A jó tűzvédelmi koncepció célja, hogy tűzben is működjön a rendszer, és a valóság visszaigazolja a terveinket.



34

Egy rögzös út első lépései

A szakmai felelősségbiztosítás újragondolása nemcsak pénzügyi, hanem bizalmi kérdés is – és a mérnöktársadalom most először mondhatott véleményt erről közvetlen formában.



14

Nem luxus, kötelesség!

Napjaink egyik legaktuálisabb és legösszetettebb kihívása az épületek energiahatékonysága...



36

Utófesztett vasbeton konzol egy pécsi villaépülethez

Az építészeti megjelenést meghatározta a nagyszámú konzol, melyek közül néhány tartószerkezeti kihívást jelentett.

32

A környezetvédelem visszhangjai

A klímavédelem égető gondoljai az egész világon sürgető tennivalókat jelentenek...

Címlapfotó: Magyar Építők



A MAGYAR
MÉRNÖKI KAMARA
HIVATALOS LAPJA

Megjelenik havonta • Tagdíjfelvétel kamarai tagok ingyen kapják, másnak előfizetési díj egy évre: 5600 Ft • Magyar Mérnöki Kamara, 1118 Budapest, Budaörsi út 125/A
Ügyfélszolgálat: +36-1/455-7080 • Nyilvántartási szám: B/SZ 12344/1994 • ISSN 1218-5450 • Nyomda: EOS Zrt., 2600 Vác, Nádas utca 8.
Felelős vezető: Csontos Csilla vezérigazgató • Minden jog fenntartva! • Lapunk következő száma 2025. december 12-én jelenik meg.



54

A bankár és a mérnök

A hajdani Fegyver- és Gáz-készülékgyár központi üzem-csarnoka a modern magyar ipari építészet első és egyik leg-sikerültebb alkotása, az egykor itt dolgozók pedig technika-történetünk egy különösen érdekes fejezetének szereplői.

Dubniczky Miklós

Láthatatlan jövő

– az intelligens otthon új arca

3

A HÓNAP ESEMÉNYEI

6

MOZAIK

8

INTERJÚ

Dubniczky Miklós

Átkelni a hidakon

10

Beszélgetés Kriston Ádámval, a Vízgazdálkodási és Vízépítési Tagozat új elnökével

FÓKUSZ – ÉPÜLETGÉPÉSZET

Gyurkovics Zoltán

Nem luxus, kötelesség!

14

Legyen az épület fenntartható és költséghatékony

Tuczai Péter

Klimarendszerek üzemeltetése

FM-BIM-rendszerekben

15

Decsi György

Épületgépészet és tűzvédelem

20

A tűzterjedés „rejtett útvonalai”

Vértesy Mónika

Az életciklus-elemzés szerepe a fenntarthatósági kritériumok teljesítésében

24

Cservenyák Gábor

„Közel nulla” energiaigényű, 100%-ban megújuló energia-hasznosítású épületegyüttes

28

PIAC

Dr. Szilágyi Zsombor

A környezetvédelem visszhangjai

32

Dubniczky Miklós

Egy rögzös út első lépései

34

Kamarai biztosító

PRAXIS

Dr. Hegyi Dezső – dr. Sipos András Árpád

Utófesztett vasbeton konzol egy pécsi villaépülethez

36

A lehető legvékonyabb szerkezeti méret

Spráhnitz Ferenc

A második generációs EC-2

és az amfibológia

39

Ökocementet használni nem kell félretenek jó lesz – 2.

Bárdos Tamás

Mesterséges intelligencia

az alternatív energiatermelésben

43

Új lehetőségek – világosan megfogalmazott célokkal és felelős használatlalt

Pintér László

Működőképese-e az érdemi forgalmi tervezés nélküli közlekedés?

48

Feldmárné Petrács Erika – Lada Tamás

A százhuszas

52

A Békéscsaba-Lókősháza országos közforgalmú vasútvonal átépítése

HISTÓRIA

Laczkai Bálint

A bankár és a mérnök

54

Könyvajánló

58

IMEDIA

Ülésezett a választmány



A Magyar Mérnöki Kamara székhelyén, október 21-én tartotta soros őszi ülését az MMK választmánya. A területi kamarák és a szakmai tagozatok elnökeit elsőként Wagner Ernő MMK-elnök köszöntötte, aki gratulált a tavaszi, harkányi ülés óta megválasztott új, illetve újraválasztott kamarai vezetőknek – Hajdú Györgynek (Jász-Nagykun-Szolnok vármegye), Fenyvesi Csabának (Tolna), Patak Norbertnek (Somogy), Takács Zsoltnak (Zala), Abonyi Csabának (Bács-Kiskun), Liska Andrásnak (Hajdú-Bihar), Tóth Sándornak (Fejér), dr. Zákányiné dr. Mészáros Renátának (Borsod-Abaúj-Zemplén), dr. Takács Bencének (Geodéziai és Geoinformatikai Tagozat), dr. Honvári Gábor (Anyagmozgató gépek, Építőgépek és Felvonók), Szűcs Renátának (Gépészeti Tagozat) és Kriston Ádámnak (Vízgazdálkodási és Vízépítési Tagozat).

A választmány tagjai először a november 21-i országos küldöttgyűlés napirendi anyagait tárgyalták meg: Zubor András főtitkár tájékoztatást adott az MMK 2025. évi költségtervének módosításáról és az MMK 2026. évi költségtervről, illetve a 2026. évi kamarai díjrendszer alakulásáról. A választmány megtárgyalta és elfogadta a szakmagyakorlási szabályzat 2. mellékletét, valamint a szakmai címek ügyrendmódosítását. A tanácskozás a másodfokú etikai és fegyelmi bizottság előterjesztésének megtárgyalásával folytatódott (az etikai-fegyelmi szabályzat módosítására a „kamarai közérdek” fogalmának meghatározására), végül a résztvevők tájékoztatást kaptak a Kamarai Továbbképzési Testület aktualitásairól.

Döntés a Rubik-díjról



Október 21-én az Építési és Közlekedési Minisztériumban összeült a bírálóbizottság, és kétórás egyeztetés után döntött az id. Rubik Ernő-díj díjazottjáról. November 27-én, a díj névadójának születésnapján kiderül, elsőként ki veheti majd át az Országházban tartandó ünnepségen a Kossuth-díjjal egyenértékű állami mérnökkitüntetést.

Tisztújítás a Magyar Építész Kamaránál

Tutervai Mátyást, az országos kamara eddigi alelnökét választották a Magyar Építész Kamara új elnökévé október 30-án, a MÉK budapesti tisztújító küldöttgyűlésén. A három alelnök: dr. Hajnóczi Péter, dr. Medvegy Gabriella és Turi Attila.

50 milliárd forintos támogatás indul energiatárolók kiépítéséhez

Hamarosan 50 milliárd forintos támogatás indul energiatárolók kiépítéséhez, ami pluszlehetőség a vállalkozásoknak a fix 3 százalékos hitel mellé – közölte az Energiaügyi Minisztérium államtitkára. Czepek Gábor úgy fogalmazott: józan ésszel könnyen belátható, ha valóban zöldíteni akarjuk az energiaellátást, a nap-
elemek mellett a tárolás is kulcsfontosságú. „Ami a napenergiát

illeti, már világ bajnokok vagyunk. Most az akkuk terén kell előrelépünk” – írta, hozzátéve, hogy hamarosan elindul a vállalkozásoknak szóló, összesen 50 milliárd forintos pályázat a Jedlik Ányos program keretében. Kisebb és nagyobb volumenű energiatárolási beruházásokat is segítenek, 10 milliótól 1 milliárd forintig lesz elérhető a támogatás.

Az évtized végére épülhet meg a gyorsforgalmi út Szombathely–Kőszeg és az országhatár között

A tervek szerint 2030 végére készülhet el az M87-es gyorsforgalmi út Szombathelyről Kőszegre, illetve az országhatárig vezető 16,3 kilométeres szakasza, és ehhez illeszkedve 15,8 kilométernyi országos kezelésben lévő alsóbbrendű út felújítása, valamint néhány kilométernyi új út építése – közölte az Építési és Közlekedési Minisztérium helyettes államtitkára. Nyul Zoltán kiemelte: a tervezési szakasz érdemi része már lezárult, a szükséges hatósági engedélyeket megszerezték, illetve azokat is megszerzik, amelyek a hosszas előkészítés során esetleg már le-

jártak. 8,5 kilométeres hosszúságban új nyomvonalon épül a 87-es és a 89-es főút összekötésével a Szombathelyt északi irányból elkerülő út hiányzó szakasza, új körforgalmú csomópontokat alakítanak ki a 86-os, 87-es és 89-es főutak csatlakozásánál, a tervezett út csatlakozik a már meglévő 86-os gyorsforgalmi úthoz és a megépülő 87-es autópályaúthoz. A teljes beruházás költsége – a helyettes államtitkár becslése szerint – a Szombathely–Kőrmend közötti M86-os autópályát megépítésének költségeivel együtt elérheti akár a 250–300 milliárd forintot.

Kulcsfontosságú engedélyeket kapott a Paks II. projekt

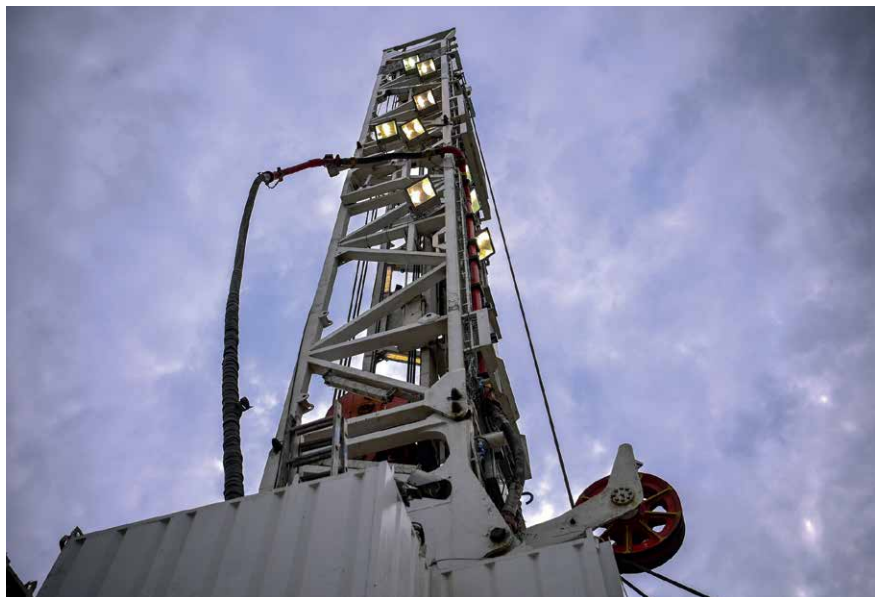
Az Országos Atomenergia Hivatal (OAH) kiadta az 5. blokki nukleáris sziget három – vezénlyőépület, segédépület és technológiai kiszolgáló – épület építésére vonatkozó építési, valamint a talajszilárdítás részhasználatbavételi engedélyeit. Az engedélyek megszerzése kulcsfontosságú lépés a betonozási munkálatok, köztük az 5. blokki nukleáris sziget alaplemezésének kivitelezési munkáinak megkezdéséhez. A projekt szempontjából szimbolikus lépésre, az első betonöntésre várhatóan 2026 februárjában kerül sor.

Út és vasút épül a főváros és a repülőtér között



Földhővel zöldülhet a hazai áramtermelés

A Jedlik Ányos Energetikai Program 12 milliárd forinttal ösztönzi a geotermikus energiára alapozott villamosenergia- és hőtermelő rendszerek kialakítását. A pályázatok az október 30-án megjelent végleges felhívás szerint jövő január végétől lehet benyújtani. A Jedlik program elsőként véglegesített földhős kiírása 12 milliárd forinttal segítheti hálózatra kapcsolódó, geotermális alapú hő- és villamosenergia-termelő rendszerek kialakítását, meglévő termelő és visszasajtoló kútra alapozva. Egy projektre legalább egymilliárd forint ítéltető meg. A keretösszeg akár teljes egészében egyetlen fejlesztés megvalósítására fordítható. Beruházási helyszíneként Budapest kivételével az ország bármely területe szóba jöhet.



A tervek szerint 2028 végéig kétszer három sávos új közút, illetve 2035-re új vasútvonal épül a főváros és a Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér között – jelentette be Lázár János építési és közlekedési miniszter október 27-én a repülőtéren, sajtótájékoztatóján. Szintén 2035-re tervezik megvalósítani a repülőtér 3-as terminálját, így az úttal és a vasúttal együtt 2,5 milliárd euró, vagyis ezermilliárd forint értékű fejlesztés valósul meg Budapesten. Ez egyben cáfolja azt az állítást, hogy a kormány fővárosellenes politikát folytatna – jegyezte meg az építési és közlekedési miniszter. A fejlesztésektől azt várják, hogy 2035-re a jelenlegi duplájára, vagyis évi 40 millió utasra nő a budapesti repülőtér utasforgalma, illetve a vasútvonalon a belvárosból 15–20 perc alatt érhető majd el a repülőtér – mondta a politikus.

VÁRMEGYEI KAMARÁK HÍREI

HEVES

Kis kamarák találkozója



A három legkisebb területi kamara – Nógrád, Tolna, Heves – idei találkozájának házigazdája Heves vármegye volt. Az első napon, szeptember 26-án Recsk történetét mutatták be: a népes társaságot elsőként Nagy Sándor polgármester köszöntötte, majd szakmai előadásokra került sor. Mályinkó Zoltán, a HMMK titkára – és egyben a Recski Ércbánya rekultivációs munkáit irányító Nitrokémia Zrt. helyi vezetője – ismertette a bánya történetét, a jelenleg is folyó rekultivációs munkálatokat, és utalt azokra a lehetőségekre, amelyeket a jövő tartogathat a réz- és aranyvagyon tekintetében. Kiemelt értéket képvisel az a hatalmas furatmintaraktár, amelyben hosszú évtizedek óta őrzik a talajmintákat. Tóth Szabolcs nyugalmazott bányatechnikus a múlt emlékeit és tapasztalatait elevenítette fel. Az előadások után lehetőség volt a helyi kis, de rendkívül érdekes bányatörténeti múzeum megtekintésére. Ezek után szakszerű idegenvezetéssel megtekintettük a recski munkatáborát.

A siroki vár alatti étteremben elköltött ebéd és a vendégkamara egri és noszvaji szállásfoglalása után a noszvaji De la Motte-kastélyt néztük meg, dalokkal kísért idegenvezetéssel. Este a Thummerer Borászat pincéjében vettünk részt egy borkóstolón és egy kiadós vacsorán.

Másnap idegenvezető kíséretével, városnézés keretében ismerték meg a vendégek Eger nevezetességeit és történetét. A városi séta után egy korhű öltözetű vitéz vezetésével nézhettük meg a várat, és a kanócos puska használati módjának megismerése mellett megtapasztalhattuk annak hangerejét is. A várban lévő, 1552 nevű étteremben az ízletes ebéd után köszöntek el egymástól a megyék, „Jövőre találkozunk Nógrádban!” jelmonddal.

Rittenbacher Ödön

NÓGRÁD

Őszi Mérnöknap

Immár 15. alkalommal rendeztük meg október 15-én őszi mérnöknapunkat „Mérnöknek lenni kell” címmel. Idén is csatlakoztunk a Nógrád Vármegyei Kormányhivatal Foglalkoztatási, Foglalkoztatás-felügyeleti és Munkavédelmi Főosztálya által szervezett, a salgótarjáni városi sportszarnokban tartott karrierbörze rendezvényhez, amely alkalmat adott arra, hogy bemutassuk a pályaválasztás előtt álló fiataloknak a mérnöki hivatást, a műszaki pálya szépségét és felelősségét.





A rendezvényt köszöntötte Kalocsai Péter, a Nógrád Vármegyei Kormányhivatal főigazgatója, valamint Bótvári József, a Nógrád Vármegyei Mérnöki Kamara elnöke. A területi kamara standjánál megismerkedhettek az érdeklődők a Gyémánt-Pirazol Kft., a Delta-Tech Kft. és a Nádasdi Elektro Biztonságtechnikai Kft. tevékenységével. A rendezvény ideje alatt kötetlen beszélgetés, gyakorlati bemutatók keretében lehetett találkozni a cégek képviselőivel, és megismerni tevékenységüket. Kamaránk meghívására előadást tartott Balogh Levente, a Szentkirályi ásványvíz alapítója, hazánk egyik legsikeresebb vállalkozója. Beszélt a vállalkozóvá válás lényegéről, és arról is, hogy a pályaválasztás előtt miként győződhet meg valaki arról, hogy a vállalkozók vagy a menedzserek csoportjába tartozik-e. Előadása után az érdeklődőknek személyes javakat is megfogalmazott, majd közös fotózás és könyvdedikálás következett.

A rendezvényt huszonhat felsőfokú oktatási intézmény, egyetem bemutatkozása tette még színesebbé, melyeken a fiatalok megismerkedhettek az oktatás jelenével és jövőjével, a felvételik rendszerével, az intézmények profiljával. A mérnöknapon interaktív játékokra is invitáltuk a tanulókat, a tanáraikat, kamarai tagjainkat, a rendezvény résztvevőit – a feladatlapok kitöltői között ajándékokat sorsoltunk ki a nap során több alkalommal is. A karrierbörzén való részvételünkkel, a jövő generációjának szóló útmutatásainkkal, a műszaki szakma átfogó és magas színvonalon történő bemutatásával próbáltunk irányt mutatni a fiataloknak.

Harkai Miklós

SZAKMAI TAGOZATOK HÍREI

VÍZGAZDÁLKODÁSI ÉS VÍZÉPÍTÉSI TAGOZAT

Tisztújítás



A tagozat október 10-én, a fővárosi Lurdy Házban tartotta tisztújító taggyűlését, melyen nagy többséggel Kriston Ádámot, a Baranya Vármegyei Mérnöki Kamara „Év Mérnöke 2025” díjasát választották meg a szakmai tagozat új elnökének. A két alelnök Ányos József és Déri Lajos lett. Az elnökség tagjai: Farkas Egonné, dr. Dobai László, Tamás Péter, Zajzon Imre, Ivaskó Csaba, dr. Knolmár Marcell, Borza Tibor, Boda Balázs, Udud Péter és Kun Béla. A szakértői testület tagjai: Somodi Ferenc, Rosza Péter, Háfra Mátyás Róbert, dr. Patziger Miklós, Erdész Béla Sándor, dr. Hancz Gabriella, Fejes Lőrinc, Horváth Szabolcs, Kapolcsi Imre, Alexy Rezső Zoltán, Horváth Gyula, Szabolcsi Balázs.



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, felületmódosítás, szimuláció széles körű szolgáltatását kínálja a tervezéstől az üzembe helyezésen keresztül dokumentációk összeállításáig, illetve mechanikus és villamos kivitelezésig.

Tervezői részek 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 Szervezet, e-mail: info@vizfolyam.hu
https://www.vizfolyam.hu
A vízügyi ágazatban, települési és regionális vízművek részére végzett műszaki tervezői, tervellenőri, szakértői, műszaki ellenőri feladatok nem rendszeres, alkalmi ellátása.

Energetikai tanúsító mérnököket keresünk!

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

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



■ Beszélgetés **Kriston Ádámmal**, a Vízgazdálkodási és Vízépítési Tagozat új elnökével

Átkelni a hidakon

„Szakmai karrierem legnagyobb elismerése, hogy a tagozat elnökévé választott. Ezt a megtisztelő feladatot is egy projekt-ként fogom fel. A jelöltállítás elfogadása előtt korábbi vezetőm, barátom és egyben egy másik ágazati szervezet elnökének tanácsát kértem. Azt tanácsolta: a hídon akkor menjek át, ha odaértem, illetve ha ezt a feladatot rosszul végzem, megjegyzik, ha jól, az természetes lesz. Most a tagozat elnökeként próbálok az előttem álló hidakon átmenni” – mondta el interjúnkban a szakmai tagozat október 10-én megválasztott új vezetője.



Dubniczky Miklós

– Hogyan indult a mérnöki pályája, mi motiválta abban, hogy ezt a hivatást válassza?

– Első mérnöki munkahelyem egy pécsi víziközmű-társulat volt, melynek megalapításában és működésében dolgoztam, illetve a megvalósított műszaki tartalom tekintetében társulati tagok műszaki érdekképviseletét láttam el. Az érintett projekt műszaki ellenőrzési feladatait egy holland-magyar mérnöki konzorcium látta el. A jó munkakapcsolatnak és angol nyelvtudásomnak köszönhetően rövid idő alatt „átigazoltam” a műszaki ellenőri csapatba. Azt gondolom, ez volt az egyik meghatározó pontja a szakmai karrieremnek. Nemzetközi munkakörnyezetben – holland mérnök, francia kivitelező, angol nyelvű szerződés –, versenyhelyzetben szocializálódtam. A hatékonyság és a szervezethez való példabírási volt. Hat gyönyörű évet, munkatapasztalatot, remek szakmai kapcsolatrendszerrel és több sikeres víziközmű-beruházási projektet – például Pécs, Szombathely, Debrecen, Bácsalmás – kösönhetek ennek az időszaknak.

– Mérnöki és közgazdasági végzettsége is van. Hogyan egészíti ki ez a két szemlélet egymást a munkája során?

– Mindkét szakterület esetében a legfontosabb paraméterek a számok. Tervezünk, felmérünk, megvalósítunk, elszámolunk, üzemeltetünk, felújítunk. A közzgazdász remekül boldogul mérnöki tudás nélkül, azonban a mai kor mérnöke számára elengedhetetlen legalább alapfokú közzgazdasági tájékozottság, gondolkodás, szemlélet. A mérnöki tevékenység során is kulcsszavakká váltak a hatékonyság, a fenntarthatóság és a megtérülés. A mérnöki munkát nem csak műszaki, hanem „köz”-gazdasági szempontok alapján is meg kell tervezni, az eredményeket mérni, a folyamatokat a mérések eredménye alapján javítani. A komplex mérnöki gondolkodás része a közzgazdasági szempontok figyelembevétele.

– Az igazságügyi szakértői és FIDIC-mérnöki szerepkörök milyen kihívásokat és felelősséget jelentenek a napi munkájában?

– Saját vállalkozásommal tizenöt éve dolgozom FIDIC-mérnök-ként, műszaki ellenőrként, felelős műszaki vezetőként, és öt éve már igazságügyi szakértőként is. Ennek elsődleges oka kezdetben a több lábon állás volt, mára azonban sokkal inkább vált

hivatássá és a rövid távú sikerélmények forrásává. Rendkívül változatos ügyekkel és feladatokkal találkozom, melyek megoldásában kulcsszerepet jelentenek a szaktudás, a megoldást kereső kreatív gondolkodás, a jó szakmai kapcsolatépítési készség és a megbízhatóság. Vállalkozói tevékenységem tapasztalatait aktívan tudom hasznosítani mindennapi munkám során. Emellett a sikerélmény és a kiváló szakmai és emberi kapcsolatok értéke is felbecsülhetetlen. Jelenleg is egy futó magaspépítési projektben FIDIC-mérnöki feladatokat látok el Baranya vármegye egyik legnagyobb magánberuházásán, nemzetközi multinacionális cégek részvételével. A gondolkodásmód és a résztvevők – megrendelő, tervező, kivitelező – profizmusa rendkívül inspiráló.

– Mit tart a legnagyobb változásnak, amit a mérnöki szakmában az elmúlt tíz év során tapasztalt?

– Nehéz erre a kérdésre objektív választ adni, mert hajlamosak vagyunk a múltat szebbnek látni az évek elteltével, leterhelve az aktuális problémáinkkal. Az elmúlt tíz évben tapasztalt negatív változások: gyorsult az élet, néha mégis lassúnak érezzük, ha a problémáink megoldásáról van szó; rengeteg olyan dologra pazarolunk időt, melyre tíz éve nem, illetve a hatékonyság, a minőség javulását külső körülményektől várjuk, nem pedig önmagunktól. Ezzel szemben a technológia fejlődésével – BIM, AI, informatikai támogató rendszerek stb. – olyan új távlatok nyíltak meg a mérnöki szakma és szakterületek előtt, hogy nem győzzünk lépést tartani az innovációkkal – és hol van még a vége!?

– Mitől lesz valaki jó vezető a mai, gyorsan változó környezetben?

– Kit aposztrofálunk a „jó vezető” jelzővel? Ha valaki úgy tartja magáról, hogy jó vezető, az önmagában még nem sokat jelent. Ha egy csoport a vezetőjét szakmailag és emberileg elismeri, az már jogossá teheti



e jelzőt. Sokat és folyamatosan tenni kell azért, hogy ez így legyen. Korábbi „jó vezetőim” érényeit sorolnám fel: figyelem, türelem, alázat, szakmaiság, elhivatottság, következetesség, határozottság. Köszönöm nekik, hogy jó példaként szolgáltak, és bízom benne, hogy egyszer majd rám is érvényes lesz ez a jelző.

– Milyen szerepet játszik a csapatmunka a projektek sikerességében? Van esetleg erre egy példa, amit szívesen megosztana?

– Tapasztalatom szerint egy projekt csak véges számú olyan szereplőt tud „elviselni”,

akik nem tudnak csapatban dolgozni. Projektek esetében annak sikere az elsődleges és legfőbb cél. Gondolkodásom és munkastílusom abszolút projektszemléletű. A párom szokta mondani, hogy még a magánéletben is projektjeim vannak. Tény, hogy mindenben a megoldásra törekszem, és a tervezéskor felállított optimális megoldáshoz képest is felmérem az alternatívákat. A korábbiakban említett magasépítési projekttel kapcsolatos FIDIC-mérnöki feladatom esetében a szoros határidő és a speciális műszaki tartalom megvalósítása átlagon felüli csapatmunkát követel. A funkcionális követelmények meghatározása, a kiviteli

tervezés és a kivitelezés időben összeérnek, de a határidő betartása érdekében a megoldás csak a csapatmunka lehet.

– Hogyan látja jelenleg az építési/tervezési piac állapotát Magyarországon, különösen a vízügyi területen?

– Elvégzendő feladat van is és lesz is bőven a vízügy és a víziközmű-szolgáltatás területén! A hazai mérnöktársadalomnak felkészülnie és alkalmasnak kell lennie ezeknek a feladatoknak és kihívásoknak a teljesítésére. Ha Forma-1-es hasonlattal élhetek, a legnehezebb feladat a rajt, az arra való felkészülés és várakozás. Várjuk, hogy kialakuljanak a piros lámpák, elkezdődhessen a verseny, nagyon rövid reakcióidővel elstartoljunk és karambol nélkül megússzuk az első kanyart. A tagozat feladata véleményem szerint most az, hogy fenntartsa, fejlessze, topon tartsa azt a mérnöki hátteret, mellyel a kihívásokat teljesíteni tudjuk. A várakozással töltött idő megterhelő, de igyekszünk hasznosan, felkészüléssel eltölteni.

– Milyen hatásai vannak a gazdasági kihívásoknak – infláció, alapanyagárak, szabályozások – a fejlesztési projektek kivitelezésére?

– A projektek kivitelezési környezete és körülményei a pandémia óta nagyot változtak. Olyan kihívásokkal szembesültünk, melyeket előtte el sem tudtunk képzelni. A projekteknek sokkal rövidebb idő alatt kell alkalmazkodniuk a megváltozott körülményekhez, mint azt korábban megszoktuk, érintse az a műszaki tartalmat, költségeket, építőipari környezetet, jogszabályi környezetet. A változások lehetséges bekövetkezésére napjainkban már a beruházások előkészítési szakaszában fel kell készülni, de az igazi kihívás természetesen az előre nem látható körülmények kezelése a folyamatban lévő teljesítések során.

– Mit jelent a fenntarthatóság az ön értelmezésében, mérnökként és vezetőként?

– A fenntarthatóságnak számomra három kiemelt megemlékezője van. Az első a környezeti fenntarthatóság, a természetes rendszerek és erőforrások megőrzése. Ide tartozik a biológiai sokszínűség megővése, a megújuló energiaforrások használata és a tudatos fogyasztás. A második a társadalmi fenntarthatóság, az emberi jólét, tár-

sadalmi igazságosság és esélyegyenlőség biztosítása. Ez magában foglalja az erőforrásokhoz, oktatáshoz és szolgáltatásokhoz való egyenlő hozzáférést, valamint a társadalmi kohéziót. A harmadik pedig a gazdasági fenntarthatóság, ami olyan gazdasági tevékenység, amely hosszú távon képes növelni a bevételeket, anélkül, hogy negatív hatással lenne a környezetre, a közösségre vagy az emberek egészségére.

– Milyen példákat tudna említeni olyan műszaki megoldásokra, amelyek fenntarthatósági szempontból is előremutatók voltak?

– Egy megvalósított KEHOP-projektünk jut eszembe remek példaként. A pályázatot saját erőből állítottuk össze, és a napi üzemeltetési feladatokon túl erőforrást allokáltunk a projektre. A beruházás lehetővé tette számunkra a felmerülő költségeink elszámolását, illetve a megvalósított műszaki tartalom meghatározott indikátorokon mérhető költségmegtakarítást eredményezett a társaság számára. A rendkívül komplex projekt eredményeként a hálózati vízvesztesség csökkentését, ipari felhasználók online távleolvasását, üzemoptimalizált vízkezelési vegyszerfelhasználást, valamint zöld energiából származó energiaellátást valósítottunk meg a magasabb színvonalú víziközmű-szolgáltatás érdekében. Ezzel a szolgáltatott ivóvíz fajlagos költségét és az előállítási folyamat környezeti igénybevételét is csökkentettük. A hálózati vízvesztesség csökkentésével pedig tettünk azért, hogy az ivóvíz hosszútávon és biztonságosan rendelkezésre álljon társadalmunk számára.

– Hogyan lehet ösztönözni az építőipart arra, hogy nyitottabb legyen a környezetbarát megoldásokra?

– Véleményem szerint a megoldás a komplexitásban van. Olyan beruházásokat kell megtervezni és megvalósítani, melyek a fenntarthatóság irányelvei mentén biztosítják annak mindhárom fentebb említett faktorát.

– Mit jelent önnek az, hogy a tagozat elnökévé választották? Mi ambicionálta, hogy elinduljon a vezetői posztért?

– Bevallom, meglepett, hogy a tagozati tisztújítás jelöltállításánál során elnöki jelöléseket kaptam, melyeket betudtam a víziközmű-ágazatban eltöltött éveknél és

ismeretségnek, barátságoknak. Ezt követően a jelöltség elfogadása volt az első általam meghozott döntés a folyamatban, melyet az esélytelenek nyugalmával tettem meg. A jelöltlista kihirdetését követően rengeteg támogató megkeresést kaptam, melyre nem is számítottam, de természetesen jólesett. A támogató megkeresések a választás napján szavazatokban is megmutatkoztak, melyet ezúton is köszönök. Szakmai karrierem legnagyobb elismerése, hogy a tagozat elnökévé választott. Ezt a megtisztelő feladatot is egy projektként fogom fel, amit igyekszem a mások és a saját elvárásaimnak is megfelelően ellátni. A jelöltállítás elfogadása előtt egy korábbi vezetőm, barátom és egyben egy másik ágazati szervezet elnökének tanácsát kértem. Azt tanácsolta: a hídon akkor menjek át, ha odaértem, illetve ha ezt a (társadalmi) feladatot rosszul végzem, megjegyzik, ha jól, az természetes. Most a tagozat elnökeként próbálok az előttem álló hidakon átmenni.

– Melyek a legfontosabb céljai az elnöki ciklus alatt?

– Menedzseri és projektszemléletű gondolkodásomból adódóan a tagozat operatív működésének megismerését és hatékonyságát növelő átalakítását tekintem első feladatommak. Ezt követően a felmerülő feladatok esetében a tagozat és ágazat számára legjobb döntések meghozatala, hatékony és transzparens működés biztosítása kiemelten fontos számomra. A tagozatban tisztséget vállalt kollégák a munkát szabadidejükben végzik. Mindannyiunk számára az idő a legfontosabb érték, amivel a lehető legjobban kell gazdálkodnunk. A tagozat működése kapcsán szeretném kialakítani azt a szemléletet, hogy „működünk úgy, mint egy jól szervezett gazdasági társaság”. Kulcsszavak: rendszerezettség, feladatelosztás, hatékonyság, gyorsaság, transzparencia. Mint mondtam, számomra az elnöki ciklus egy négy évre tervezett projekt.

– Milyen kihívásokat lát a szakmai utánpótlás terén, és hogyan lehetne motiválni a fiatal mérnököket a vízügyi mérnöki pálya irányába?

– Azt gondolom, hogy a szakmai utánpótlás biztosítása a felsőoktatási intézmények oldaláról rendelkezésre áll. Tradicionális, kiváló egyetemek és oktatók állnak a vízes ágazat szolgálatában, a tagozat elnök-



Támogatás a végzős hallgatók számára, a pályakezdő mérnökök mentorálása – ezek a kulcsai annak, hogy a tagozat létszáma a fiatal mérnökökkel bővüljön.

ségi és szakértői testületében is képviselve. A mérnökképzések népszerűsítése, az ágazat mennyiségi és minőségi szakemberigényének felmérése és biztosítása, a pályakép bemutatása, pályaaorientációs támogatás a végzős hallgatók számára, a pályakezdő mérnökök mentorálása a kulcsai annak, hogy a tagozat létszáma a fiatal mérnökökkel mint a következő generációk szakembereivel bővüljön.

– Ön szerint mi a kamara szerepe abban, hogy a hivatásunk társadalmi megbecsülése növekedjen?

– Aránk bízott feladatot a legjobb tudásunk szerint és felelősséggel végezzük.

– Mi az a szakmai siker vagy mérföldkő, amire a legbüszkébb?

– Szerencsés vagyok, mert soha nem volt még az az érzésem, hogy utólag valamit másképpen tennék. Voltak szakaszok, melyek nehezebbek voltak, és voltak, amik könnyebbek, de mindből tanultam valamit. Egy projekt sikeres mérföldköve, majd befejezése mindig felemelő érzés. Ilyenkor sokszor megálltunk egy rövid időre, megünnepeltük, lazítottunk pár napot és újult erővel vetettük bele magunkat az új feladatokba. Ezekre a sikerekre a kollégákkal együtt voltunk, vagyunk büszkék Pécsen, Vácott, Kecskeméten...

– Mit tanácsolna egy pályakezdő mérnöknek, aki most lép be ebbe a világba?

– Bátran haladjon előre, meg fogja találni a saját útját! Legyen szó akár a vízügyi, akár a víziközmű-szolgáltatási területről, a fiatal mérnökök szép kihívásokkal, kiváló szakemberekkel és szakmai közösséggel fognak találkozni. A vizesmérnök-társadalom várja őket!

GYORS SZKENNELÉS KÉZBŐL – LÁBON

SLAM technológia a mérnöki felmérések új dimenziójában

Egy ipari csarnokban vagy pincejáratban, ahol a GPS-jel gyenge, a mérnöknek mégis pontos térképre van szüksége – mit tehet? A SLAM technológia erre ad választ: mozgás közben, kézben tartva képes feltérképezni a környezetet. A **Share Slam S20** segítségével a felmérés gyorsabbá és egyszerűbbé válik, miközben az adatok pontossága a tervezési folyamatokhoz is megfelelő.

Valós idejű térképezés korlátozott környezetben

A modern mérnöki munka egyik legnagyobb kihívása, hogy a térbeli adatokat gyorsan, pontosan és biztonságosan lehessen rögzíteni olyan helyeken is, ahol a hagyományos mérőeszközök vagy a műholdas helymeghatározás nem alkalmazható. Ilyen környezetben nyújt hatékony megoldást a **SLAM technológia** (Simultaneous Localization and Mapping), amely lehetővé teszi, hogy az eszköz mozgás közben egyidejűleg térképezze fel környezetét és határozza meg saját pozícióját.

A technológia különösen hasznos zárt terekben, alagutakban, ipari csarnokokban vagy épületbelsőkhöz, ahol a GPS-jel nem elérhető, mégis szükség van pontos dokumentálásra. Ebben a kategóriában a **Share Slam S20 kézi lézerszkennert** rugalmas, terepi használatra optimalizált megoldást kínál.

Színes pontfelhő, azonnali vissza-ellenőrzéssel

A készülék másodpercenként **200 000 pontot** rögzít, és valós időben jeleníti meg a pontfelhőt, így a felhasználó azonnal ellenőrizheti a lefedettséget. Bár centiméter alatti pontosság nem érhető el, inkább 5-10 centiméteres, a mérési adatok a legtöbb gyakorlati feladathoz bőségesen elegendők. A nagyfelbontású **RGB kamera** színhelyes pontfelhőt készít, megkönnyítve az anyag- és szerkezeti típusok azonosítását. A valós idejű vizualizáció révén elkerülhetők a hiányos mérések és a felesleges terepi visszatérések.

A **70 méteres hatótávolság** kültéri szerkezetek vagy homlokzatok felmérését is lehetővé teszi, különösen ott, ahol a drónos felmérés korlátozott. A **150 perces üzemidő** és a kompakt, kézben hordozható kialakítás biztosítja, hogy a szakember akár több helyszínt is bejárjon egy munkanapon.

Egyszerű működés, rugalmas adatfeldolgozás

A felmérést egy mobilalkalmazáson keresztül lehet indítani és követni, a feldolgozás pedig a számítógépes szoftverben történik. A rendszer a legelterjedtebb formátumokba – **.las, .ply, .pcd** –



SZÉLES KÖRŰ ALKALMAZHATÓSÁG

A technológia az építőiparban, örökségvédelemben és régészetben éppúgy használható, mint a bányászatban, alagútfelmérésekben vagy erdészetben. Különösen ott előnyös, ahol az időtakarékoság és a gyors döntéshozatal alapvető követelmény. A Share Slam S20 kompakt méretével és egyszerű kezelhetőségével olyan helyszíneken is bevethető, ahol a statikus szkennernek nem, vagy csak nehezen használható.

Kapcsolat és bemutató

A cikket a Drone2B, a MyActionCam Magyarország Kft. szakmai divíziója készítette, amely Magyarország egyik vezető drón- és 3D adatgyűjtési megoldásokra specializálódott szakértője. Amennyiben mérnöki, ipari vagy építészeti felhasználásra keres innovatív térképezési megoldást, például a Share Slam S20 kézi lézerszkennert, munkatársaink készséggel állnak rendelkezésére a megfelelő eszköz kiválasztásában és személyes bemutató-időpont egyeztetésében.

Bemutató és szakmai konzultáció:

Kérjük, olvassa be az alábbi QR-kódot, és foglaljon időpontot személyes bemutatóra a Drone2B szakértőinél.



exportál, így a pontfelhők egyszerűen integrálhatók **CAD** és **BIM** szoftverekbe.

A mérés közben készülő **JPG képek** segítenek a helyszínek utólagos azonosításában, ellenőrzésében.

Valós példa a gyakorlatból: energetikai tanúsítvány megszerzése

Egy ötszintes, 1500 m²-es épület felmérése két óra alatt – egyetlen akkumulátorral. Hagyományos mérőállomással ez a munka egy napot, lézeres távmérővel akár kettőt is igényelne. A Share Slam S20 esetében a teljes pontfelhő gyorsan elkészül, és a szoftverben néhány kattintással területmérés is végezhető. Az így nyert adatok a gépészeti, kivitelezési és szigetelési tervezés során közvetlenül felhasználhatók, jelentősen csökkentve a projektidőt.

■ Legyen az épület fenntartható és költséghatékony

Nem luxus, kötelesség!

Napjaink egyik legaktuálisabb és legösszetettebb kihívása az épületek energiahatékonyasága, a fenntartható technológiák és a kapcsolódó korszerű műszaki megoldások alkalmazása.



Gyurkovics Zoltán

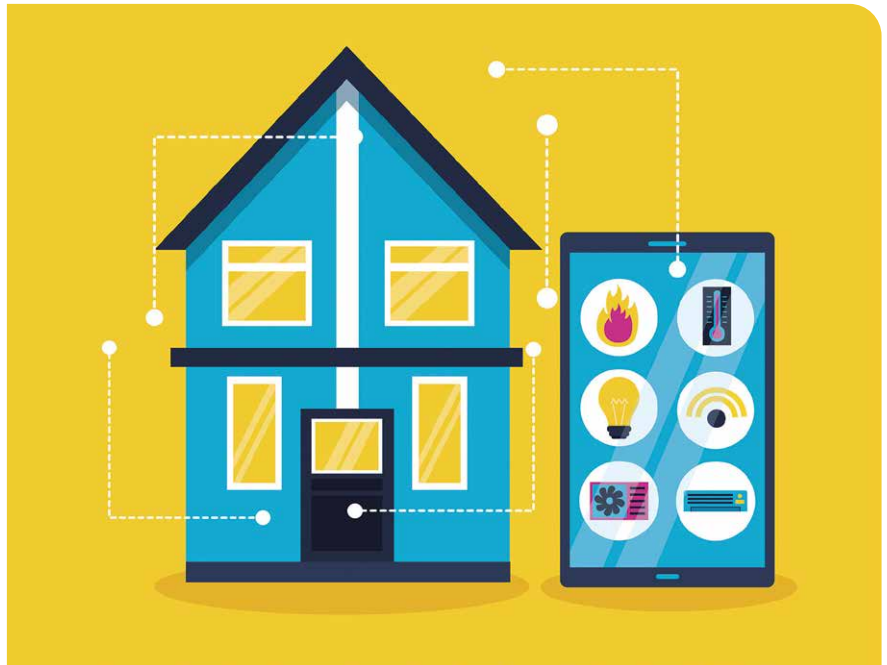
Az energia kérdése ma már nem csupán technikai vagy gazdasági, hanem egyértelműen stratégiai kérdés is – helyi, nemzeti és globális szinten egyaránt. A növekvő energiaigény, az energiaárak kiszámíthatatlansága, valamint a környezeti terhelés következményei mind arra kényszerítenek bennünket, hogy újragondoljuk az épített környezet szerepét.

Ma már világos: az energiamegtakarítás nem luxus, hanem kötelesség. A hatékony energiafelhasználás nem csak pénzt takarít meg: hozzájárul bolygónk élhetőségének megőrzéséhez is. És ebben az épületek – legyen szó lakóházakról, irodákról vagy ipari létesítményekről – kulcsszerepet játszanak. Ehhez néhány gondolatot fontos kifejteni.

Először is, a korszerű beépített gyártmányok – ideértve a légtechnikai rendszereket, a klímaberendezéseket, a hőszivattyús rendszereket – ma már nemcsak a komfortot szolgálják, hanem a fenntarthatóságot is. Ezek a berendezések egyre alacsonyabb energiafogyasztás mellett biztosítják a kívánt hőmérsékletet, páratartalmat és levegőminőséget, rövidebben az ember komfortját – intelligens szabályozással és okos vezérléssel kombinálva.

Az „okos épület” mára nem jövőkép, hanem a jelen. Az automatizált, szenzorvezérelt rendszerek képesek reagálni a használati szokásokra, a külső időjárásra vagy éppen a hálózati terhelésre. Ezek a rendszerek nemcsak kényelmet, hanem jelentős megtakarítást is jelentenek.

És ha már megtakarítás: az energiahatékonyaság nem öncélú. A költségoptima-



lizálás szempontjából is kulcsfontosságú. Egy jól megtervezett épület – korszerű anyaghasználattal, energiatudatos gépészeti rendszerekkel és intelligens vezérléssel – nemcsak olcsóbban üzemeltethető, de hosszabb távon értékállóbb is.

Ma már elengedhetetlen, hogy ne csak a beruházás költségeit nézzük, hanem a teljes életciklust – a karbantartástól a felújításig – az újrahazsnosításig. Az „olcsó” megoldás sokszor drágább lesz hosszú távon.

Fontos külön kiemelni a tervezési módszertan fejlődését. A BIM új korszakot nyitott a tervezésben és az együttműködésben. A BIM nemcsak 3D modell, hanem egy adatbázis is, amely lehetővé teszi a teljes épület életciklusának követését – a koncepciótól az üzemeltetésig. A rendszerek ütközéseinek kiszűrése, az energiafogyasztás előzetes modellezése, és a külön-

böző szakágak valós idejű együttműködése – mind hozzájárulnak ahhoz, hogy az épület ne csak szép és funkcionálisan jó, hanem fenntartható és költséghatékony is legyen.

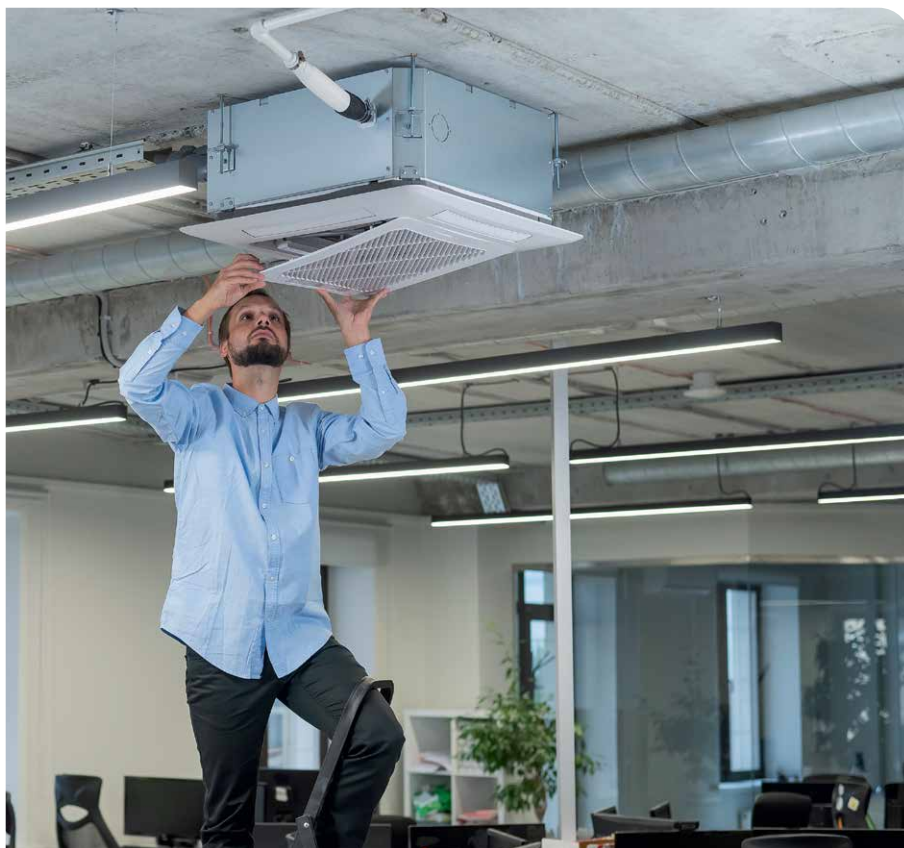
A „zöld építés” nem csupán környezetvédelmi jelszó. Ez a gondolkodásmód a fenntartható jövő záloga. Egy zöld épület azonban önmagában nem elég. Ha intelligensen működik, ha valóban képes alkalmazkodni a változó igényekhez, akkor beszélhetünk „okosépület”-ről. És ha ezek az épületek hálózatba szerveződnek, kommunikálnak egymással, optimalizálják a saját és a városi infrastruktúra energiafelhasználását – akkor születnek meg az okosvárosok.

Ez nem sci-fi. Ez az a jövő, amit ma tervezünk, ma építünk. És minden döntés – legyen az tervezési, kivitelezési vagy üzemeltetési – ebbe az irányba visz. Előre vagy éppen hátra.

■ A hatékonyság és a műtétbiztonságának növelése

Klímarendszerek üzemeltetése FM–BIM-rendszerekben

Az FM-ben dolgozók munkája mindig az adott létesítmények fő tevékenységének támogatása. Egy kórház fő tevékenysége a legfontosabb, amit el lehet képzelni, hiszen a cél az emberek életminőségének javítása és adott esetben az életmentés. Ezen belül is a műtők a kiemeltebb helyek, ahol olyan beavatkozások történnek, amelyek magas követelményrendszert állítanak az üzemeltetők számára. Egy esetleges hiba itt súlyos következményekkel járhat.



Tuczai Péter

A magas követelmények kiszolgálására érdemes a legmodernebb technológiákat alkalmazni, amelyek biztosítják a lehető leggyorsabb reagálást és a lehető legkevesebb hibázási lehetőséget. Az alábbiakban az üzemeltetés informatikai támogatásának lehetőségeit elemezzük.

BIM- és CAFM-rendszerek az üzemeltetésben

A BIM (Building Information Management) már többet jelent az épületgépészeti rendszerek digitális 3D modelljénél. A BIM sokkal inkább információmenedzsment-esz-

köz, amely végigkíséri az épület teljes életciklusát a tervezéstől a kivitelezésen át az üzemeltetésig. Biztosítja, hogy minden adat, folyamat és előzmény egy helyen, egy rendszerben elérhető legyen. Az építőipar egyes szereplői közötti információcseréje így standardizált, az adatvesztés minimalizált, a helyettesíthetőség pedig biztosított.

Nem minden épületről áll rendelkezésre tervezési és kivitelezési BIM-modell, de ahogy a 31/2024. ÉKM-rendelet – az építményinformációs modell (BIM) alapú tervezés és műszaki megvalósítás feltételrendszeréről – is előírja állami építési beruházások esetére, 2035. december 31-ig például az érintett állami létesítmények

esetén meglévő épületekre is létre kell hozni a BIM-modellt és azt az üzemeltetőnek kell karbantartania.

A létesítménygazdálkodók napi operatív munkájának támogatására létrejött CAFM- (Computer-Aided Facility Management) szoftverek a műtők klímarendszereinek karbantartására és üzemeltetésére is alkalmasak, digitális eszközökkel. Az érintett helyiségek, berendezések műszaki nyilvántartása mellett az azokhoz kötődő műszaki folyamatok, azok erőforrás igényei is kezelhetők ezekben a szoftverekben. Mindezen túl a napi munka folyamán betáplált rengeteg információ elemzésére is kiválóan alkalmasak akár stratégiai, akár operatív szintről legyen szó.

A BIM- és a CAFM-rendszerek össze is köthetők egymással, az integráció előnyei sokfélék, alábbiakban néhány példa: a BIM a helyiségek, berendezések CAFM-ben megjelenő struktúrájának és adatainak adatforrása; a BIM 3D modell és az alaprajz vizualizációs lehetőséget ad a műszaki elemek megjelenítéséhez; a 3D modell pontos információkkal szolgál a területek méréséhez, a légtérfogatok, kezelési távolságok, helyigények számításához; a BIM-alapú CAFM-rendszerekben a modell-elemekhez folyamatosan gyűjthetők az információk, építve ezzel az adott berendezés üzemeltetési élettörténetét.

Klímarendszerek üzemeltetési követelményei

A korábbi fejezetek már tartalmazták azt a precíz követelményrendszert, amit a műtők klimatizálásának tervezésekor figyelembe kell venni. Ezek voltak kiemelten a hőmérséklet, a páratartalom, a nyomás, a légszűrés és sterilitás. Természetesen a tervezők által a műtökre előírt értékek biztosítása az épület átadása után az üzemeltetők feladata. Mindezt úgy kell elvégezni, hogy az energiahatékonyság és fenntarthatóság feltételei is teljesüljenek. Szükséges tehát az üzemeltetés optimalizálása, felesleges energiafelhasználás elkerülése. Ezen feltételek hagyományos eszközökkel történő biztosítása helyett ma már az informatika sokkal hatékonyabb eszközöket kínál.

BIM-CAFM-alapú üzemeltetési folyamatok

Eszközkezelés és karbantartás

Az épület megvalósulási BIM-modellje tartalmazza a berendezések pontos elhelyezkedését 3D-ben, de ezenfelül minden elem rendelkezik egy olyan ún. tulajdonságkészlettel, ami kifejezetten az üzemeltetéshez szükséges adatokat tartalmazza, például egyedi azonosító, típus, gyártó, teljesítmény, garancialejárát, méretek, tömeg stb.

A hagyományos berendezés karbantartás a gyártók által előírt, természetesen biztonsági tartalékokat tartalmazó ciklusokkal számol, ez az ún. preventív karbantartás; például a műtő klímarendszerében a HEPA-szűrőt minden 12 hónapban cserélik, függetlenül attól, hogy mennyire van elhasználódva.

Egy BIM-CAFM-rendszerben a prediktív karbantartást lehet használni, mert a digi-



Kórházi takarítási standardok szerint színezett BIM-alaprajzi nézet

tális modellben összekapcsolhatók az érzékelők és a berendezések karbantartási előzményei. A prediktív karbantartás valós idejű adatokon és azok elemzésén alapul. Szenzorok, IoT eszközök figyelik az adott eszköz állapotát (pl. hőmérséklet, rezgés, energiafogyasztás), és a rendszer előre jelzi, mikor lesz szükség beavatkozásra; például a műtő klímarendszerében lévő ventilátor csapágyaiba beépített szenzorok érzékelik a rezgésmintázat változását, és előre jeleznek egy meghibásodást, így a csere időben ütemezhető.

A prediktív karbantartással ki lehet tolni a karbantartási ciklusokat, ezáltal csökkentve a költségeket és a humán erőforrásigényt anélkül, hogy az üzemeltetésbiztonságot csökkentenénk.

Hibajelentés és gyors reagálás

A BIM-alapú CAFM-rendszerek támogatják a hibák gyors beazonosítását is. Az épületfelügyeleti rendszerből érkező hibajelzés hatására az integrációnak köszönhetően rögtön automatikus hibajegy jön létre a CAFM-ben. Amennyiben az egyes hiba típusokhoz előre hozzá van rendelve a felelős alvállalkozó vagy saját felelős szakember, akkor e-mail-értesítésben már meg is kapja a hibajegyet, a 3D modellben pedig láthatja az érintett berendezés pontos elhelyezkedését és az alaprajzokon pedig ki-színeve a leállással érintett helyiségeket.

Valós idejű monitoring és teljesítmény-optimalizálás

A BIM-alapú CAFM-rendszerek lehetővé teszik a következőket:

- A hőmérséklet és páratartalom folyamatos szabályozása. Példa: a műtőben elhelyezett szenzorok folyamatosan mé-

rik a hőmérsékletet és páratartalmat. Ha a hőmérséklet adott szint alá csökken (pl. az éjszakai csökkentett üzemmód miatt), a rendszer automatikusan csökkenti a hűtővíz-ellátást a légkezelőben, hogy elkerülje a túlzott hűtést. Ha a páratartalom egy bizonyos küszöbérték fölé emelkedik, a rendszer bekapcsolja a szárítógépet vagy szabályozza a légcserét.

- A légszűrők és légcserék állapotának ellenőrzése. Példa: a légkezelő rendszerben elhelyezett nyomáskülönbség-szenzorok folyamatosan figyelik a HEPA szűrők állapotát. Amikor a szűrő eléri a határértéket (a nyomáskülönbség túl nagy lesz), a CAFM rendszer automatikusan riasztást küld a karbantartóknak, jelezve, hogy szűrőcserre szükséges. A BIM-CAFM integráció lehetővé teszi, hogy a BIM modellben vizuálisan is megjelenjen a problémás légtechnikai egység, így a karbantartók gyorsan beazonosíthatják a helyét és típusát.

- A nyomáskülönbségek automatikus korrigálása. Példa: a műtőkben jellemzően túlnyomás uralkodik a környező helyiségekhez képest, hogy megakadályozza a fertőző részecskék bejutását. A rendszer folyamatosan figyeli a műtő és az előtér közötti nyomáskülönbséget. Ha ez az érték a szükséges minimum alá csökken, a rendszer riasztást küld és automatikusan korrigálja a légmennyiséget. A BIM-CAFM rendszerben a műtő nyomásállapotát a diszpécser egy műszerfalán is követheti, és a problémás területek azonnal vizuálisan is azonosíthatók.

- Az energiafelhasználás intelligens optimalizálása. Példa: a műtők légtechnikai rendszereinek energiafogyasztása jelentős, különösen, ha folyamatosan maximális üzemmódban működnek. A valós idejű

monitoring lehetővé teszi, hogy a rendszer figyelje a műtők kihasználtságát (pl. éppen folyik-e műtét vagy nem). Ha a műtő üres, a rendszer automatikusan csökkentheti a légcsereszámot és a hűtési teljesítményt, majd visszaállíthatja a normál üzemmódot a következő műtét előtt.

Mindez nemcsak a műtéti követelmények teljesítésében segít, hanem csökkenti az üzemeltetési költségeket is.

BIM és CAFM integrációja a gyakorlatban

Egy német tulajdonú magán-egyeszség-ügyi vállalat létesítményeiben a BIM-alapú CAFM-rendszer bevezetése során először BIM-alapú épületfelmérés történt. A megrendelővel közösen kidolgoztak egy részletes követelményspecifikációt, amelyben meghatározták a natív BIM-szoftver (ArchiCAD) beállítási paramétereit (layer-struktúra, színek, kótázás stb.). Ezek után definiálták a helyiségekkel kapcsolatos információigényeket, pl. sorszámozás, névkonvenció, kórházi funkciók, takarítási kategóriák, műszaki adatlap. Végül kiválasztották azokat a berendezéstípusokat és jellemzőiket, melyeket egyedileg fel kellett tüntetni a BIM-modellben, mert a karbantartási és ellenőrzési követelményeik miatt ez szükséges volt. Az országos lefedettséggel rendelkező céget, amely 24 telephellyel rendelkezett, egy felmérő csapattal 6 hónap alatt sikerült felmérni.

A helyszínen készült fotókat és az üzemeltetéshez kötődő szerződéseket, műszaki dokumentációkat elektronikus formában egy erre kialakított könyvtár-struktúrában rögzítették, és a CAFM-rendszerben link formájában minden jogosult felhasználó számára elérhetővé tették.



Virtuális valóság az orvostechnológiában és kevert valóság a karbantartásban

A CAFM-adatfeltöltés és folyamatkialakítás projektfázisában, amely az épületfelméréssel párhuzamosan haladt, először az üzemeltetési folyamatok alapadatait határozták meg: üzemeltetési csapat, karbantartók, alvállalkozók, üzemeltetési szerződések, egységárak. A karbantartási tervekben a szakági munkasablonokat hozták létre, ahol minden karbantartásban szerepelt a gyártói ellenőrzési lista is. A karbantartások elvégzéséhez ütemtervet kellett készíteni, a tervezett karbantartás pontos idejének meghatározásával. Az időpontot egyeztetni kell az orvosi teammel, a műszaki és a gazdasági szakemberekkel (akik a munkálatok elvégzéséhez a fedezetet biztosítják).

A karbantartási terv kialakítása során gondot okoz, hogy a klímarendszerek karbantartását, a beépített szűrők cseréjét, a légszűrő-hálózatok tisztítását, majd azt

követő fertőtlenítési munkálatokat nem mindig tudják pontosan ütemezni a sürgős műtétek során, ezért tervezett státuszú munkákat rögzítettünk a rendszerben, amit hetente vizsgált felül a karbantartási vezető, és szükség esetén módosította tömeges szerkesztéssel.

A gyors hibabejelentés generáláshoz a berendezéseket QR-kóddal láttuk el, így a helyszínen akár az orvosok/asszisztensek is mobiltelefonról pillanatok alatt hibát jelenthetnek be, beküldve akár a hibáról készült fényképet is. A rendszer automatikusan e-mail-értesítést küld a felelős létesítménygazdának, amiben már a QR-kód alapján felismert berendezés is szerepel, így segítve a munkát és a gyors feladatkioldást az illetékes szakembernek.

Menedzsment-összefoglaló

A bevezetés után interjú készült a menedzserekkel, akik az alábbiak szerint foglalták össze a CAFM-rendszerrel kapcsolatos sikereket, az elért eredményeket és tapasztalt hasznokat:

- Minden épületmenedzsmentnek azonos színvonalú és adattartalmú információk állnak rendelkezésre az általuk kezelt létesítményről.
- Pontos alaprajzaik vannak terület és berendezés adatokkal, ami alapján új tendereket tudtak kiírni a külső üzemeltető cégeknek és nem függenek többé az alvállalkozók felméréseitől.
- Orvosok számára is könnyen használható, QR-kód-alapú hibabejelentő rendszert kapott a cég.
- A létesítmények mint költséghelyek alapján szeparált és összceges adataik is rendelkezésre állnak a karbantartási és energiaköltségek elemzésére.

BEVARRT SZIGETELÉSI MEGOLDÁSOK 2011 ÓTA



Maximális hatékonyság:

Csökkentse az energiafogyasztást és a működési költségeket.

Fenntarthatóság a középpontban:

Újrafelhasználható szigetelés, kevesebb hulladékkal és hosszabb élettartammal.

Egyedi igényekre szabva:

Minden alkalmazáshoz tökéletesen illeszkedő megoldások.



✉ info@kelvintech.hu

🌐 www.kelvintech.hu

- Minden műszaki, gazdasági és jogi információ egy helyen érhető el.

Jövőbeli fejlesztések és trendek

Mesterséges intelligencia (AI) és gépi tanulás (ML)

Az AI és az ML egyre nagyobb szerepet kap a műtők klímarendszereinek üzemeltetésében és karbantartásában. Az AI-alapú elemzések segítenek előre jelezni a meghibásodásokat, optimalizálni az energiafelhasználást és fenntartani a steril környezetet. Példák:

- Az AI folyamatosan elemezheti a légszűrő egységek szenzoradatait (pl. hőmérséklet, nyomáskülönbség, áramfelvétel, rezgés). A gépi tanulás azonosítja a szokatlan mintázatokat, amelyek egy közelgő meghibásodás előjelei lehetnek. Ezek alapján javasolhat ellenőrzést, karbantartást.

- A gépi tanulás elemzi a nyomáskülönbség-adatokat a műtő és a környező helyiségek között. Ha egy ajtó tömítése romlik, vagy egy szellőzőrendszer eltömődik, az AI érzékeli az apró nyomásingadozásokat és riasztást küld a karbantartóknak. Az AI-alapú rendszer megelőzi a veszélyes nyomásvesztést, ami lehetővé teszi a sterilizációs folyamatok fenntartását.

- Az AI elemzi az energiafelhasználási mintázatokat és az időjárási adatokat. Ha például egy nyári nap folyamán a külső hőmérséklet emelkedik, a rendszer előre optimalizálja a hűtési teljesítményt, hogy elkerülje a csúcsterhelést. Az AI képes az energiaigényt előre jelezni, és dinamikusan módosítani a klímarendszer működését, elkerülve a túlzott energiafelhasználást. Előny: csökkenti az épületgépészeti rendszerek energiafogyasztását anélkül, hogy a műtői feltételek romlanának.

Digitális iker alkalmazása a klímarendszerek üzemeltetésében

A digitális iker (digital twin) technológia egy valós idejű, virtuális másolatot hoz létre a műtők klímarendszereiről. Ez a modell nemcsak a geometriai adatokat (BIM), hanem a valós idejű szenzoradatokat, karbantartási előzményeket és működési paramétereket is tartalmazza. A digitális iker segítségével az üzemeltetők előre jelezhetik a hibákat, optimalizálhatják az energiafelhasználást és biztosíthatják a steril környezetet.

A 3D modellben színekkel kiemelve és a műszerfal grafikonján egymással párhuzamosan látható például, hogy az orvosok

beléptek a műtőbe és munka folyik vagy ha egy hűtési szivattyú frekvenciaváltója elromlik.

A digitalizációt kihasználva virtuális tesztelés és szimuláció valósítható meg anélkül, hogy valós életben változást eszközölnénk. Ennek pld. a nemrég megélt Covid-járvány idején volt nagy jelentősége vagy tömegkatasztrófák szimulálásánál esetleg kórházi átalakítás elemzésénél. Példák:

- Ha egy műtét alatt a szenzorok egy műtőhez szükséges berendezés hőkibocsátása miatt hőmérsékletemelkedést érzékelnek, a rendszer automatikusan növeli a hűtési teljesítményt a beállított határértékeknek megfelelően.

- Egy műtét során, ha az érzéstelenítő gázok feldúsulnak a légtérben, a rendszer automatikusan növeli a friss levegő beáramlását, megelőzve az orvosi személyzet egészségkárosodását.

- Ha egy műtő nem használatos, az IoT-érzékelők érzékelik az üres állapotot, és csökkentik a légcseré intenzitását vagy lekapcsolják a felesleges energiafogyasztó berendezéseket.

Virtuális/kevert valóság

A virtuális valóság alkalmazása nemcsak az orvostechnológiában terjed, hanem a mű-

szaki területen is. A BIM-modellből származó klímatechnikai rendszer 3D képét a valóságra kivetítve egy karbantartó sokkal könnyebben és gyorsabban találja meg például az álmennyezet felett elrejtett gépet és csatlakozási, szabályozási pontjait.

Összegzés

A BIM-alapú CAFM-üzemeltetés legfontosabb előnyei:

- valós idejű állapotfigyelés és teljesítményoptimalizálás,
- prediktív karbantartás és üzemzavarok megelőzése,
- hibakeresés és gyors beavatkozás támogatása,
- energiahatékonyság és költségcsökkentés,
- teljes körű dokumentáció és megfelelőség biztosítása.

A BIM-alapú CAFM-rendszer tehát nemcsak az üzemeltetés hatékonyságát növeli, hanem a műtétek biztonságát és a klímarendszerek fenntarthatóságát is javítja.

A cikk az MMK kiadványsorozatában (FAP 2025) megjelent, *Műtők klimatizálása című szakmai kiadványának* – melyet az Épületgépészeti- és az Egészségügyi-Műszaki Tagozat dolgozott ki – egyik fejezete.



MISKOLCI EGYETEM

MFK

BŐVEBB INFORMÁCIÓ:



**ÚJ KÉPZÉS
BIOGÁZ-ELLÁTÁSI
SZAKMÉRNÖK ÉS SZAKEMBER
A MISKOLCI EGYETEMEN
2026 FEBRUÁRTÓL**

Eleganciában és tartósságban verhetetlen – a terrazzo padló titka

A terrazzo burkolatok manapság újra kezdik visszanyerni régi fényüket, és egyre több helyen kezdik újra hasznosítani. Ennek a burkolattípusnak az eredete az ókorra vezethető vissza, és a mai napig fennmaradt az alkalmazása. Kivitelezése a kor előrehaladtával sokat változott az előregyártásnak és a gépesített kivitelezésnek köszönhetően. Ez a burkolattípus leginkább középületekben és forgalmasabb helyeken található meg. Nem az olcsó burkolattípusok közé tartozik, viszont tartóssága és felújíthatósága kiemelkedik a többi közül.

A terrazzo története

Már az ókori Egyiptomban és Rómában is készítették olyan padlókat, amelyek zúzott kő- és téglalérményt tartalmaztak mész- vagy cementkötésben. A ma ismert terrazzo azonban a 15. századi Velencéből ered. A kőfaragók a márványdarabokat mészhabarcsba ágyazva burkolták udvaraikat, majd simára csiszolták a felületet. Innen ered a „terrazzo” elnevezés is, az olasz „terrazza” (terasz) szóból. A 20. század elejére a terrazzo ipari gyártása is elindult, cementkötésű változata pedig középületek, iskolák, pályaudvarok kedvelt burkolata lett.

A modern terrazzo

A 20. század második felében a technológia újabb mérföldkövét az epoxigyanta-alapú terrazzo jelentette, amely vékonyabb, rugalmasabb és színesebb felületeket tett lehetővé. A technológia fejlődésével ma már a terrazzo nemcsak padlón, hanem falakon, lépcsőkön vagy konyhapultokon is megjelenik. A fenntarthatóság és az egyedi dizájn iránti igény újra reflektorfénybe helyezte ezt a klasszikus anyagot.

Rétegfelépítés és kivitelezés

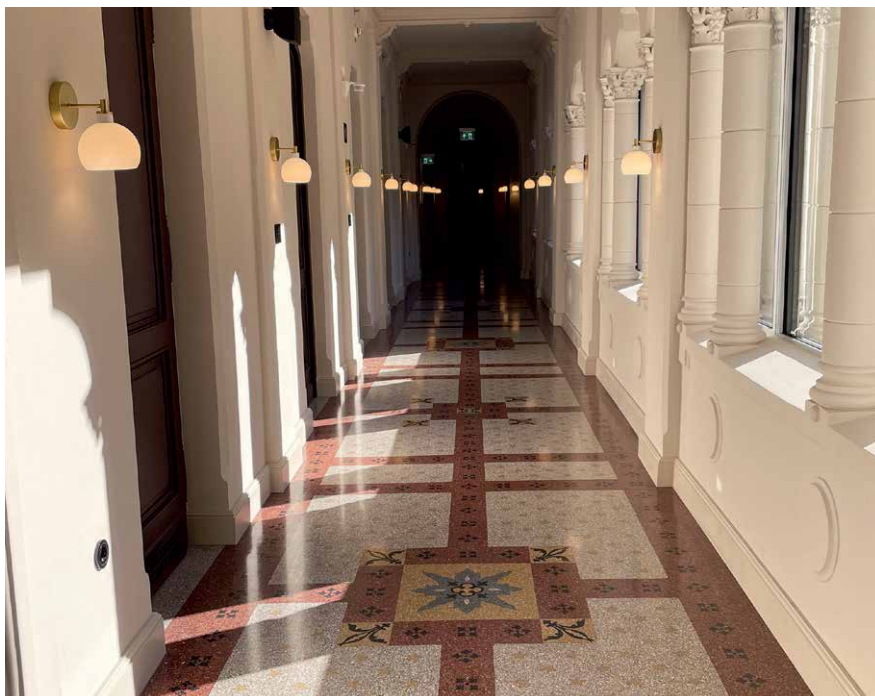
A megnövekedett műszaki és esztétikai követelményeknek meg kell felelni, ezért a terrazzo padlók eredeti rétegfelépítése is megváltozott.

Aljzat: A burkolat aljzatának minden esetben vasalt betonnak kell lennie, minimum C 25/30 nyomószilárdságban, és teljesítenie kell a 1,5 N/mm² tapadó/húzó szilárdságot is. Minden esetben repedésmentesnek kell lennie.

Felületelőkészítés: A megfelelő élettartam és tapadás elérése érdekében az aljzatbetont gyémántkorongos csiszolóval felcsiszolják. Ezzel biztosítják a padló síkpontosságát (2 méteren maximum 2 mm eltérés) valamint a csiszolás eltávolítja a betonréteg tetején lévő cementpép réteget, így egy jóval stabilabb anyaghoz tudunk kapcsolódni.

Alapozás: az alapozó legtöbb esetben egy kvarchomokkal szórt epoxigyanta réteg.

Membránréteg: minden esetben készül egy rugalmas réteg (pl. Mapefloor PU 410) az esetleges feszültségek csökkentésére.



Terazzo réteg: a terrazzo réteget kétféle technológiával lehet kialakítani:

Velencei terrazzo (Ultratop terrazzo): cementkötésű, önterülő anyagból készül, természetes kőlérménnyel keverve.

Gyanta terrazzo: epoxigyanta alapú, amelybe márványzúsalék, üveg, fém vagy más dekoratív töltőanyag kerül.

A burkolat csiszolása több lépcsőben történik, durvától a finomig, majd a felületet tömítik és polírozzák. A zárás víz- és olajlepergető anyaggal, valamint fényes vagy matt viasszal történik. A dilatációs és színváltási vonalakhoz csiszolható rézprofilokat

és rugalmas hézagkitöltőket használnak, hogy a felület egységes és elegáns maradjon.

Időtálló befektetés

A terrazzo elkészítése munkaigényes és költséges, viszont szinte örök életű. Megfelelő karbantartással akár 20–25 évente újracsiszolható, és 10–15 felújítást is bír. Ritka, hogy családi házakban alkalmazzák, de ahol megjelenik, ott egy életre szóló, impozáns burkolatot ad az épületnek.

*A cikk szerzője Nagy Richárd,
a Mapei Kft. mérnök szaktanácsadója*

Ha további szakmai újdonságok is érdeklí, használja telefonja kameráját a QR-kód beolvasásához, és iratkozzon fel a mérnököknek, tervezőknek szóló hírlevelünkre!



■ A tűzterjedés „rejtett útvonalai”

Épületgépészet és tűzvédelem

„Be van fejezve a nagy mű,
igen. A gép forog, az alkotó
pihen” – írta Madách Imre.
Volt bátorságom a híres idé-
zet parafrázisának megalko-
tásához tűzvédelmi szem-
pontból: „Kigyulladt a nagy
mű, igen. A gép működött,
a tervező pihen.”



Decsi György tűzvédelmi
tervező, tűzvédelmi
szakértő, vezető tervező

A jó tűzvédelmi koncepció célja pontosan ez: hogy tűzben is működjön a rendszer, és a valóság visszaigazolja a terveinket. Az épületgépészet és a tűzvédelem metszéspontján állva 2025-ben különösen élesen látszik, mennyire integráltan kell gondolkodnunk a hő- és füstelvezetésről, a tűzterjedésgátlásról, az aktív oltásról és hosszabb távon akár a digitális üzemeltetésről is.

Kapcsolódások

Sokan nem tudják rólam, de én az a tűzvédelmi mérnök vagyok, akinek úgy alakult az élete, hogy a főiskolai tanulmányaim befejezése után nem kerültem a tűzoltóság hivatásos állományába. Ennek ellenére vannak onnan emlékeim, mert nyaranta a főiskoláról kötelező volt tűzoltóságra menni gyakorlatra két-két hétre. Az egyik gyakorlat tűzoltási gyakorlat volt, azaz két hétig a bevetési állomány egyik csoportjával „éltünk” együtt. Itt történt egyszer, hogy az állomány riasztást kapott egy vasúti kocsiban keletkezett tűzhöz, és én



Égó vasúti kocsi

is mehettem. Ez nemcsak a „tűzkeresztség” volt, de rögtön megtapasztalhattam, milyen fontos szerepet játszanak az épületgépészeti rendszerek a tűzterjedésében vagy éppen a meggátlásában. Megfigyeltem, hogy a kabinos vasúti kocsiban a tűz kabinról kabinra a szellőzőrendszeren keresztül terjedt, nem pedig a kabin falát áttörve vagy a kabinok előtti folyosón. Azóta a tűzterjedés „rejtett útvonalai” – légcsatornák, aknák, légrések – a tervezői gondolkodásom alapkövei közé beépültek.

A tűzvédelem és épületgépészet számos ponton kapcsolódik egymáshoz. Az előbb említett tűz terjedésének megakadályozása aknákon, gépészeti rendszereken és ezek áttörésein keresztül nagy kihívás elé állítja nemcsak a tűzvédelmi, de az épületgépész tervezőt is. Ezt a kihívást a közös tervezői munka során együtt kell megoldani. Egy tűz esetén az aktív tűzvédelmi rendszerek teremtik meg annak az esélyét, hogy az épületet el lehessen hagyni, a tűzoltóság könnyen be tudjon avatkozni, és az épület állékony-sága megmaradhasson. Ezek közül a hő- és füstelvezetés elvezeti a füstöt és csökkenti az épületszerkezetekre jutó hőhatást. A túlnyomásos lépcsőházi megoldások megakadályozzák a tűz és kisérijelenségeinek (füst, toxikus gázok) lépcsőházba való terjedését.

Az aktív oltórendszerek (pl. sprinkler) pedig vagy kontrollálja, vagy bizonyos esetekben akár el is folytja a tüzet – ezzel megőrizve az épületet a nagyobb károsodástól.

Törvényi háttér

A tűzvédelmi törvény 3/A. § (3) a tervező mozgásterét és felelősségét egyszerre tárgítja és rögzíti: az OTSZ-ben meghatározott biztonsági szint három úton érhető el – (a) a vonatkozó nemzeti szabványok (MSZ, illetve harmonizált EN szabványok) betartásával; (b) a Tűzvédelmi Műszaki Irányelvekben (TvMI) rögzített műszaki megoldások és számítási módszerek alkalmazásával; vagy (c) a szabványtól/TvMI-től eltérő mérnöki megoldással, ha annak azonos biztonsági szintjét a tervező hitelt érdemlően igazolja.

Mégis jó tudni: a fentiek alapján a tűzvédelmi műszaki irányelvek alkalmazása indirekt módon kötelező! Az épületgépészethez kapcsolódó TvMI-k közül a *Hő- és füst elleni védelem TvMI* az áramlástan és üzemeltetési elveket konkretizálja (természetes vs. gépi HÖF, túlnyomásos lépcsőház, légpótlás, vezérlési logika), míg a *Tűzterjedés elleni védelem TvMI* a gépészeti aknák, átvezetések, tűz- és füstcsappantyúk, konyhai elszívók, tűzgátló lezárások szakszerű kialakítását részletezi, közvetle-

nül kapcsolódva az MSZ/EN termékszabványokhoz és vizsgálati módszerekhez.

Koncepcióalkotás

Ha elgondoljuk, hogy a tervezési folyamat hogyan megy végbe, meg kell alkotni a tervezési koncepciót. Fogalmát tekintve a koncepció elképzelt tennivalók rendszere egy cél elérésére, amely a lehetséges hatásokra és eredményekre vonatkozó előzetes megfontolásokon, számításokon alapszik. A tűzvédelmi koncepció pedig az elvárt biztonsági szint elérése érdekében elképzelt (prekoncepció), majd megvalósított tervezési intézkedések összességének rendszere, melynek alapja előzetes számításokon (szimulációs vizsgálaton) és megfontolásokon alapul a várható tűzscenáriók, és ezek során a beépített passzív és aktív tűzvédelmi megoldások tűzeseti hatásainak figyelembevételével.

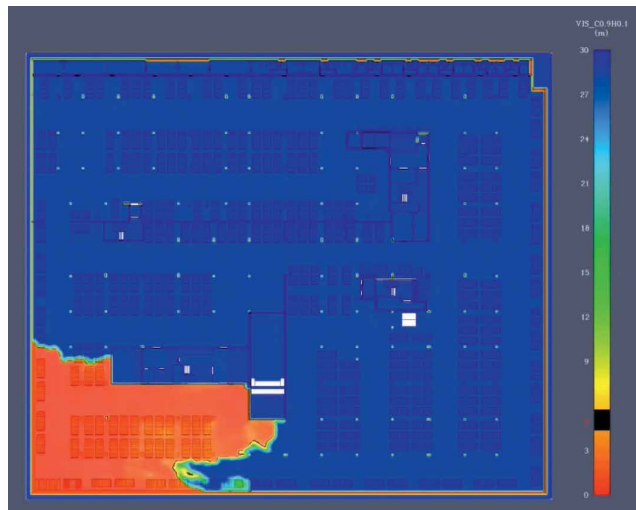
A tűzvédelmi koncepciót a tűzvédelmi tervezőnek kell elkészítenie (TUE – tűzvédelmi generáltervező), de szorosan együttműködve az építésszel és a szakági tervezőkkel (épületgépész, épületvilla-mos, tartószerkezeti tervező stb.). A koncepció nem papír, hanem működő rendszer: a passzív és aktív elemek, a hő- és füstelvezetés, a kiürítés és a beavatkozás egyben értelmezendők.

Hő- és füstelvezetés

A hő- és füstelvezetés legfőbb célja, hogy egy tűzesemény során az égéstermékek, forró gázok és füst ne gyűlhessenek fel olyan mértékben az épületben, hogy az veszélyeztesse a bent tartózkodók menekülését vagy a tűzoltók beavatkozását. Az ideális rendszer megakadályozza, hogy a füst alacsony légrétegben terjedjen, így biztosítja a megfelelő látási viszonyokat, csökkenti a hőterhelést, és minimalizálja az épületszerkezet hőhatás miatti károsodásának esélyét. A cél tehát kettős: az emberi élet védelme és az épület vagyontárgyainak (gépezetek, berendezések, szerkezetek) védelme.

A módszerek tekintetében megkülönböztethetünk természetes (gravitációs) és gépi (ventilátoros) füstelvezetési megoldásokat. A természetes megoldásoknál a meleg, kevésbé sűrű levegő a falsíkok, tetőfelületek felé áramlik – kihasználva a „kéményhatást” –, és a felső nyílásokon keresztül távozik, míg alul beáramlik a friss levegő. Gépi rendszerek esetén ventilátorok, légpótló nyílások, vezérlések állítják be és

Láthatóság tervezése szimulációs eszközökkel



tartják fenn azt az áramlási képet, amely biztosítja, hogy a füst alacsony koncentrációban lehessen legfeljebb jelen a menekülési útvonalak. Fontos tervezési feladat: meghatározni az optimális légcsereszámot, a légutánpótlást, és kivezető nyílások elhelyezését, ahol a kiáramló füst nem akadályozza sem a menekülést, sem a beavatkozást. Ezeket a rendszereket integrálni kell a tűzjelző rendszerekkel és a vezérlések végrehajtó (épületautomatika) rendszerekkel.

A tervezői gyakorlatban különösen figyelemre méltó a szimulációs és számítási módszerek szerepe: adott tűzforrás és épület térgeometriája alapján számítással (pl. CFD – Computational Fluid Dynamics) vizsgáljuk, hogy mekkora lesz a fűstréteg magassága, mennyi ideig marad a kiürítési útvonal alkalmas a kiürítésre, és a ventilátorok, illetve az elvezető nyílások paraméterei megfelelnek-e az előírt biztonsági szintnek. A korszerű tervezés így elválik a preszkriptív módszerektől és mérnöki alapon történő hatékonyságvizsgálat („performance based design”) biztosítja, hogy a hő- és füstelvezetés ne csak elméletben, hanem éles helyzetben is működjön.

Túlnyomásos lépcsőházak

A túlnyomásos lépcsőház koncepciója azon alapszik, hogy tűz esetén az épület menekülési útvonalaként szolgáló lépcsőház légtere magasabb nyomás alatt legyen, mint a tűz által veszélyeztetett tér (folyosó, helyiség, akna stb.). Ez azt eredményezi, hogy a füst nem tud beszivárogni a lépcsőtérbe, hanem a nyomáskülönbség következtében kifelé áramlik a levegő, így a menekülési útvonal



Aktív gépészeti rendszer: sprinkler rendszer

füstmentes, biztonságos marad a tűzoltói beavatkozás lehetőségének hosszútávú fenntartása mellett. Magyarországon 14 m legfelső használati szint felett kötelező füstmentes lépcsőházak alkalmazása.

A rendszer jellemző elemei: befúvó (légpótló) ventilátor(ok), ezek frekvencia szabályozói, túlnyomás leeresztő zsaluk a túlnyomás szabályozására, nyomás távadók jelein alapuló vezérlőrendszer, amelyek együttesen biztosítják, hogy az ajtók nyitása során se zuhanna vissza drasztikusan a nyomás, illetve a hirtelen zárás esetén ne emelkedjen drasztikusan a nyomás a térben.

Tűzterjedésgátlás a gépészeti rendszereken

A gépészeti rendszereken keresztül megvalósuló tűzterjedésgátlás kulcsfontosságú eleme a modern tűzvédelmi koncepciónak, mert a függőleges akna, légcsatornák és egyéb átvezetések gyakran képeznek olyan csatornákat, ahol a tűz és a füst rendkívül gyorsan terjedhet. A tervezés során ezért elsődleges feladatként kell kezelni azt, hogy minden olyan légrés, akna vagy vezeték-áttörés, amely szintek

között vagy tűzzakaszon közötti átvezetést biztosít, megfelelő szakaszolással és tűzgátló megoldással legyen ellátva.

E rendszerek kapcsán három elemet emelnék ki: (1) tűzgátló tömítések az átvezetés körül, amelyek a cső-, kábel- vagy légtechnikai áttörések környezetében biztosítják, hogy a szerkezet ne veszítse el tűzállóságát és füstgátlását; (2) a tűz- és füstcsappantyúk, amelyek a légtechnikai hálózatban automatikusan zárnak le, ha hőmérséklet- vagy füstérzékelés történik; (3) Külön figyelmet kell fordítani a konyhai elszívó rendszerek speciális megoldásaira, mivel itt gyakoriak zsírréteg felhalmozódások és emiatt ez a gépészeti hálózat könnyen válhat a tűzterjedés eszközévé.

Mérnöki alapszabályként kijelenthetjük: ahol kéményhatás kialakulhat – legyen az a légcsatorna, akna, fal mentén futó légréteg vagy homlokzati hőszigetelés mögötti légréteg –, ott szakaszolni kell olyan minősített termékkel és dokumentált csomóponttal, amely igazoltan biztonsági szintet nyújt.

Amikor a koncepció megbukik: Grenfell Tower

Sokunk emlékezetében elevenen él az utóbbi idők egyik legszörnyűbb tüzesete, a Grenfell Tower tüze. A 24 emeletes londoni lakótorny 2017. június 14-én, a hajnali órákban gyulladt ki: az első riasztás 00:54-kor érkezett. A tűz egy hűtőszekrény hibájából indult a 4. emeleten, de néhány óra alatt az épület nagy részét beborította, amely végül 72 halálos áldozathoz és egy 24 emeletes épület teljes tönkremeneteléhez vezetett. Az épület felújítása nem sokkal korábban történt: az energiatakarékosság, homlokzati hőszigetelés és klímafelújítás mellett sajnálatos módon a tűzvédelmi koncepcióval szembeni figyelem, illetve annak fegyelmezett betartása nem kapott kellő súlyt.

A vizsgálatok szerint több hiba együttesen vezetett a tragédiához: egyrészt a homlokzati burkolat és hőszigetelés éghető anyagból készült – az alumínium kompozit panel (ACM) PE maggal és poliizocianurát (PIR) szigetelőlemez állt a fal előtt –, amelyek nem feleltek meg a tűzterjedési követelményeknek, sőt kifejezetten tűzveszélyesek voltak. Ez az eset megmutatta, milyen gyorsan válhat egy légréteg homlokzatburkolat kontrollálhatatlan kéményréteggé, ha éghető, tűzveszélyes rétegrend és hiányzó tűzterjedés-gátló sávok társulnak hozzá. Másrészt az akna, belső gépészeti



Füstterelő JET ventilátor

rendszerek tűzterjedés gátlását nem megfelelően alakították az épület gépészeti felújításakor. Az épületben az úgynevezett „stay put” (lakásban maradás) evakuációs politika volt révényben, amely olyan tűzvédelmi feltételrendszeren alapult, amely valójában nem volt biztosítva.

A „stay-put” politika – azaz a lakóknak azt tanácsolni, hogy tűz esetén maradjanak saját lakásukban, amíg másként nem rendelkeznek – alapvetően olyan magasépületi koncepció része, amely a tűzzakaszolás elvén működik: a lakások egyfajta mini

tűzzakaszt képeznek, így a tűzzel érintett lakásnak kell biztosítania, hogy a tűz bent maradjon, míg a többi lakásban tartózkodó lakó biztonságban van. Így az épület nagy részét csak akkor kell kiüríteni, ha a tűz – nem várt módon – továbbterjed. Ennek megfelelően a tűzvédelmi rendszerek (pl. füstelvezetés) is csak egy kisebb tűzre, egy szintet érintő eseményre vannak tervezve.

Az elv helyessége nagyban múlik azon, hogy az épület minden vonatkozásban tervezetten működjön. A tűzjelzés, a tűzzakaszolás, a fő lépcsőházi füstelvezetés (füstmentesítés), a külső és belső tűzterjedés gátlás együttesen.

A Grenfell Tower-esetben viszont épp az történt, hogy a tűz gyorsan áttért a homlokzati burkolaton keresztül a felsőbb emeletekre, így a „stay-put” tanács olyan helyzetben maradt érvényben, amikor már nem az alap (pre)konceptió szerinti feltételek álltak fent a lépcsőházban.

Ez a tragédia rávilágított arra, hogy a tűzvédelmi tervezés olyan rendszerszintű gondolkodást igényel, amely rendszerben minden egyes építőelemnek a helyén kell lennie már az épület használatbavételekor, és ezek az elemek nem módosíthatók tetszés szerint a használat közben, sem felújításakor vagy átalakításakor.



BŐVEBB
INFORMÁCIÓ:



ÚJRA
HIDROGÉNELLÁTÁSI
SZAKMÉRNÖK ÉS SZAKEMBER
KÉPZÉS A MISKOLCI EGYETEMEN
2026 FEBRUÁRTÓL

Austrotherm geoBLOCK®

KÖNNYŰ MEGOLDÁS A MÉLYÉPÍTÉS KIHÍVÁSAIRA



Az Austrotherm geoBLOCK® egy expandált polisztirolhab (EPS) tömb, amelyet kifejezetten geotechnikai és infrastruktúraépítési célokra fejlesztettünk ki. A termék különlegessége, hogy rendkívül alacsony testsűrűsége mellett is kiváló mechanikai tulajdonságokkal rendelkezik, így ideális alternatívát kínál a hagyományos földtöltések kiváltására, különösen gyenge teherbírású talajok esetén.

MŰSZAKI JELLEMZŐK

A polisztirolhab tartósságát mi sem igazolja jobban, mint hogy Norvégiában az első beépítések [Solbotmoan(1975); Langhus(1977); E6 Årum-Hauge(1977)] követő közel 40 éves ellenőrző mintavételi vizsgálatok 4,5% alatti vízfelvételi értékeket igazoltak, ráadásul ugyanitt 0,5% alatti vízfelvételi értékekkel is találkozunk. A vizsgálatok azt mutatták, hogy a talajban eltöltött idő során az évek alatt felvett víz nincs számottevő hatással az anyag szilárdságára.

Ezt alátámasztották az ÉMI vizsgálóintézetében végzett szabványos (MSZ EN ISO 16535:2019) mérési eredményeink is, miszerint az Austrotherm geoBLOCK® termékeink vízfelvétele hosszú ideig tartó teljes bemejtés esetén sem haladja meg a $WL(T) \leq 3,5 - 4,5\% [V/V\%]$ értéket. A geoBLOCK® tömbök sűrűsége 18–28 kg/m³ között változik, a 2% összenyomódásnál mért nyomófeszültségi értéke meghaladhatja a 60 kPa-t.

A termék tömbhabosítással készül, maximális mérete 100x160x400 cm lehet. A könnyű kezelhetőség és a kézi mozgathatóság végett ennél kisebb méretek járatosak, ezért minden esetben az építési körülményekhez igazodva, a tervező és kivitelező számára optimális, egyedi méretű és szilárdságú GeoBLOCK-ot biztosítunk.

ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEK – AHOL A GEOBLOCK® IGAZÁN MEGMUTATJA EREJÉT

- Támfalak földtöltésből származó terheinek csökkentése
- Autópálya-töltések, sávok bővítése, töltések konsolidációjának csökkentése, rézsúk stabilizálása
- Hídfők mögötti háttöltések
- Alagutak feletti földtöltések
- Műtárgyak alatti vezetékek és infrastruktúra védelme

ELŐNYÖK A MÉRNÖKI GYAKORLATBAN

A geoBLOCK® alkalmazása nem csupán statikai előnyöket kínál, hanem logisztikai és gazdaságossági szempontból is kedvező. A könnyű tömbök egyszerűen szállíthatók és beépíthetők, nem igényelnek speciális gépeket, és jelentősen csökkentik a kivitelezési időt. Emellett a termék hosszú élettartamú: nem bomlik le, méretstabil, és több évtizedes alkalmazási tapasztalatok igazolják tartósságát.

A kivitelezők számára különösen előnyös, hogy a geoBLOCK® beépítése időjárástól függetlenül

is elvégezhető. A tervezők nagyfokú szabadságot élvezhetnek a geometriai kialakításában, mivel a tömbök könnyen vághatók és formázhatók az adott projekt igényei szerint. Mindezek mellett a termék alkalmazása csökkenti a munkaterületen keletkező földmunkák mennyiségét, így kisebb környezeti terheléssel jár a kivitelezés.

A geoBLOCK® ELŐNYEI

Kis térfogatsúly: A hagyományos földtöltéshez képest töredék súlyú, így jelentősen csökkenti az alatta lévő szerkezetekre ható terhelést.

Gyors kivitelezés: A tömbök könnyen vághatók, formázhatók, és nem igényelnek speciális gépeket, így a beépítés gyors és egyszerű.

Alacsony szállítási költség: A kis súly miatt a szállítás is gazdaságosabb.

Biológiailag ellenálló, időtálló megoldás: Nem bomlik le, ellenáll a mikroorganizmusoknak.

Környezetbarát: Az EPS újrahasznosítható, és gyártása minimális környezeti terhelést jelent.



■ Milyen gazdasági tevékenységek tekinthetők megfelelőnek az EU-taxonómia alapján?

Az életciklus-elemzés szerepe a fenntarthatósági kritériumok teljesítésében

Ismerjük meg az EU-taxonómia világát, és azt, hogy az életciklus-elemzés (life cycle assessment – LCA) mint a mérnöki, a természet-tudományos és a közgazdasági-szociális megközelítések érdekes határterülete hogyan jelenik meg az EU osztályozási rendszerében.

Vértesy Mónika környezetmérnök, létesítményenergetikai szakmérnök

Az EU-taxonómia az Európai Unió által 2020-ban megalkotott rendelet (2020/852/EU), amely egy osztályozási rendszer bevezetésével azt kívánja szabályozni, hogy egyes gazdasági tevékenységek milyen feltételek teljesülése esetén minősülnek fenntarthatónak. Célja a klímaváltozás elleni fellépés és az energiaátmenet támogatása (összefüggésben az európai zöldmegállapodással, azaz a European Green Deallel). Az egységes, összehasonlítható és átlátható keretrendszer megkönnyíti a befektetők, vállalatok és döntéshozók számára a zöldprojektek azonosítását, és ösztönzi az ezeknek kedvező finanszírozási feltételek bevezetését.

Az EU-taxonómia útvesztői

Az EU-taxonómia és a hozzá kapcsolódó delegált rendeletek első ránézésre elég bonyolultnak tűnhetnek. Érdemes ezeket úgy nézni, mint egy többszintű keretrendszert, ahol a fő rendelet rögzíti a fogalmakat és az elveket, a delegált rendeletek pedig a játék részletes szabályait. Az alaprendelet



meghatározza a hat környezeti célt: a klímaváltozás mérséklése; a klímaváltozáshoz való alkalmazkodás; a víz és a tengeri erőforrások fenntartható használata és védelme; áttérés a körforgásos gazdaságra; a szennyezés megelőzése és csökkentése; a biodiverzitás és az ökoszisztémák védelme és helyreállítása.

Emellett bevezeti azt a négy feltételt, amelynek teljesülnie kell ahhoz, hogy egy gazdasági tevékenység környezeti szempontból fenntarthatónak minősüljön:

- jelentős mértékben hozzájárul legalább az egyik környezeti célkitűzés eléréséhez („substantial contribution”);
- nem okoz jelentős kárt egyik másik környezeti célkitűzés elérésében sem („do no significant harm” – DNSH);

- megfelel a minimális társadalmi biztosítékoknak, ideértve például az ILO (Nemzetközi Munkaügyi Szervezet) alapegyezményeket és az ENSZ Emberi Jogi Nyilatkozatát;

- feleljen meg a technikai szűrőkritériumoknak (technical screening criteria), vagyis azoknak a tevékenység-specifikus konkrét követelményeknek, amelyeket a jelentős környezeti hozzájáruláshoz és a DNSH-megfeleléshez előírtak.

Az EU-taxonómiában való eligazodás komoly jártasságot igényel, ugyanis folyamatosan fejlődő, alakuló osztályozási rendszert jelent. (2025 szeptemberében és októberében az Európai Bizottság iparági szakértők bevonásával ellenőrzi a műszaki kritériumokat, melyeken meglátá-

som szerint számos ponton érdemes lenne változtatni, pontosítani.) Az összetettség egyik oka, hogy egy-egy szektorra több lehetséges útvonalat is kidolgoztak. Ennek szemléltetésére egy példa: az új épületek építésének területén korábban csak a „klímaváltozás mérséklése” környezeti cél volt kidolgozva jelentős hozzájárulásként, mostanra azonban választható a klímadaptáció vagy a körforgásos gazdasághoz való hozzájárulás is. A hangsúlyok máshol vannak az egyes céloknál, és ezt lekövetik a vonatkozó követelmények is.

Az EU-taxonómiának való megfelelés vizsgálatához érdemes bevonni egy képzetett tanácsadót, aki jól ismeri a követelményeket és segít megtalálni az optimális megoldásokat.

Az ESG-riportálás és az EU-taxonómia kapcsolata

Az ESG- (environmental, social, governance – környezeti, társadalmi és irányítási rendszerek) jelentéstétel célja a fenntarthatósági teljesítmény bemutatása környezeti, társadalmi és vállalatirányítási szempontok mentén, melynek jogszabályi alapját a CSRD (Corporate Sustainability Reporting Directive) adja. A CSRD-t a tagállamok implementálják a saját jogrendszerükben, így született meg a hazai ESG-törvény (2023. évi CVIII. törvény a vállalati fenntarthatósági átvilágításról és jelentéstételről). Az ESG-törvény rendelkezik a CSRD hazai végrehajtásáról, de túl is mutat rajta olyan tekintetben, hogy meghatározza a felügyeleti és bírságolási rendszert, az ESG-minősítési kereteket, és az adatszolgáltatási szabályokat is.

A riportálási kötelezettség bevezetése fokozatosan történik. 2025-ben a nagy, közérdeklődésre számot tartó, illetve tőzsdén jegyzett és legalább 500 munkavállalóval rendelkező vállalatoknak kötelező a riportálás. Az idén februárban megfogalmazott, úgynevezett Omnibus és Stop the Clock javaslatcsomagok elfogadása esetén a kötelezettek köre az előre eltervezett-hez képest lassabban bővíthet és maga a riportálás is egyszerűbbé válhat 2026-tól. Ez az észszerűsítő intézkedés azért született meg az Európai Unió részéről, mert a nagy adminisztratív terheket és költségeket jelentő riportálás megítélésük szerint rontaná az EU fejlődését és versenyképességét, gondoljunk csak Kína és az Egyesült Államok előretörésére.

Az EU-taxonómia kötelező része a CSRD szerinti fenntarthatósági jelentésnek, tehát minden érintett vállalatnak be kell számolnia a taxonómiával való összhangról: mely tevékenységeik illeszkednek a taxonómiához (taxonomy-eligible), illetve milyen mértékben megfelelőek (taxonomy-aligned). Ezek arányát három mutatóra kell vizsgálni: a már megvalósult tevékenységből származó tényleges árbevétel, CAPEX (beruházási ráfordítások) és OPEX (működési ráfordítások).

Miért érdemes megfelelni az EU-taxonómiának?

A kötelezettség mellett a nagyvállalatok és az akár önkéntesen jelentő kkv-k az alábbi előnyökre számíthatnak:

- kedvezőbb finanszírozási feltételekhez juthatnak (zöldhitel, zöldkötvény stb.), ennek egyik fontos biztosítéka, hogy a pénzügyi intézetek is kötelesek arról beszámolni, hogy az ő általuk finanszírozott tevékenységek hány százaléka fordított fenntartható célra;
- üzemeltetéshez/működéshez köthető költségek csökkenhetnek a követelmények teljesítése által,
- a címkézett „zöld” konstrukciók piaci marketingértéke növekszik: a fenntarthatósági elvárásokkal jelentkező ügyfeleknek kedvezőbb feltételek kínálhatók.

Az életciklus-szemlélet bevezetése

Az életciklus-elemzés a taxonómiában az egyik olyan követelmény, ami szektorokon átvitelően vissza-visszatér. Maga az LCA (life-cycle assessment) egy szabványosított módszer, amely egy termék, szolgáltatás vagy folyamat teljes életútja során – a nyersanyag-kitermeléstől a gyártáson és használaton át egészen a hulladékkezelésig vagy újrahasznosításig – számszerűsíti és értékeli a környezeti hatásokat. Az életciklus szemlélettel való tervezés és értékelés azért fontos, mert birtokában objektív, összehasonlítható képet kaphatunk a fenntarthatósági teljesítményről, segítheti a környezetterhelés csökkentését és megalapozott döntéshozatalt biztosíthat.

Életciklus-elemzés az építőiparban

2025-ben az építőipar a világ szén-dioxid-kibocsátásnak közel 34 százalékért felelős. Ez a százalékban kifejezett arány már csökkent az elmúlt pár évben, (abszolút ér-

tékben nézve meg 1990 és 2022 között kb. változatlan, vagyis a többi szektor kibocsátása nőtt), ami jelentős fejlemény és vélhetően összefüggésben van az egyre szigorodó szabályozással. Mindenesetre érdemes további lépéseket tenni, mert az ezen területhez köthető intézkedéseknek nagy hozzáadott értéke van. Taxonómia szempontjából azért is az egyik legérdekesebb terület az építőipar, mert a beruházások forrásigényesek és így nagy jelentősége van a kitüntetett finanszírozási lehetőségeknek és befektetői érdeklődésnek.

A teljes életciklusra vetített karbonszámítás szükségessége

A teljes életciklusra vetített karbonkibocsátást (whole-life carbon) két nagy részre oszthatjuk: az egyik a beépített (embodied), a másik az épület működéséből adódó (operational) karbonkibocsátás. Az elmúlt évtizedekben többnyire az üzemeltetési fázishoz köthető energiafelhasználás és szén-dioxid-kibocsátás mérésével és csökkentésével foglalkozott a világ és azon belül a mérnök társadalom is, ugyanakkor egyre meggyőzőbbek azok a hangok és a szabályozás is abba az irányba tolódik el, hogy a beépített karbon csökkentésében is komoly lehetőség rejtezik. Annál is inkább, mert az alacsony energiafelhasználású épületeknél értelemszerűen egyre nagyobb a beépített anyagokból eredő környezetterhelés aránya.

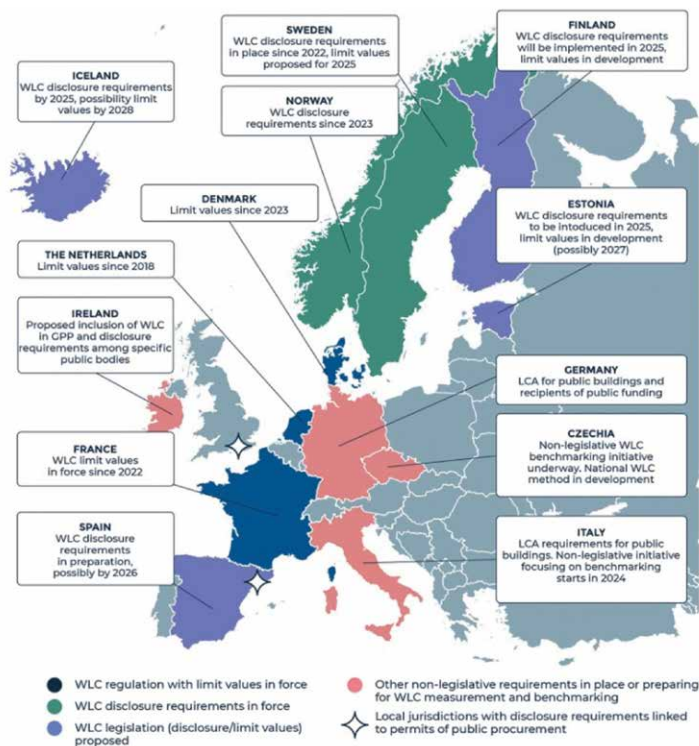
A beépített karbonra is kiterjedő életciklus-elemzés górcső alá veszi az épület építéséhez, felújításához és berendezéséhez felhasznált anyagok gyártása, szállítása és telepítése, valamint az élettartam végén történő ártalmatlanításuk során felhasznált karbonkibocsátást GWP (Global Warming Potential) egyenértékben kifejezve.

Épületek LCA-számítására vonatkozó EPBD-szabályozás

Az EPBD (Energy Performance of Buildings Directive) egy folyamatosan frissülő, szigorodó európai uniós épületenergetikai szabályozás, aminek saját jogrendjükbé ültetése a tagállamok is kötelesek.

Az EPBD legújabb változata – összhangban a 2050-re teljesen dekarbonizálni kívánt épületállománnyal – megköveteli, hogy 2028-tól minden 1000 m²-nél nagyobb hasznos területű új épület, 2030-tól pedig minden egyes új épülethez készüljön

Az egész életciklusra vonatkozó szén-dioxid-szabályozások és kezdeményezések áttekintése Európa-szerte



A magyar épületenergetikai szabályozás vonatkozó jellemzői

teljes életciklusra vonatkozó karbonszámítás. 2030-tól már nem csak közzétételi kötelezettség lesz, hanem eljön a konkrét (később meghatározandó) határértékek bevezetése. Európában vannak erre már jó gyakorlatok, melyről a térképes grafika ad egy 2024-es helyzetjelentést.

Az EPBD-t a tagállamok nem ugyanolyan ütemben implementálják. Az EPBD aktuális hazai leképezését legjobban (akár laikusként is) úgy tudjuk szemügyre venni, ha megnézzünk egy energetikai tanúsítványt. Ebben most (vagyis a 9/2023 ÉKM-rendelet hatályba lépése óta) már megjelenik a fajlagos szén-dioxid-kibocsátás szerinti besorolás, de a beépített karbonról még nem ad semmilyen információt.

A hazai energetikai tanúsítók nincsenek is felvértezve még az LCA számítás-hoz szükséges tudással, pedig pár év múlva elengedhetetlen munkarész lesz ez is. Az LCA készítéséhez a szakértelmen túl külön szoftverre, fejlett adatbázisokra, elérhető termékminősítésekre (Environmental Product Declaration – EPD) is szükség van.

LCA-számítás épületek taxonómiai megfeleltetéséhez

Jelentős hozzájárulásként a klímamitigációs útvonalat választva 5000 m² épületméret felett kötelező a taxonómiai megfeleltetéshez LCA-számítást készíteni az EN 15978 szabványnak megfelelően, a Level(s) európai keretrendszer útmutatásai alapján 50 éves időtartamra végezve a vizsgálatot és vetítve az egyes értékeket. Érdekes tehát látni, hogy egyelőre még a taxonómiában is csak közzétételi kötelezettség van, de nincsenek betartandó értékek. Ez igaz egyébként a BREEAM, LEED minősítésekre is, de például a német DGNB minősítésben már megjelenik a határértékekhez köthetően a differenciált pontozás is.

A benchmarkértékek bevezetése mindenképpen segítené a tisztánlátást, ugyanakkor az épületekre vonatkozó közös LCA-benchmarkok kialakítása rendkívül összetett, mivel az épületek, helyszínek és használati módok nagyon eltérőek, és sokféle LCA módszertan fut egymással párhuzamosan és ezek célja, a figyelembe vett

életszakaszokban is, rendszerhatárookban is van eltérés. Bár vannak törekvések a szabványosításra, az egységes benchmark rendszer megalkotása nagy kihívást jelent. Ezt a munkát igyekszik elősegíteni az EU társfinanszírozásával és négy másik tagállam mellett Magyarország részvételével zajló INDICATE LIFE projekt.

LCA-számítás más iparágakban

Az energiatermelési ágazatban a legtöbb esetben explicit módon meg kell felelni a <100 CO_{2e}/kWh teljes életciklusra vonatkoztatott GHG- (az üvegházhatású gázok gyűjtőneve) intenzitásnak. Ipari nyersanyagok gyártásánál, mint amilyen az alumínium, cement, vas és acél az LCA elvégzése nem kötelező, de ajánlott az energiaforrások és a kibocsátások teljes körű értékeléséhez. A körkörös gazdaság egyik alapvető eleme, hogy elterjedjenek a „termék mint szolgáltatás” jellegű modellek. (Ez lehet például egy lift bérlete, ahelyett, hogy a beruházó megvenné azt, de lehet akár egy biciklibérlet is.) Ezeknél nincs közvetlen előírás az LCA elvégzésére, de a szolgáltatások upstream és downstream hatásainak feltérképezéséhez a gyakorlatban arra van szükség. Ez csak pár példa volt a több mint száz tevékenység közül, de már ezekből is kirajzolódik, hogy az életciklus-elemzés szektorokon átvívelően megjelenik az EU-taxonómiában.

Hogyan tovább?

2025-ben a vállalatok jelentős része nem teljesítette az EU-taxonómia szerinti jelentéstételi kötelezettségeket, ami visszavezethető a szabályozás kiterjedtségére, bonyolultságára, és kellő ismeretének hiányára. Emellett az adatok nehéz elérése és a szükséges igazolási módszerek ismeretének hiánya is okoz nehézséget. Minden nehézségben ott az új lehetőség: ez igaz a jelentéstételre kötelezettek, de a mérnökökre is, akikre egy sok szempontból szűkülő piacon új szerepkör vár.

IRODALOM

- <https://ec.europa.eu/sustainable-finance-taxonomy/taxonomy-compass>
- <https://www.unep.org/resources/report/global-status-report-buildings-and-construction-2024-2025>
- <https://www.bpie.eu/publication/how-to-establish-whole-life-carbon-benchmarks-insights-and-lessons-learned-from-emerging-approaches-in-ireland-czechia-and-spain/>
- <https://www.hugbc.hu/projektek/indicate>
- https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-performance-buildings/energy-performance-buildings-directive_en#timeline
- <https://www.pwc.de/en/sustainability/eu-taxonomy-reporting-2025.html>

mérnök újság

| A MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA LAPJA |

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

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



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

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

■ Dél-budai Centrumkórház

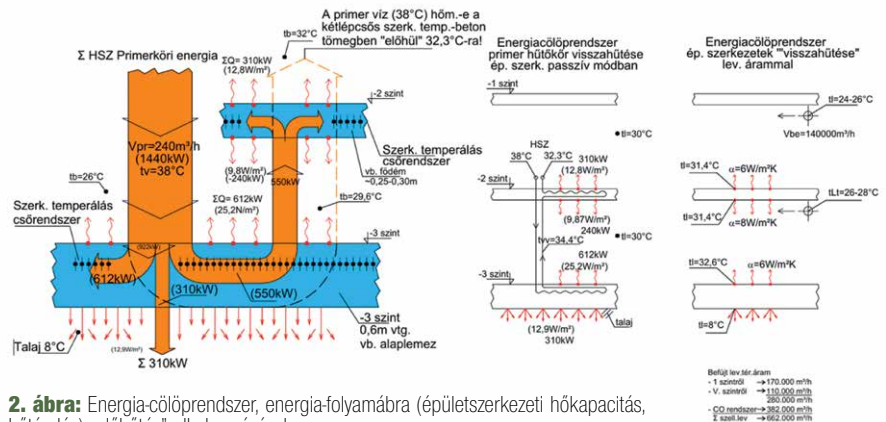
„Közel nulla” energiaigényű, 100%-ban megújuló energiahasznosítású épületegyüttes



Cikksorozatunk első két részében a Dél-budai Centrumkórház (DBC) tervezési metodikáját és folyamatát megelőzően ismertettük az MMK előírásai szerinti tartalmi követelményeket (valamint a német HOAI szerinti elvárásokat), amelyeket 2014-ben fogadtak el.

Cserenyák Gábor okl. épületgépész mérnök, okl. energetikai szakmérnök

A DBC tervezése 2019–2020-ban indult az említett tervezési folyamatára alapján. A tervezés menetében igényként merült fel a BIM-tervfeldolgozás alkalmazása meghatározott LOD-tartalommal. Ez az érvényes tervezési metodika feladatlistáját a BIM beillesztésével módosította, bővítette. Ezt ismertettük a Mérnök Újság 2024. júliusi számában, kibővített formában (lásd a kék színű szöveget).



Kiemelten fontosnak tartjuk – és ez a DBC tervezése során teljes mértékben igazolást nyert –, hogy a BIM-tervfeldolgozás alapja egy bővített, végleges jellegű koncepcióterv legyen. Ez a vázlattervi szinthez képest jóval komplexebb, és olyan átfogó alaptervet jelent, amely szabályozza és vezérli a szakági BIM-feldolgozás menetét. Ez az ún. koncepcióterv (amely lényegében megegyezik a vázlattervpont) számos fontos, épületgépészet szempontjából alapvető méretezésen, vizsgálaton és elemzésen alapuló rendszert tartalmaz. Ezek BIM-feldolgozással és a kapcsolódó szakágak vonatkozásában kerülnek megalapozásra.

Fontosnak tartjuk a koncepcióterv kel-lő mélységű kidolgozását, amely alapján a pontosított szakági adatszolgáltatások is megadhatók. Ezért a tervezési folyamatá-brát módszerünk és gyakorlati tapasztalataink alapján a következőkben ajánlasként mutatjuk be – nemcsak az épületgépészet, hanem más társszakágak számára is –, mint a BIM-tervfeldolgozás egyik legfontosabb részét. Az alábbiakban részletezzük a véglegesített tervezési folyamatábránkat (1. ábra), amely a DBC tervezése során alakult ki, és amelynek szöveges kiegészítései segítenek megérteni a BIM-tervfeldolgozás illeszkedését a tervezési koncepciórendszerbe.

1. ÁBRA: TERVEZÉSI FOLYAMATÁBRA

Az MMK által (a német HOAI szerint) 2014-ben elfogadott tervezési folyamat

Megbízás

2020-2024 között a BIM-tervfeldolgozás tervezési folyamatba való illesztése

MEGBÍZÁS Alapadatok

1. Tervezési program, alapadatok
2. Vázlaterv, előkészítő tervezés

ERT

3. Tanulmányterv, vázlaterv, megbízói jóváhagyás

ERT

4. Engedélyezési terv

ERT

Kivitelezői, egyéb észrevételek figyelembevétele

5. Kiviteli terv
6. Vállalkozásba adás

7. Tervezői közreműködés kivitelezéskor

8. Megvalósulási felügyelet

9. Üzemeltetési felügyelet

1. TERVEZÉSI PROGRAM - ALAPADATOK

- Vázlaterv (konceptióterv)
- Épület energetikai környezete (ellátási módok vizsgálata, megújuló energiahasznosítás, optimalizálás, szimulációs vizsgálat előkészítése, beruházási és üzemeltetési vonatkozások)
- Előzetes koncepcióalkotás építész (+szerk.) vázlaterv alapján. Fő rendszerek hely- és térgénye, függ. installációk (aknák, szerelési sávok) kijelölése. Épületszerkezet mint aktív hőátadó tömeg, felület figyelembevétele.
- Decentralizált energia és légtechnikai központok telepítése, légtechnikai, légforgalmi koncepció, fűtelszívi (légpótlás) rendszerek
- Belső komfortkövetelmények, elvárások, kezelt tér komplex szimulációja, tipizált szerelési módok, gerinc- és ágyvezetési nyomvonalak, álmennyzeti vonatkozások
- Belső technológiák (adatszerzés) hűtési igények (adatok) energiapontjai (kapcsolt energiahasznosítás (pl. HMV) Energetikai rendszerterv (ERT), adatszolgáltatás a társtervezőknek
- Előzetes költségelemzés, műszaki leírás

2. VÁZLATERV, ELŐKÉSZÍTŐ TERVEZÉS

- Átfogó energetikai, épületgépészeti koncepcióterv séma (ERT) energiaigények meghatározása, erős- és gyengeáramú rendszerek teljesítményigénye.
- Légtechnika, fűtés/hűtés, technológia, víz, csat., tűzvíz hálózatok, erős, gyengeáramú rendszerek, kábelcsatornák stb. nyomvonala, mintakeresztszámok az álmennyzeti terekre
- Adatszolgáltatás társtervezők felé, társtervezői koncepcióterv előkészítése.
- Átörések, tiltott zónák előzetes meghatározása.
- Adatszolgáltatás, egyeztetés, átadás, szerelési, társzakágankénti elhelyezési sávok meghatározása társtervezőkkel, épületgépész generalásával. (valamennyi társzakági koncepcióterv, megrendelői technológiai adatszolgáltatások figyelembevétele)
- BIM-feldolgozás esetén a LOD feldolgozási fokozat meghatározása, előírása!

3. TANULMÁNYTERV, VÁZLATERV (KONCEPCIÓTERV) MEGBÍZÓI JÓVÁHAGYÁS

- BIM-feldolgozás: az épületgépész koncepcióterv alapján alapvető elemár, könyvtár előállítás a koncepciótartam alkalmazott valamennyi gyártmány, berendezés, szerelési rendszer elemeiről, légtechnikai elemek, szabályozók, vízes berendezések, technológiai egységek, stb.
- Megbízó által jóváhagyott koncepcióterv véglegesítése, ERT közreadása, adatszolgáltatása (egyeztetésekben a BIM-menedzser is részt vesz)
- A koncepcióterv hőtechnikai, hidraulikai (előzetes) méretezése, helyigények meghatározása tervezői feladat.
- A BIM-feldolgozás alapján elvégzett méretezés, (viszont a program anyagkiírása és költségvetése szerint) a BIM-feldolgozás feladata
- Szakági egyeztetés a szerelési terek szakmák szerinti felosztása, szerelési sávok, zónák megegyezéssel véglegesítése, meghatározása tervezői és feldolgozó feladat.
- Koncepciótervek alapján BIM-menedzserment előtervet készít (modellterv) ütköztetést végző visszajelzéssel.
- Az elkészült komplex (építész, szerkezet, épületgépészet, villamosság, technológia stb.) koncepciótervek modellterben megjelenítve, előzetes ütköztetést végző, megrendelővel egyeztetve, változásokat, megrendelői kéréseket feldolgozva halad tovább a tervezői feladatsor 4. pontjában szereplő engedélyezési tervdokumentáció készítésével.

4. ENGEDÉLYEZÉSI TERV

- Hőtechnikai elemzés, energetikai eng. tervek (Bányakapitányság, környezetvédelem stb.)
- ERT-részletezés, alapvető műszaki adatok, teljesítmények, típusok, gyártmányok, minőségi szint meghatározás a vázlattervek alapján megújuló energiahasznosítás komplex kialakítása, helyigények tisztázása, véglegesítése, részletes műszaki leírás, tételes csoportos költségvetés

5. KIVITELI TERV

6. VÁLLALKOZÁSBA ADÁS

- a 3. és 4. alapján véglegesített - megbízó és tervező egyeztetése (módosítások átvezetésével) - egyebekben ua., mint a 4. eng. terv részletes műszaki leírás, tételes költségvetés.
- Végleges ütköztetett BIM-modell, ill. leképezett hagyományos megjelenítésű komplex tervdokumentációja
- Vállalkozásba adás tervezői közreműködéssel

7. TERVEZŐI KÖZREMŰKÖDÉS KIVITELEZÉSKOR

- Előkészítés, kivitelezés tervezői felügyelettel

8. MEGVALÓSULÁSI FELÜGYELET

- Próbahűtés, megvalósulási dok. mérések, üzembehelyezés tervezői felügyelettel

9. ÜZEMELTETÉSI FELÜGYELET

- Üzemeltetés, monitoring, tervezői felügyelet, felelősség kérdése (tervező csak akkor ad tervezői zárányilatkozatot felelősség vállalást illetően, ha a teljes folyamatban a fentiek szerint állandó részvétele biztosított)

MEGBÍZÁS Alapadatok Környezeti kapcsolatok

1. Tervezési program, alapadatok
2. Vázlaterv, előkészítő tervezés

ERT

3. Tanulmányterv, vázlaterv megbízói jóváhagyás

- 3.a BIM-feldolgozás kezdete

ERT

4. Engedélyezési terv

ERT

Kivitelezői, egyéb észrevételek, külső körülmények figyelembevétele

5. Kiviteli terv

- 5.a Végleges BIM - ütköztetett modellváltozat

6. Vállalkozásba adás

7. Tervezői közreműködés kivitelezéskor

8. Megvalósulási felügyelet

9. Üzemeltetési felügyelet

A folyamatábra – összefoglalás

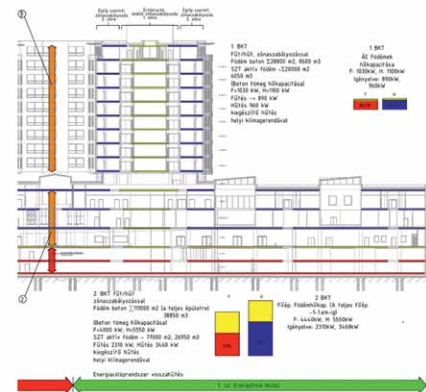
A cikk műszaki tartalmi vonatkozásai sorába illesztett BIM-tervfeldolgozási fo-

lyamatábrával a koncepcióterv fogalmát, fontosságát mutattuk be. Folytatva a 2024. november havi tartalmát a DBC épületjellemző alapvető műszaki adatok (építésze-

ti, szerkezeti alapadatok, épületgépészeti alapszámítási eredmények, alap-adatszolgáltatások) összefoglalását követően tárgyaljuk részleteiben az épület szerkezeti



3. ábra: A főépület, valamint az ápolási egységek szerkezeteinek hűtőrendszerének részletezése az energetikai modulok (1-5. em.) rendszerösszeállítását szemléltető ábrák



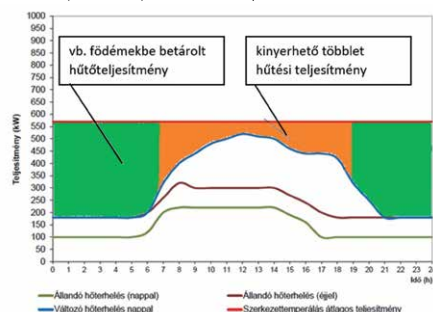
4. ábra: 1. sz. energetikai modul

adottságaiból adódó épületgépészeti lehetőségekkel. Alapvető cél volt az épületben nem csak higiéniai, de egyéb szempontból is a szerkezetek hőtechnikai felhasználásának mértéke. Lehetőség szerint minél kevesebb látható szerelési módzatok, a passzív rendszerek minél nagyobb kihasználása, az épületen belüli termikus kiegyenlítődség figyelembevétele, a szerkezeti követelmények (dilatació stb.) szerinti rendszerkialakítások, alapvető moduláris épületgépészet önállóan működtethető energetikai blokkokként, modulonként kezelve. Ez megjelenik a hőbázis (talajszonda és energiacölöp rendszerelemek), a szerkezetben telepített BKT fűtő/hűtő rendszerek,

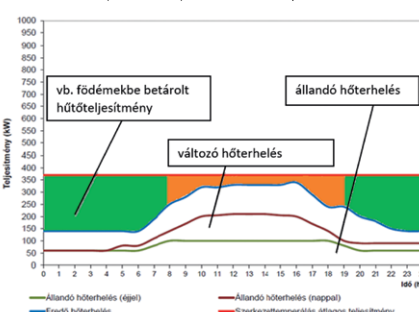
moduláris egységesített energiaközpontok formájában is. Az épületben is rendkívüli fontosságú légtechnikai, komfortérzeti, higiéniai, biztonságtechnikai vonatkozások maximális kielégítése, a szakaszos üzemeltetés módozatainak figyelembevétele és a szintén fontos helyi szabályozások kialakítása, mindezt részletes szimulációs vizsgálatokkal alátámasztva. Ezt követően a cikksorozat előző két részének folytatásaként az épületszerkezetek hőtechnikai felhasználásának módozatait tárgyaljuk az épület alaplemezeinek és födémének energia-cölöprendszerhez kapcsolódó hőkapacitás-vizsgálatával. A tervezett rendszer a -2. és -3. szint födém szerkezetébe, és a -3. szint 0,6 m vtg. vb. alaplemezébe integrált szerk. temperálási csőhálózatot tartalmaz. Szerepe az átáramoltatott primer közeg épülettömeg által való visszahűtése, hőelvonása. A rendszer lényege a csőhálózaton átáramoltatott közeg előhűtése oly módon, hogy a nagy hőkapacitású betontömegek, mint hőleadó rendszerelemek az áramoltatott szellőző levegőnek átadva a hőtartalmukat a visszahűtést biztosítsák. A becsüvezt vb. szerkezet nettó aktív felülete 24000 m² (-2/-3 födém 24 000, padlószerkezet 24 000). A primer víz kétfélecsős hűtéssel (alaplemezben 3,6-5 °C, födémében 2,1-3,6 °C) összesen 5,7-8,6 °C-kal hűl le, miközben a tér levegője 26 °C-ról 32 °C-ra változik. (Ekkor a feltételezett külső hőmérséklet 30 °C.) A „normál” nyári napokon

(25-28 °C) a rendszerben kialakuló hőmérséklet különbség 8,6-10 °C is lehet. Ekkor a cölöpkörbe visszaáramló közeg hőmérséklete 29,4 °C. Így a talaj felé és a vb. szerkezeteken át távozó hőtartalom a cölöpköri víz-hőmérsékletet a hőszivattyúnál induló 38 °C-ról 28-29,4 °C-ra csökkentve a cölöpköri talajkörnyezet nyári hűtési kapacitását, teljesítményét növeli, biztosítja a hosszabb távú működtetést. A rendszer stabil működéséhez szükséges a padló- és födém szerkezetek, ill. a parkolótér hőmérsékletének folyamatos szellőzőlevegővel való „kezelése”. A -1 szint hűtött légtechnikai rendszereinek az ún. speciális technológiáknak - a patológia, főzőkonyha, valamint a mikrobiológiai labor- kifűvott levegője kivételével az összes távozó légforgalmát (kb. 170 000 m³/h) a parkolótérbe vezetik. Továbbá a vezérszinti középső épület-részbeli rendszerek hűtött távozó levegő térfogatáramát (kb. 110 000 m³/h) a -2. és -3. szintekre vezetik be folyamatosan állandó üzemben, külön ventilációs villamos teljesítményigény többlet nélkül! Mindkét szinten az épületszerkezetek egyenes hűtése céljából elosztó légcsatarnahálózatot terveztünk. Ezzel elérhető, hogy a tér egyenes elosztású hűtött levegővel ellátva az épületszerkezetek felületi hűtését fokozza, és a parkolótér CO-elszívórendszere a teljes térrészben hatékony befűvőrendszerrel párhuzamban működve garantált átbőrlést biztosít. 28 °C, ill. a fölötti külső hőmérséklet esetén a hűtött szellőztetés kiegészül az egyébként is szükséges CO-szellőztetőrendszer hőmérsékletéről vezérelt szakaszos üzemével. Ezzel a teljes szellőzőlevegő-térfogatáram, ami az épületszerkezetek visszahűtéséhez is szükséges, a komfortszellőztető rendszerek 280 000 m³/h, míg a CO-elszívórendszer összesen 378 000 m³/h térfogatáramával, összesen 658 000 m³/h szellőzőlevegőt biztosít.

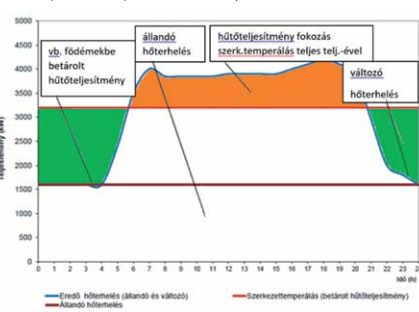
5. ábra: Felnőtt részleg ápolási egységének hőterhelése (hűtőrendszer) szerkezettemperálással

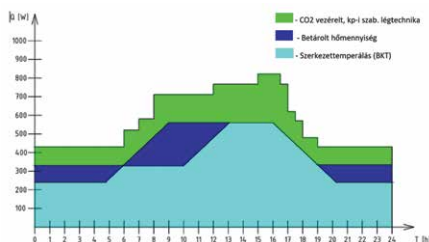


6. ábra: Gyermek részleg ápolási egységének hőterhelése (hűtőrendszer) szerkezettemperálással



7. ábra: Főépület gyógyászati blokkjának hőterhelése (hűtőrendszer) szerkezettemperálással





8. ábra: AE 6a j. betegszoba BKT változó térfogatárú légforgalom + CO₂-vezérelt, kp-i szabályozású légtechnikával + BKT

Ez a 28–30 °C külső hőmérséklet esetén is biztosítható visszahűtést szolgáltatva a szükséges hőmérsékletkülönbséget garantálja (min. 5,7 °C). Extrém külső hőmérséklet esetén, amikor a levegő hőmérséklete magasabb, mint 32 °C a visszahűtő rendszer közegoldala épületfelügyelet által leáll és ilyenkor közvetlenül a cölöpökhöz jut el a 38 °C-os víz. Ez azonban semmilyen gondot nem okoz, mert ez az üzemidő a teljes hűtési ciklusban mindössze legfeljebb 8–12 napig tarthat. A kombinált visszahűtő rendszer épületfelügyelet által vezérelve nem csak a termikus visszahűtést szolgáltatja, hanem mindkét parkolósínt biztonságos szellőzőlevegő ellátását és CO-mentesítés-

sét is elvégzi. Utóbbi szakaszos üzemben, külön ventilációval. Amire egyébként normál szellőztetőrendszer nélkül is szükség van a biztonságos CO-mentesítés érdekében. Az épület vb. szerkezeti hőkapacitásának felhasználása a teljes energetikai koncepcióban elsődleges lehetőség. Különösen célszerű ez a parkolósíntek földemeinek a cölöprendszer primer közege előhűtésére. További lehetőség adódik a szerkezetek hőkapacitásának a szerk. temperálás hűtési ciklusában a „hőbetárolás” alkalmazására. Ezt mutatja be a következő ábrásor (3–7. ábrák). A továbbiakban elemezzük a BKT (beágyazott), ill. az oBKT (felületközel) szerelési rendszerek, fűtés/hűtés módokat légtechnikával kombinált megoldásainak vizsgálatát. A hőtechnikai vonatkozások eredményeit, eltéréseit egy konkrét betegszoba (AE 6a) kapcsán elemeztük (8. ábra).

Következtetés

A BKT esetén a födém semleges vonalába integrált fűtő/hűtő csőhálózat kiegyensúlyozott, gyakorlatilag alig változó hűtési teljesítményt szolgáltat lomha rendszer-

ként (2,5–3 óra reakcióidő). Ugyanakkor nagy előnye, hogy a födém szerkezet hőtároló képességét maximálisan kihasználhatjuk, így az éjszakai betárolt hűtési energia a következő napi kisütési időszakokkal (6–7 óra) lehetővé teszi, hogy a nappali csúcshőterhelés nem jelenik meg, a HSZ kompresszorai a csúcsidőben külön villamosteljesítménytöbbletet nem igényelnek. Az ábrában követhető, hogy a szerkezetben lezajló termikus folyamatok „nyugodtnak” tekinthetők. A szabályozás központi, szűk határok között mozog. A légtechnikai rendszer VLV-motoros, vezérelt térfogatáram-szabályozóival gyors reagálású a mindenkor terhelésváltozáshoz rugalmasan igazodva központilag szabályozott befűvési levegő-hőmérséklettel, helyiségben elhelyezett CO₂-érzékelővel légforgalom-takarékos megoldást kaphatunk. Az ábrában az éjszakai hőtárolás és a következő napi hőkinyerés mértéke, módzata követhető (sötéttek színű). A BKT-rendszer teljes egészében kielégíti a betegszoba fűtési/hűtési igényét. A változó térfogatáramú CO₂-érzékeléssel vezérelt frisslevegő-szükségletet biztosítja téli/nyári előírt hőmérsékleten.

MICROSEC

Elektronikus aláírás mérnököknek!

- ✓ Gördülékeny ÉTDR használat
- ✓ Egyszerű és gyors online szerződéskötés
- ✓ Többszereplős online aláírási folyamat hazai és nemzetközi projektekhez
- ✓ Több száz oldal aláírása mobilról, pillanatok alatt
- ✓ Az elektronikus aláírt dokumentumok könnyen archiválhatók és visszakereshetők
- ✓ Hiteles, teljes bizonyító erejű e-dokumentumok az EU-ban és Magyarországon

**Jelentős kedvezmény
a Magyar Mérnöki Kamara tagjainak!**



Most érdemes AVDH-ról e-Szignóra váltani! **Részletek:** e-szigno.hu/mernokoknek



■ Mérnöki tudás: kulcsszerep a fenntartható fejlődés folyamatában

A környezetvédelem visszhangjai

A klímavédelem égető gondjai és megoldásának feladatai az egész világon sürgető tennivalókat jelentenek. Az eredményekre évek, évtizedek múlva számíthatunk, addig viszont újabb kihívásokkal szembesülünk. Erőfeszítéseinknek nem várt következményei is vannak, amelyek újabb forrásokat és kitartó figyelmet igényelnek.



Dr. Szilágyi Zsombor

A klímaváltozás fő mutatói

A klímaváltozást leginkább a földi átlaghőmérséklet emelkedésével mérjük, amelyért elsősorban a légkör szén-dioxid-tartalmának növekedése tehető felelőssé. A Mauna Loa Observatórium (Hawaii) mérései szerint 2025-ben a légköri CO₂-koncentráció elérte a 426 ppm-et, ami 0,7%-os éves növekedést jelent. Ez az érték messze meghaladja a tudósok által korábban javasolt 400 ppm-es „biztonsági” ha-

tárértéket. A globális átlaghőmérséklet 2024-ben 1,5 °C-kal volt magasabb az iparosodás előtti szintnél – ez volt a mérések kezdete óta a legmelegebb év. Magyarországon az országos átlaghőmérséklet 2024-ben 12,9 °C, míg 2025 első kilenc hónapjában is 12,6 °C körül alakult. A HungaroMet adatai szerint 1901 óta a hazai átlaghőmérséklet +2,2 °C-kal nőtt.

A klímaváltozás következményei

- nő a Föld átlaghőmérséklete;
- gyakoribbak az erdőtűzök;
- szélsőséges időjárási események – a viharok, aszályok, 30 °C feletti hőségnapok száma drasztikusan nő;

- eltolódnak az évszakok;
- növény- és állatfajok tűnnek el, új invazív fajok jelennek meg, de összességében a biodiverzitás csökken;
- csökken az élelmiszer-termelésre alkalmas terület;
- nő a klímamigráció;
- csökken az átlagéletkor – a WHO becslése szerint a légszennyezés (ami a növekvő hűtési-energiaigény miatt is növekszik) 1,5 évvel rövidíti meg a várható élettartamot;
- új légúti és fertőző betegségek terjednek;
- fokozódik a tengerek savasodása és hőmérséklet-emelkedése;
- a gleccserek és a sarki jégtakaró gyors ütemben olvadnak;
- a Föld édesvízkészlete csökken.



A légszennyezés forrásai

Természetes források: vulkánkitörések, erdőtüzek, porviharok, növényi korhadás. Embri tevékenységek: közlekedés, energiatermelés, ipar, mezőgazdaság, állattenyésztés.

Magyarországon a levegőminőség romlása leginkább a szilárd tüzelés és a közlekedés miatt történik. Évente mintegy 13–14 ezer ember hal meg légszennyezéssel összefüggő okok miatt – ez az egyik legmagasabb arány az Európai Unióban. A légkörben lebegő porszemcséket (PM_{10} , $PM_{2.5}$) három kategóriába soroljuk. A legkisebb, $2\ \mu m$ alatti szemcsék a legveszélyesebbek, mivel a tüdő mélyéig hatolnak, sőt bejutnak a véráramba is. 2023-ban Magyarország szállópor-kibocsátása 46 ezer tonna volt, ennek 80%-át a háztartási tüzelés és a mezőgazdaság okozta.

Az üvegházhatású gázok aránya és hatása

A rend kedvéért előrebocsátjuk, hogy a vízgőz is elnyeli a Föld felszíne által kibocsátott infravörös sugárzást, akárcsak a CO_2 , CH_4 és N_2O . Nagyobb mértékben járul hozzá a természetes, hasznos üvegházhatáshoz, mint bármely más gáz – a becslések szerint a teljes természetes hatás 50–60%-át teszi ki. A víz (H_2O) a táblázatban nem szerepel.

Gáz	Részarány az ÜHG-kban (%)	Fő forrás
Szén-dioxid (CO_2)	74	Energetika, közlekedés, ipar
Metán (CH_4)	15	Állattenyésztés, hulladékgazdálkodás
Dinitrogén-oxid (N_2O)	8	Mezőgazdaság, vegyipar
Fluortartalmú gázok	3	Hűtőtechnika, szigetelőanyagok

Magyarország 2023-ban 54,3 millió tonna CO_2 -egyenérték kibocsátást jelentett, amelyből az erdőgazdálkodás és földhasználat 5,8 millió tonnát kötött meg – így a nettó kibocsátás 48,5 millió tonna volt. Az EU-s cél 2030-ra: legalább 55%-os kibocsátáscsökkentés a 1990-es szinthez képest.

A megújuló energiák szerepe

A környezetvédelmi törekvések közép-pontjában ma a CO_2 kibocsátás, illetve a CO_2 -szint csökkentése és ennek érdekében az energiarendszerek átalakítása áll.

Vízenergia: Világszinten továbbra is az egyik legtisztább energiaforrás, de hasznosítására hazánkban a földrajzi adottságok korlátozottak.

Nap- és szélenergia: Magyarországon 2025 októberében 7218 MW napelem működött – ebből 2600 MW háztartási, 3968 MW ipari, 650 MW saját célú rendszer. A napenergia-termelés 2024-ben 33,6 PJ, míg a szélenergia 2,4 PJ volt. A megújuló energia részaránya a hazai villamosenergia-termelésben 22–23% volt, ezzel Magyarország az EU középmezőnyébe tartozik.

Biomassza-tüzelés: A megújulók gerincét továbbra is a biomassza adja, amely hosszú távon szén-dioxid-semleges, de a tüzelés során jelentős mennyiségű szilárd részecske és nitrogén-oxid is keletkezik. (Míg a biomasszát egykor „karbonsemleges” megújuló energiaforrásnak tekintették, a tudományos bizonyítékok azt mutatják, hogy a biomassza-tüzelés számos formája nem igazán fenntartható – sőt, akár súlyosbíthatja az éghajlatváltozást és a légszennyezést. – EU 2023/2413.) A helytelenül végzett fatüzelés és a hulladékégetés különösen télen okoz légszennyezési csúcsokat.

A közlekedés átalakulása

A világ gépjárműállományának összetétele 2040-ig jelentősen módosul: az elektromos autók részaránya a jelenlegi 2%-ról 20–25%-ra nőhet. Magyarországon 2025-ben a forgalomban lévő autók mintegy 11%-a elektromos vagy plug-in hibrid. Az EU előírta, hogy 2035-től csak zero kibocsátású új autók hozhatók forgalomba. Az elektromos járművek gyártása ugyan nagyobb CO_2 -terheléssel jár (főként az akkumulátorgyártás miatt), de életciklusszinten még így is 60–70%-kal kisebb az ökológiai lábnyomuk.

Bioüzemanyagok és CO_2 -kereskedelem

Az EU a bioüzemanyagok arányát 10%-ban határozta meg, 2024-ben Magyarországon 23,3 PJ bioüzemanyag készült, amelyből 11,8 PJ-t használtunk fel. A másodlagos (hulladékból készült) bioetanol és biodízel gyártása dinamikusan fejlődik.

A szén-dioxid-kvóták rendszere egyre nagyobb pénzügyi jelentőséggel bír: a lipcei tőzsdén 2025 októberében 78,8 euró/tonna volt a kvóta ára. Az EU Emission Trading System (ETS) 2024-től a hajózási és



Környezetünk jövőbeli állapota a mai döntéseinken múlik.

közüti szektorokra is kiterjed, így a kibocsátás csökkentése közvetlen gazdasági kényszer is lett. Az épületekre, a közúti közlekedésre és a kisebb ipari létesítményekre vonatkozó ETS2 (más néven „új kibocsátáskereskedelmi rendszer”) az EU CO_2 -piacának jelentős bővítése lesz a „Fit for 55” csomag keretében. 2027-ben startol – hacsak nem halasztják el.

Energiatakarékosság és energiahatékonyság

A legolcsóbb és legtisztább energia a fel nem használt energia. Az épületenergetikai korszerűsítések – szigetelés, fűtőkorszerűsítés, hőszivattyúk – akár 30–40% energiamegtakarítást is eredményezhetnek. Az ipari energiahatékonyság növelését az EU szabályozása is ösztönzi: az alacsony hatásfokú gázkazánokat 2025-től fokozatosan kivonják a piacról.

A hulladék szelektív gyűjtése, az újrahasznosítás arányának növelése és a körforgásos gazdasági modellek bevezetése szintén kulcsfontosságú. A napelemek és akkumulátorok újrahasznosítása a következő évek egyik legnagyobb technológiai kihívása.

A zajszennyezés – a „láthatatlan” környezeti ártalom

A környezetvédelem egyik elhanyagolt területe a zajterhelés. A városi környezetben a közlekedési zaj komoly stresszforrás és egészségkárosító tényező. Az elektromos járművek elterjedése e téren kedvező hatású, mivel csökkenti az átlagos zajszintet.

Összegzés

A környezetvédelmi kihívások komplexek, de a megoldások is elérhetők – technológiai, társadalmi és gazdasági összefogással. A mérnöki tudás kulcsszerepet játszik abban, hogy a fenntartható fejlődés ne csak cél, hanem megvalósuló folyamat legyen. A jövő energetikája és környezetünk jövőbeli állapota a mai döntéseinken múlik.

■ Kamarai biztosító – átláthatóan, biztonságosan, hosszú távon

Egy röögös út első lépései

A Magyar Mérnöki Kamara tagjai körében október végén egy különösen fontos kérdés-körben indult felmérés: támogatnák-e saját, kamarai kötődésű biztosító létrehozását?

A szakmai felelősségbiztosítás újragondolása nemcsak pénzügyi, hanem bizalmi kérdés is – és a mérnöktársadalom most először mondhatott véleményt erről ilyen közvetlen formában. Az elképzelés hátteréről, a kérdőív eddigi tanulságairól és a lehetséges következő lépésekről **Wagner Ernőt**, a Magyar Mérnöki Kamara elnökét kérdeztük.

– **Mi indokolta a kérdőív elindítását a szakmai felelősségbiztosítás témájában?**

– A józan ész. A képlet viszonylag egyszerű: sok ezer tagunk van, akiknek kötelező a szakmai felelősségbiztosítás. Logikusan adódik tehát, hogy a jelenlegi piaci lehetőségeknél és díjtételeknél kedvezőbb megoldást kell találnunk a tagjaink számára. Mondok egy példát: két éve működik már a kamarai védőernyő a tagok, a nyilván tartottak és hozzátartozók számára a bal-eset-biztosítás terén. Ez idő alatt csaknem 63 millió forintot fizettünk ki, miközben a kártérítési összeg mindössze 24 millió forint volt. Ez olyan különbség, ami elgondolkodtat – és nem abban az értelemben, hogy „kell vagy nem kell”, hanem abban, hogy arányos és fenntartható megoldást kell keresnünk. Ugyanakkor nincs mérlegelési lehetőségünk: amikor egy szomorú, súlyos esemény történik, amikor egy mérnök elmegy, a családjáról gondoskodni kell. A helytállás ilyenkor nem kérdés. A valódi kérdés az, hogy mindezt milyen áron és milyen rendszerben tudjuk megtenni – felelősen, közösségben, méltó módon.

– **Hogyan illeszkedik ez az igényfelmérés a kamara hosszú távú stratégiájába?**

– Alapvetés, hogy vegyük végre a kezünkbe a saját sorsunkat. Ez magában hordozza azt is, hogy meg kell vizsgálnunk minden olyan, a működésünkkel összefüggő feladatot, amely révén csökkenthetjük a tagságra háruló terheket. Meggyőződésem,

hogy egy saját biztosítási szervezet létrehozása valódi segítséget jelenthet a tagságnak. Egy a lényeg: becsületesen és tisztességesen hajtsuk végre, és ne az egyéni ambíciók, hanem a kamarai tagok érdekei érvényesüljenek. Személyes garanciát vállalok arra, hogy ha lesz, akkor így lesz.

– **Milyen arányban töltötték ki a kérdőívet a tagok, és mennyire reprezentatív az eredmény?**

– Eddig közel ezren töltötték ki. Ha belegondolunk, hogy egy országos közvélemény-kutatásban ezerfős minta már reprezentatívnak számít, akkor egy 25 ezres tagságú szervezet esetében ez szintén az. Minden vármegyéből és szakterületről érkeztek válaszok, ami biztosítja, hogy valóban átfogó képet kaphassunk.

– **Melyek voltak a legmeglepőbb visszajelzések?**

– Szélsőséges megnyilvánulások itt is akadtak, ami nem meglepő. Ugyanakkor, ha azt nézzük, hogy ezek a vélemények a hazai realitelmiség vezető rétegétől származnak, az ember mégiscsak elgondolkodik – hiszen ez nem a TikTok színvonala. Elhangzottak olyan feltételezések is, hogy „majd ebből néhányan meggazdagodnak, megtörik a zsebüket”. Szeretnék világosan fogalmazni, amikor azt mondom: a közösségünk érdeke nem szenvedhet csorbát. Természetesen az elvégzett munkáért járandóságot kell fizetni, de kamu ilyen-olyan bizottságok szóba sem kerülhetnek, azonban felügyelőbizottság nyilván lesz, a feladatukat

leginkább Adyval tudnám megvilágítani: „Őrzők, vigyázzatok a strázsán”.

– **A nyári kérdőívben a válaszadók csaknem 80 százaléka támogatta a kamarai biztosító létrehozását. Most hogyan alakult ez az arány?**

– Az új felmérésben a válaszadók több mint 90%-a jelezte, hogy nyitott a kamarai biztosító gondolatára: több mint fele azonnal váltana, a többiek pedig kedvezőbb díjak esetén. Ez nemcsak lelkesedés, hanem hit abban, hogy a közösségünk képes önálló, felelős intézményt létrehozni.

– **A tulajdonosi szerkezetre vonatkozóan több opció is szerepelt. Melyik modell tűnik a legrealisabbnak?**

– A tagság harmada kamarához kötődő tulajdont szeretne, míg a többség nyitott egy vegyes modellre, ahol a tagok mellett a megyei kamarák is részt vesznek tulajdonosként. Ez egy nagyon egészséges arány: azt mutatja, hogy van igény a függetlenségre, de a stabil alapokra is.

– **Biztató képet mutat a részvényjegyzési hajlandóság?**

– Igen, kifejezetten biztató. A válaszadók közül több mint hatszázan jelezték, hogy tulajdonosként is részt vennének – vagy legalábbis komolyan megfontolnák. A válaszok alapján a befektetési kedv átlagosan a 200 ezer forintos nagyságrendet közelíti, ami összesen 120 millió forint. Mindez teljesen reális és felelős hozzáállást mutat. A finanszírozás több lábon



az egyiket, sem a másikat. Bízom abban, hogy az elődöm és társai által megalapozott eredményes gazdálkodás elmúlt időszaki sikerei sokat elmondanak a hozzáállásunkról. Hiszem azt, hogy ezek a tények igazolják: rászolgálunk a bizalomra, hogy ebből építkezve egy olyan vízióból teremtsünk valóságot, amelyre a most kétkedők Vörösmartyt parafrázálva majd azt mondhatják: Ez jó mulatság, bátor munka volt!

– Milyen lépések várhatók a következő hónapokban?

– Először is szeretném megköszönni a tagságnak a példás aktivitást. Nyolc nap alatt 989 mérnök küldte vissza a választát – ez önmagában is üzenet. A következő hónapokban pénzügyi és jogi megvalósíthatósági tanulmány készül, amely a mostani adatokat alapul véve konkrét javaslatokat tesz majd. Ezzel párhuzamosan megkezdjük a területi kamarákkal való egyeztetést, hogy mindenki beleszólhasson a folyamatba. A célunk egy olyan biztosítási rendszer létrehozása, amely a mérnöki közösség bizalmából születik, és a tagság érdekeit szolgálja – átláthatóan, biztonságosan, hosszú távon.

– Mi lesz, ha nem sikerül?

– Középiskolás koromban, közel ötven éve, Baján az Uránia moziban a zsúfolásig megtelt teremben Balczó András tartott egy egész estét betöltő, tanúságtétellel felérő élménybeszámolót, ahol azt mondta: a lényeg nem abban rejlik, hogy megnyerjem az olimpiát, hanem abban, hogy ennek érdekében mindent megtegyek. Valahogy így vagyok ezzel én is. Nem az a dolgom, hogy mindenáron sikerre erőszakoljam ezt a gondolatot, hanem az, hogy amit teszünk, azt tiszta szándékkal, becsülettel, a közösség javára tegyük. És ha olykor a kishitűség, az intrika vagy a félreértés sárral dobál, nem viszonzom: félreállok, letörölöm, és haladok tovább az úton, amelyet választottam...

állhat: tagi befizetések, kamarai hozzájárulás, és akár stratégiai partneri együttműködések. A cél egy önfenntartó, viszontbiztosítással védett rendszer, amely hosszú távon is biztonságosan működik.

– Milyen aggályok fogalmazódtak meg a tagság részéről?

– A leggyakoribb válasz: „Nincs aggályom.” Ez talán a legjobb mondat, amit egy elnök olvashat. Persze voltak, akik az átláthatóságot és a szakmai kontrollt említették feltételként – ami teljesen megalapozott követelmény. A mérnökök szeretik, ha a számok stimmelnek, és ha tudják, mit várhatnak el az MMK vezetésétől. Mi pedig

pontosan ezt szeretnénk: egy olyan rendszert, amelyben a döntések átláthatók, a működés tiszta, és a bizalom nem szlogen, hanem napi gyakorlat.

– Milyen garanciák biztosíthatják az átlátható működést?

– A legnagyobb garancia maga a kamarai felügyelet és a nyilvánosság. Minden struktúrát, tulajdonosi modellt és felügyelői rendszert úgy kell kialakítani, hogy az ne csak jogilag, hanem erkölcsileg is védhető legyen. Egy mérnök pontosan tudja: a legnagyobb hibák nem a számításban, hanem a figyelmetlenségben születnek. Mi nem engedhetjük meg magunknak sem

■ A lehető legvékonyabb szerkezeti méret

Utófeszített vasbeton konzol egy pécsi villaépülethez



A 2008-as válság előtt kaptunk megbízást egy villaépület tartószerkezeti terveinek elkészítésére. Az építészeti megjelenést meghatározta a nagy számú konzol, amelyek közül néhány tartószerkezeti kihívást jelentett. A konzolok közül legizgalmasabb a csaknem hat méter kinyúlású lemezkonzol, ezt utófeszítéses eljárással oldottuk meg. Cikkünkben a tervezés és kivitelezés körülményeit és kihívásait mutatjuk be.

Dr. Hegyi Dezső, dr. Sipos András Árpád

Az épület Pécs városa felett, a hegyoldalon épült, különleges természeti környezetben. Az építészek, Kovács Csaba és Ásztai Bálint igényes tervezői munkáját 2012-ben több építészeti díjjal is elismerték: Az Év Háza, Pro Architectura díj, „Természetes kő az építészetben” díj. Ezenkívül része volt Hegyi Dezső Ifjú Statikus Díj pályázatának, mellyel 2011-ben különdíjat nyert. Az épület tömegét egymásba metsződő geometriai formák teszik jellegzetessé, számos kisebb-nagyobb konzolt eredményezve. Az építészeti koncepció az egyik terasz felett olyan konzolt tartalmazott, amely a nagy, közel hatméteres konzolkinyúlás mellett viszonylag kis vastagsággal valósul meg. A terv szerint egy, az épület többi részén is megjelenő, 75 cm széles sávhoz kellett igazodni. A 75 cm végül 80 cm lett ezen a szakaszon. Ebben a vastagságban sikerült megoldani azt, hogy a tartószerke-

zet mellett elférjen a kétoldali kőburkolat, a hőszigetelés, a vízszigetelés és a lejtést adó réteg is. Az épületszerkezeti rétegek helyigénye alapján a tartószerkezet vastagsága nem haladhatta meg a 40-45 cm-t. A feladatot bonyolította, hogy vonal menti megtámasztás helyett csak egy oszlop állt rendelkezése a befogás vonalában.

Az első tartószerkezeti megoldásban HEA 400-as acélgerendákkal lehetett ki-elégíteni a teherbírási és alakváltozási követelményeket úgy, hogy az acélgerendák tengelytávolsága 40 cm volt. Ez lényegében egy összefüggő acélszerkezet, amely kitöltötte a teljes rendelkezésre álló vastagság felét. A pontszerű megtámasztás további vastagság növekedést igényelt volna. A részletes tervek elkészítése előtt alternatív megoldásként felmerült az utófeszített vasbeton szerkezet ötlete. Az első, a feszítést függőleges, felfele mutató teherrel helyetessítő közelítő számítások alapján 35 cm-es lemezvastagság adódott,



ami megfelelőnek tűnik az épületszerkezeti rétegek elhelyezéséhez.

Az építész tervezők és a megbízó kezdetben bizalmatlanok voltak a Magyarországon ritkán alkalmazott technológiával szemben. Különös gondot jelentett, hogy Pécsen akkor még állt a hírhedt magasház, amelyet történetesen az utófeszítés hibái miatt kellett kiüríteni 1990 karácsonya előtt. A Pannon-Freyssinet Kft. munkatársai segítségével (Dalmy Dénes és Böhm Csaba) a javasolt szerkezeti megoldás célszerűségét alátámasztó tanulmány készült. A várakozásainkat a megépült szerkezet igazolta. A tartószerkezeti tervek 2006–2007-ben készültek, a konzol kivitelezésére 2008 decemberében került sor. A számításokat az akkor még érvényben lévő MSZ 15000-es sorozat alapján készítettük. Készült közelítő kézi számítás, végeselemes számítás FEM-Design végeselemes szoftverrel helyettesítő teher alkalmazásával, és a Freyssinet célszoftverrel is vizsgálta a szerkezetet.

A vasbeton szerkezetekbe épített acélbetétek megfeszítésének lehetőségét rövid idővel a vasbeton felfedezése után, a XIX. század végén felismerték. Elsősorban a megnyíló repedések zárására szerették volna alkalmazni a technikát, de az akkori anyagminőségek, a betonacél és a veton alacsony szilárdsága miatt a feszítés még nem működött hatékonyan. A II. világháború után komoly fejlődésnek indult a feszítés technológiája, Magyarországon elsősorban az előfeszítés terjedt el. A magasépítésben az utófeszítés, azaz a kivitelezése helyszínén, a beton szilárdulása után feszített szerkezet ma is viszonylag ritka, pedig számos előnye van ennek a szerkezeti megoldásnak.

A feszítéses eljárással épített vasbeton szerkezetek teherbírása alig tér el a hagyományos szerkezetekhez képest, ha beszélhetünk nagyobb teherbírásról az az alkalmazott jobb anyagminőségek következménye. A feszítés igazi előnye a hasz-

nálatti állapotban tapasztalható. Míg a hagyományos vasbeton szerkezetek keresztmetszetei nagyrészt II. feszültségi állapotban vannak a használati állapotban, azaz a beton keresztmetszet bereped, addig a feszített szerkezeteket repedésmentes állapotban tudjuk tartani ezen a terhelési szinten. A berepedt keresztmetszet inerciája körülbelül ötöde a repedésmentes keresztmetszet inerciájának, ami csaknem ötöd akkora alakváltozást eredményez a feszített szerkezetek javára. A valóságban ez az arány azért valamivel kisebb, mert a húzott betonöv merevítő hatása, a repedések diszkrét helyzetekben való elhelyezkedése és a kevésbé terhelt lemezszakaszok repedésmentes állapota javítja a hagyományos szerkezetek lehajlás értékeit is. A helyesen tervezett feszítés mindeközben olyan kezdeti görbületet alakít ki a tartóban, amely ellentétes a terhekből adódó alakváltozásokkal, azaz tovább csökkenti a látható lehajlásokat. Elérhető akár olyan állapot is, hogy a szerkezet közel lehajlásmentes állapotban legyen, legalábbis önsúly teherre.

Az előfeszítéshez feszítőpadra van szükség, melyet csak üzemi körülmények között lehet alkalmazni. A helyszíni szerkezeteket utófeszítéssel lehet kialakítani. Az utófeszített pászmák védőcsőbe kerülnek, feszített állapotban vagy injektálással rögzítjük, vagy csúszni hagyjuk őket a védőcsőben. Az elsőként említett, ún. tapadásos pászmák a hagyományos acélbetétekhez hasonlóan együtt alakváltoznak a betonkeresztmetszettel. Ezzel szemben a tapadásmentes pászmák szabadon mozdulhatnak, és így közel állandó erő működik bennük mind a tartó hossza mentén, mind az idő távlatában. A tapadásmentes pászmák az elterjedtebbek, mert azok pontosabban tervezhetőek, az erőjártékuk jobban követhető és kedvezőbb is.

Tapadásos és tapadásmentes pászmák esetén is olyan pászmavezetést érdemes felvenni, amely követi a nyomatéki ábra alakját. Előfeszítés esetén a pászma mindenképpen egyenes, és jellemzően a tervezett húzott oldalra kerül. Így az előfeszített gerendák minden keresztmetszetében azonos feszültségi állapot alakul ki a tartó teljes hosszán, mely körív alakra hajlítja a tartót, ami felhajlást eredményez a beépítés előtt. Utófeszítés esetén, ha a pászma vezetésével lekövetjük a tartó nyomatéki ábráját, akkor az olyan, mintha egy kötélhidat építenénk a szerkezetbe, mely kö-



télben működő húzóerő ellene dolgozik a gravitációs tehernek. A fib (Federation International du Beton) ajánlása szerint az így kialakított kötélgörbéhez tartozó terheléssel, mint helyettesítő teherrel lehet közelítő módon vizsgálni a tartó teherbírását és alakváltozásait.

A tapadásmentes pászmák előnyei mellett hátrányai is vannak: elvileg létrejöhet a betonszerkezet stabilitásvesztése a feszítés hatására, illetve a pászma sérülésével az adott pászmát elveszítjük a tartó teljes hossza mentén. Mindkét körülmény konzoltartók esetén jelent reális problémát, ezért konzoltartókat csak tapadásos pászmával szabad tervezni. Tapadásos pászmák esetén a helyettesítő teher alkalmazása kevésbé pontos, de még alkalmazható eljárás.

A pászmák vonalvezetése a nyomatéki ábra pontos lekövetésével lenne az ideális, de ez kivitelezési okokból nem megvalósítható. Konzoltartók és többlettámaszú tartók esetén a támaszok felett a nyomatéki ábra élesen törik, ilyen helyeken a pászmát nem lehet átvezetni, mert az nem lenne megfeszíthető. A peremekre a pászmát a szerkezet tengelyével párhuzamosan kell kivézetni a keresztmetszet súlypontjában, különben a perem sérülne a nagy lehorgonyzó erők miatt.

Az utófeszített tartókat jellemzően egyes vasalással alakítják ki: az önsúly terheket a feszítő pászmákkal, a hasznos terheket pedig hagyományos vasalással veszik fel. Így elérhető az, hogy önsúly te-

herre alakváltozás mentes legyen a szerkezet, esetleg kicsit túl legyen emelve. A hasznos terhek hatására pedig még mindig repedésmentes maradjon mindenütt a betonkeresztmetszet.

A konkrét szerkezetről méterenként 8 db 150 mm² keresztmetszetű feszítőpásmát alkalmaztunk 1250 N/mm²-es kezdeti feszítőerővel. A pászmákat 4-4 darabonként rendeltük a védőcsövekbe és horgonyoztuk le őket, így 50 cm-ként 750 kN erőt kellett bevezetni egy-egy tenyérnyi felületen a vasbeton peremen. Ez az erő a beton szerkezeti méretei mellett nem nagyon nagy, de a kis bevetési felület miatt károsíthatná a peremet, elsősorban felrepedést okozhatna. Ennek elkerülése érdekében sűrű kengyelezést és egy gerenda szerű vasalást kell alkalmazni a peremeken.

A számítások szerint azt vártuk, hogy a pászmák megfeszítésével fel fog emelkedni a lemez, de ez nem következett be. A zsaluzat eltávolítása után az építettnél nagyobb lehajlást érzékelt, ami kisebb ijedségre adott okot. Azonban a szintezések alapján a közel hat méteres konzol csupán 20 mm-t hajlott le. A kivitelező csaknem egy évig deponált egy raklap magasságban téglát a konzolon próbaterhelés gyanánt (közel 10 kN/m²), de a lehajlás ennek a hatására nem változott. A próbaterhelés során tapasztalt merevség további kutatás témája lehetne: valószínűleg az időben eltérő módon lejátszódó felemelkedés és a gravitációs terhekből származó lehajlás ki-

egyenlítődték. A nyers födemen ugrálva a konzoltartó lengése nem volt érzékelhető.

A szerkezetépítés végeztével elemeztük a bekerülési költségeket. A vázlat-terv szerint tervezett acélgerendás verzió 2008-as árakon ~100 000 Ft/m²-es áron lett volna megépíthető. Az épület hagyományos vasbeton konzoljai 35 000 Ft/m²-es áron valósultak meg, de ezen a helyen legalább 50 cm-es bordamagasságra lett volna szükség, amire nem adódott hely. Az utófeszített szerkezet 50 000 Ft/m²-es áron épült meg.

Összegzésként elmondhatjuk, hogy a tervezett és megépített szerkezet minden szempontból teljesítette az előzetes elvárásainkat: a lehető legvékonyabb szerkezeti méretet kaptunk, megfelelő helyet hagyva az épületszerkezeti rétegeknek; használati állapotban az alakváltozások és a lengések kedvezően alakultak; a bekerülési költség pedig alacsonyabb volt a reális alternatívához képest.

IRODALOM

Bölcskei E., Tassi G. (1970): Betonszerkezetek - Feszített szerkezetek, Tankönyvkiadó, Budapest

Hegyi D., Sipos A. Á.: A post-tensioned concrete slab cantilevering 6.5 m. Concrete Structures, 2011 vol 12. 66-68

Nilson A. H., Winter G. (1987): Design of concrete structures. McGraw-Hill Book Company, New York

Nilson A. H. (1987): Design of prestressed concrete. John Wiley and Sons, New York

MSZ EN 1992-1-1:2005 Eurocode 2: Design and Construction of Reinforced and Prestressed Concrete Structures Part 1-1

fib Bulletin 31 (2005) Post-tensioning in buildings, Technical Report, fib

■ Ökocementet használni nem kell félnetek jó lesz – 2. rész

A második generációs EC-2 és az amfibológia

A János esztergomi érsek által – a Gertrudis elleni merénylet helyességét illetően – adott kétértelmű válasz értelmezését Il. András királyunk kérésére a pápa adta meg. Az új EC-2 kapcsán a kulcskérdés most az, hova tesszük a vesszőt az „ökocementet használni nem kell félnetek jó lesz” címben. Válaszadásra törekszik a kétrészes cikk, de a „pápai értelmezés” a majdani nemzeti dokumentumokban lesz.

Spránitz Ferenc építőmérnök, betontechnológus szakmérnök

Cikkünk első része vállalkozott az alábbi első két kérdésre választ adni (*Mérnök Újság*, 2025. október), a második rész pedig a c) és d) kérdésre, továbbá a szemléletváltást jelző példán keresztül veti fel a szabványosítás, a mérnöki kamara, valamint az állami szerepvállalás felelősségét.

Kérdések

- Miért kell, mitől új szemléletű és kinek jó a 2. generációs EC-2?
- Hogyan áll a hazai felkészülésünk?
- Melyek az ökocementek, egy kalap alá vehetők-e, és kell-e tartani tőlük?
- Kötődik-e egymáshoz az új szemlélet, az ökocementek, a globális felmelegedés csökkentése és a vasbeton szerkezetek hosszú élettartama?

Válaszok

Röviden az ökocementek használatáról: a környezetbarát cementek nagyon különböző fizikai-kémiai tulajdonságúak, használatuk alapos műszaki megfontolást igényel. Hosszabban az ökocementekről: Az európai zöld megállapodás értelmében az EU tagállamai vállalták, hogy a kibocsátási határértékek szigorításával 2050-re Európa eléri a klímasemlegességet. Az ökológiai cementek kínálnak ehhez elvi lehetőséget. Ilyen cementnek nevezzük az ipari hulladékokkal és kőzetlisztekkel (pernye, kohósalak, ill. mészkőliszt, trasz, metakolin stb.) vagy ezek keverékével 20-50%-ra csökkentett klinkertartalmú CEM II/C-M,

CEM IV, CEM V, CEM VI jelű cementeket és a 35%-ban mészkőliszt-tartalmú CEM II/B-LL cementet. Ezek használatával csökkenthető a cementipar által légkörbe kibocsátott CO₂ mennyisége, tehát a globális felmelegedés emberi tényezők okozta hányada.

Vegyük azonban figyelembe, hogy a különböző cementkiegészítő anyagok – amelyek lehetővé teszik a klinkertartalom csökkentését – olyan eltérő fizikai-kémiai tulajdonságokat mutatnak, hogy egyes esetekben irreális mértékben növelhetik meg a szükséges betonfedést vagy csökkenthetik le az alkalmazható víz-cement tényezőt, ha karbonátosodás vagy klorid-támadás veszélyének lesz kitéve a vasbeton szerkezet (lásd $c_{min} = 50-85$ mm betonfedést igénylő XRC ≥ 7 osztályokat a 6. ábrán).

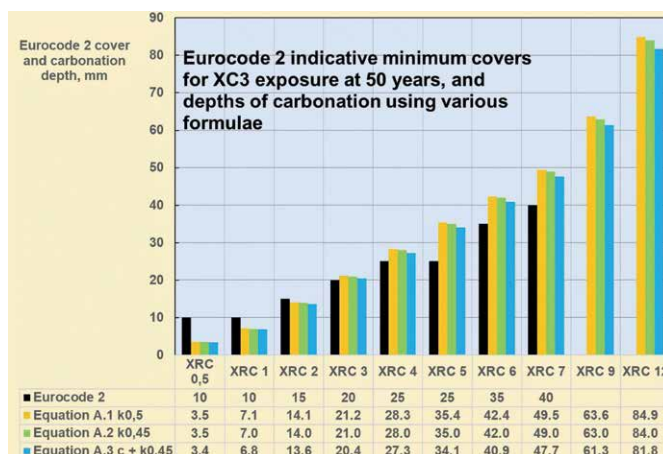
A figyelmes olvasónak bizonyára feltűnt, hogy a cikk 1. részében az 1. ábrán csak 8 db, míg a 6. ábrán 10 db karbonátosodási ellenállási osztály (XRC) szerepel. Ennek

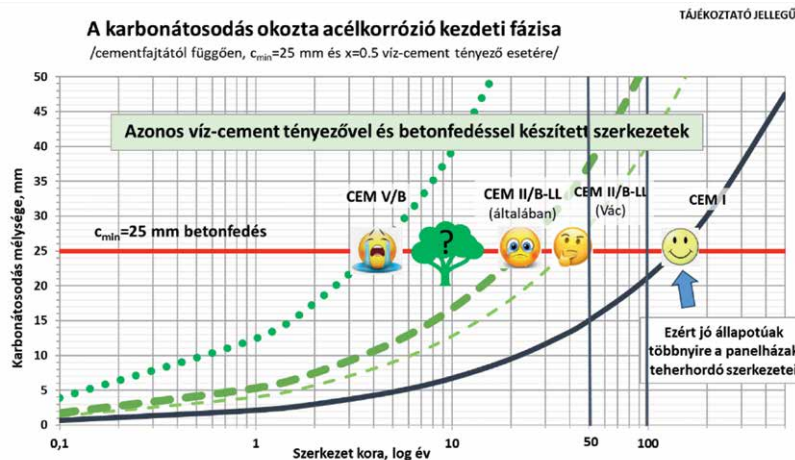
az az oka, hogy az ökocementek potenciális alkalmazhatósága érdekében a CEN anyagtanos bizottsága (TC 104) kibővítette a listát a „futottak még” kategóriával. Az MSZ EN 1992-1-1:2024 szabvány 6.3 és 6.4 táblázata ezért hamarosan kibővül két XRC és három XRDS osztállyal (XRC 9 és 12, ill. XRDS 15, 25 és 50). Az ennyire „környezetbarát” cementfajtákkal készült betonok használatára többnyire csak vasalatlan vagy olyan vasbeton szerkezethez gazdaságos, amely száraz, beltéri környezeti hatáson van kitéve.

A tartóssági-anyagtani szemlélet alapjainak ismerete azért szükséges a mérnöknek, mert az eddig megszokott cementfajtákhoz képest az újfajta cementek fő összetevőinek aránya igen tág határok között mozoghat; így nem véletlen, hogy az akár azonos jelölésű cementfajták fizikai-kémiai jellemzői, s ezáltal a bennük rejlő potenciális tartóssági jellemzők is nagyban eltérnek.

6. ábra: Legkisebb c_{min} -értékek 50 év tervezési élettartamhoz és a különböző modellek szerinti karbonátosodási mélységek

Forrás: CEN/TC 104 N 2329 Working Draft (munkapéldány)





A karbonátosodási függvények az $x_c=kv\sqrt{t}$ képlet alapján számolt adatokkal készültek.

A beton víz- és reakcióképes mésztartalmából a Leemann-féle becslésképlettel ($k=8,3 \cdot w/CaO_{\text{reaktív}} \cdot 4,7$) számoltuk az egyes betonösszetételek várható karbonátosodási együtthatóját, mely az alábbiakra adódott: $k_{\text{CEM I}}=2,1$; $k_{\text{CEM II/B-LL, általában}}=5,3$; $k_{\text{CEM II/B-LL, Vác}}=4,0$ és $k_{\text{CEM V/B}}=12,5$ mm/Vév

7. ábra: Karbonátosodási mélység a kortól és cementfajtától függően

EN 12390-10 szerinti karbonátosodási mérték legnagyobb megengedett átlaga	CEM I	CEM II/A	CEM II/B-S	CEM III/A	CEM III/B
	Legnagyobb megengedett víz-cement tényező				
XRC 5	0,62	0,58	0,55	0,52	0,47
2,8 mm/√év	CEM II/A-LL	CEM II/C-M	CEM II/B-LL	CEM IV/B	CEM V/B
	0,51	0,44	0,41	0,29	0,23

8. ábra: XRC 5 karbonátosodási ellenállási osztály a cementfajtától és víz-cement tényezőtől függően

A 7. ábra alapján érthetővé válik, hogy miért lesz várhatóan még hosszú a panelházaink használati élettartama, de felveti azt a kérdést is, hogy milyen „ajándékot” adunk a jövőnek a mostani építményeinkkel. A 7. ábrából az is kitűnik, hogy egyazon jelölésű (pl. CEM II/B-LL) cement rendelkezhet jobb vagy rosszabb karbonátosodási ellenállással, főképp aszerint, hogy a főalkotóként jelen lévő mészkőliszt-tartalom a megengedett alsó vagy felső határt célozza meg (20 vagy 35%).

A B-LL cementfajta kőliszt-tartalmától függő kisebb-nagyobb karbonátosodási hajlamán túl a kloridállóságra való általános alkalmatlansága (legfeljebb XRDS 50) is feltornázható a már „megfontolásra érdemes” XRDS 10 kloridállóságra, ha az 5%-ban megengedett melléalkotóként nem mészkőlisztet, hanem pernyét adagolnak (ilyen pl. a váci B-LL fajta). Hazai kutatások szerint akár az XRDS 3 kloridállóság is elérhető a mészkőlisztet cementtel, ha mellé metakaolint is adagolnak. A mészkőliszt mellett metakaolint is tartalmazó cement jelölése CEM II/B-M (Q-LL) lenne, de sem ilyen, sem pedig korábban mészkőliszt nélkül forgalmazott, kedvező kloridállóságú cementet (pl. CEM II/A-V és B-V) nem említ a hazai cementajánlási szabvány.

Szintén a 7. ábrán látható a CEM V/B jelű öko cement, amely a mindössze 20% klinkertartalma miatt, nemhogy az ábrán látható $c_{\min}=25$ mm betonfedéshez alkalmatlan $x=0.5$ víz-cement tényező esetére, de a $c_{\min}=35$ mm-t igénylő XRC 6 karbonátosodási osztály elérése is várhatóan csak $x \leq 0,25$ víz-cement tényezővel, vagyis a szokásos ipari gyakorlatban nem lehetséges. Ugyanakkor e cementfajta (pl. 45% pernye- és 30% kohósalaktartalom esetére) a számításaim szerint kiváló kiindulási alapot jelent az új EC-2 6.4 táblázata szerinti XRDS 1 kloridállósági osztályhoz, még a megszokott $x=0.4$ - 0.45 víz-cement tényező esetére is.

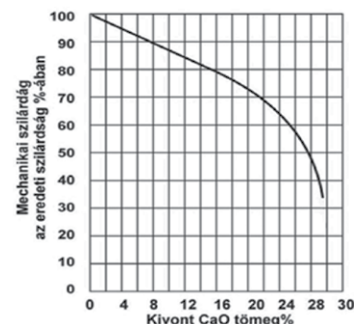
Fontos, hogy adott karbonátosodási osztály annál nagyobb víz-cement tényezővel érhető el, minél nagyobb a kötőanyag reakcióképes mésztartalma. Ezt érzékelteti egy norvég műszaki szabályozás is, melyben az egyes cementfajták használatára megengedett legnagyobb víz-cement tényezőt mutatja a 8. ábra az XRC 5 osztály esetére.¹ A 8. ábra két alsó (sötétített háttérű) sora nem a norvég szabályozásból származik, de követi ennek gondolatmenetét a szakirodalmak alapján.

¹ Forrás: S. Helland: Key Note fib Congress Oslo 2022

A 8. ábrából is érzékelhető, hogy a nyomószilárdsági és a tartóssági jellemzők eltérő gyökerek.

Tehát a kiegészítőanyagokat nemcsak a cement nyomószilárdságára gyakorolt hatásuk, hanem a tartósságra gyakorolt hatásuk, azaz a kémiai („genetikai”) tulajdonságaik alapján is indokolt megkülönböztetni. Nagyon fontos, hogy

- a legtöbb cement esetében törvényszerű, hogy amelyekben sok a reakcióképes CaO, abban kevés a $SiO_2+Al_2O_3$ (ilyenek a CEM I portlandcementek), ill. fordítva;
 - minthogy a karbonátosodással szemben a reakcióképes CaO, a kloridbehatolással szemben pedig a $SiO_2+Al_2O_3$ eredményes, következik, hogy a CEM I fajták a legjobbak a karbonátosodással szemben, de csekély reakcióképes $SiO_2+Al_2O_3$ tartalmuk miatt védtelenek a kloridokkal szemben;
 - a „nem tiszta”, hanem „többösszetevős” öko cementek némelyike igen erős védelmet ad a kloridtámadással szemben, de a levegőben lévő CO_2 okozta karbonátosodással szemben szinte teljesen védtelenné teszi a szerkezetet;
 - többfajta környezeti hatás esetén (pl. karbonátosodás+kloridtámadás) bonyolultabb a jó kötőanyag megválasztása.
- A beton kilúgozódásakor a cementkő, illetve a beton szilárdsága jelentősen csökken (9. ábra). A 95%-ban klinkert tartalmazó portlandcement esetén például 5% CaO kilúgozódása után a szilárdság mindössze 7%-kal csökken. A szerkezettervezőnek is tudni kell, hogy a 20-50%-ra csökkentett klinkertartalmú cementek esetében a mészkőoldódás különösen veszélyes, mert a szilárdságcsökkenés többszörösét és a szerkezet gyors tönkremenetelét okozhatja.



9. ábra A beton szilárdságcsökkenése kilúgozódás esetén (Forrás: Biczkó 1956, 1960)

A 2011-es kiadású EN 197-1 cementszabvány nincs összhangban az új EC-2 és betonos szabványok szerinti tartóssági koncepcióval.

cióval. A CEN/TC 51 (európai „cementes” műszaki bizottság) 2032-re ígéri a 9 db harmonizált európai cementszabvány felülvizsgálatát.²

Bármilyen tartalmúak is lesznek 2032-től az új cementszabványok, ez egyelőre kevésbé segíti a betonos szakembereket. Egy hazai javaslat szerint a kötőanyag reakcióképes kémiai összetevőinek ismerete (kiegészítőanyaggal és anélkül) alapvetően szükséges a tartóssági koncepció szerinti betontervezéshez, amely persze nem mentesíti majd a beton gyártóját a tartóssági jellemzők vizsgálata és tanúsítása alól, de legalább fogódzót nyújt az összetétel-tervezőknek és betongyártóknak ahhoz, hogy a receptek többéves bevizsgálása után ne kelljen újrakezdeni a hosszú és nagyon költséges laborvizsgálatokat. Ezúton is köszönöm, hogy az MSZT képviselte a CEN-ben ezt a hazai javaslatot.³ Öröndetes, hogy a bizottsági tárgyaláson⁴ a nagy tekintélyű S. Helland is támogatta ezt a javaslatot: „Ferenc is correct – much of the burden should be to the cement producers”, azaz „a teher nagy részét a cementgyártóknak kellene viselniük”. Egy svájci anyagtudós így fogalmaz az ökokementekről: „Megoldandó probléma: az új cementtípusok a vasalás idő előtti korrózióját okozhatják”⁵.

Mivel a környezetbarát cementek (értésd 20-50%-ra csökkentett klinker-tartalmúak) már több éve jelen vannak hazánkban is, de

mérnökeink kevés vagy semennyi ismerettel nem rendelkeznek ezekről, így nehéz elejét venni a tervezők, gyártók, kivitelezők, műszaki ellenőrök rossz döntésének. Nem tartom túlzásnak annak kijelentését, hogy az egyes környezeti hatásoknak kitett vasbeton szerkezeteink hazánkban is idő előtt, váratlanul összeomolhatnak az adott célra alkalmatlan cementfajta használata miatt. Ezt a kijelentésemet arra alapozom, hogy azonos nyomószilárdság és betonfedés esetében is jóval gyorsabb karbonátosodás okozta felületi és/vagy kloridok okozta gyorsabb lyukkorróziót számszerűsíthetünk az ERC modellekkel. Az ökokementeket nem szabad egy kalap alá venni, azok használata minden esetben alapos mérnöki megfontolást igényel.

d) Röviden az új szemlélet, az ökokementek, a globális felmelegedés csökkentése és a vasbeton szerkezetek hosszú élettartama kapcsatról: Javasolom az óvatosságot, kelő távolságtartást, amikor olyan mederbe terelődik a mérnöki munka vagy a műszaki dokumentumok készítése, ahol a hangsúly nem a számszerűsített adatokra, hanem a közhelyekre, üres jelszavakra tevődik.

d) Hosszabban az említett kapcsatról: A Föld népességnövekedése miatt 2023-2030 között a cementipari termelést a 1,5-szeresére tervezik növelni.⁶ Vannak nyugtató szándékú iparági grafikonok is az 1 to cement gyártására vonatkozó CO₂-kibocsátás tervezett csökkentésére (pl. a tavalyelőtti átl. 580 kg CO₂-kibocsátással szemben a 2030-ra tervezett átlagérték 450 kg), de mivel 450×1,5 > 580×1, ezért a növekvő

termelés bizonyosan nem kedvez a globális felmelegedés mérséklésének; főként, ha gyakrabban kell újjáépíteni a szerkezeteket.

Félrevezetésnek tartom az olyan kijelentéseket, mint: „Hatalmas hátránya a cementnek és a betonnak, hogy az egyik legnagyobb ökológiai lábnyomot hagyó emberi tevékenység eredménye”. Olaszországban a cement- és betongyártás okozta éves CO₂-kibocsátás kb. 1,5 kg/fő⁷, míg a KSH adatai szerint egy 4 fős családban a villanyóra pörgése okozta CO₂-kibocsátás 1,5 to/év (4000 kWh×0,375 kg CO₂/kWh=1500 kg)⁸. Az energiatakarékos háztartási berendezéseink, villanyégőink, jól hőszigetelt házunk stb. ellenére is a korábbi 1,5 to/évről épphogy 1 to/év CO₂-kibocsátásra (2600×0,375=975 kg CO₂) csökkent a családunk környezetszennyezése, amióta kirepültek a gyerekek. Tehát a cement- és betongyártás karbonlábnyoma elenyésző a háztartások, a kül- és belföldi szállítás-közlekedés és még sok egyéb emberi tevékenység karbonlábnyoma összevetésében. Korrektebb volna, ha a „környezetvédők” úgy fogalmaznának: „A természet, az élővilág szempontjából előnyösnek tartjuk, ha egy betontest minél hamarabb szétporlad, majd újra kisarjad belőle az élet.” Ha ez a cél, akkor ennek tudatában kell a mérnöknek felelősséget vállalnia.

Az új EC-2 szellemisége szerint a portlandcement és a célzottan kiválasztott kiegészítőanyag(ok) kombinációjával reálisan is adódhat kedvező lehetőség a nagy használati élettartamra és ezzel párhuz-

² Forrás: CEN/TC 104 N 2558, Liaison report 2024-25, TC51 to TC104

³ Forrás: CEN/TC 104/SC 1 N 1616, F. Spráňitz - Comments to document CEN/TC 104/SC 1 N 1610 - Terminology on binder, 2025-05-15

⁴ Forrás: CEN/TC 104/SC 1/WG 1 N 449

⁵ Forrás: részlet F. Hunkeler előadásából, fib Hungarian Group, 12-10-2023, BME, Budapest. Eredeti megfogalmazásban: „Major problems to be solved: New cement types might cause premature reinforcement corrosion”

⁶ Forrás: <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/cement-market-101825>

⁷ Forrás: Marco di Prisco: UHPFRC for sustainability, előadás 16. dia, 15th fib PhD Symposium 2024 aug. 26. BME, Budapest

⁸ Forrás: <https://www.mnpsz.hu/1kwh-villamos-energia-05-kg-széndioxid-kibocsatas>

ÉPÍTÉSI ÁLLAPOTOK MODELLEZÉSE az AXISVM-ben!



- ▶ Elemek építésének és bontásának modellezéséhez
- ▶ Ideiglenes megtámasztások igazolására
- ▶ Szelvény erősítés és gyengítés vizsgálatához
- ▶ Rábetonozás modellezésére
- ▶ Kezdeti feszültségek vizsgálatára talajokhoz

Technikai bemutatóért és kedvezményes ajánlatért keressen bennünket a sales@axisvm.eu email címen!



10. ábra: Korrózió nyomai egy hazai parkolófödemen



11. ábra: Leomlott parkolófödém az USA-ban
(Forrás: store.amp.org/04345-improved-current-distribution-due-to...)

mosan a cement- és betonipar karbonlábnyomának műszakilag is megfelelő csökkentésére, vagyis a jó kloridállóság és jó karbonátosodási ellenállás + kis betonfedés + alacsony karbonlábnyom probléma megoldására. Ehhez nem közhelyek, klímapolitikai jelszavak, hanem olyan szakismeretek és az országban elérhető olyan cementfajták kellene, amilyen az adott eset mérnöki indokol.

Egy konkrét példa

Az alábbiakban egy budapesti nagy vásárló központ parkolófödémé példáját vizsgáljuk meg. A jelenlegi EC-2 és MSZ 4798 szabvány szerint a karbonátosodásnak és kloridoknak együttesen kitett parkolófödém betonjához 50 év tervezési élettartam és a szokásos S4 szerkezeti osztály esetére az XC3 karbonátosodási hatás és XD3 kloridtámadás miatt kell C35/45-XC3-XD3 jelölés, amelyből következik a $c_{min}=45$ mm betonfedés. Az így készült szerkezet azonban nem feltétlenül biztonságos, mert a különböző cementekkel készíthető, akár megfelelő szilárdságúnak tanúsított betonok is nagyban eltérő ellenállásuk az egyes környezeti hatásokkal szemben; ezért a jelenlegi szabványok betartása nem nyújt semmilyen garanciát a szerkezetek súlyos korróziós károsodása és idő előtti összeomlása ellen. A 10. ábrán látható leázások és repedések miatt diagnosztikát kért az üzemeltetési vezetőként dolgozó felkészült hazai mérnök, majd a tervező és szakértő mérnökök által jelzett, további előjel nélküli váratlan leomlás okozta veszélyhelyzet tudatában lebontatta és újraépíttette a födémszakaszt. A 11. ábrán látható parkolófödém viszont leomlott, mert nem vették komolyan a

korróziós károsodást. Az új MSZ EN 1992-1-1:2024 szerint e szerkezethez a betonfedés a jelenleg előírt $c_{min}=45$ mm-ről 35 mm-re is csökkenthető. Az XC3 és XD3 hatások tartós elviseléséhez és ehhez a betonfedéshez az új tervezési szabvány 6.3 és 6.4. táblázata alapján olyan beton kell, amelynek karbonátosodási ellenállását XRC 6, kloridállóságát pedig XRDS 1 jellel tanúsították (pl. C35/45, XC3-XRC 6, XD3-XRDS 1 jelölés, amelyből következik a $c_{min}=35$ mm).

A 12. ábra mutatja be tájékoztató jelleggel, hogy az adott parkolófödémre érő környezeti hatásokhoz készülő beton milyen cementfajtával lesz várhatóan jó, bizonytalan vagy biztosan alkalmatlan. A tájékoztató jelleg említése azért indokolt, mert az ERC osztályoknak való megfelelés nem a vonatkozó EN szabványok szerinti mérések és a még nem létező hazai értékelések, hanem a cementszabványok szerint megengedett főösszetevők reakcióképes kémiai összetevőinek becslésével és a nemzetközileg elfogadott modellek figyelembevételével történt. A példa szerinti parkolófödémhez önmagában megfelelhet a CEM II/A-V és CEM III/B jelű cementtel és $x=0,4$ víz-cement tényezővel készített beton, de mivel A-V jelű cementfajta tudommal nincs hazánkban forgalomban, ezért célszerű a CEM III/B, vagy CEM II/A-S + 7% kőszénpernye, vagy a CEM I tiszta portlandcement + 10% kőszénpernye kötőanyagú beton. A zsálubérlet tetemes költségei csökkentéséhez a gyorsabb szilárdulású, vastagított jelölésű cementfajták illeszkednek, tehát szükséges volna a kőszénpernye külön adagolása. Gyakorlati megvalósítási problémákba fogunk ütközni, mert kevés a hazánkban forgalmazott – többfajta környezeti hatásnak is ellenálló

– cementfajta és a hazai betongyárak többsége nem rendelkezik plusz cementsilóval az aktív kiegészítőanyag adagolásához.

A szerkezettervező feladata egyszerű: XRC 6 és XRDS 1 ellenállási osztályt ír elő a $c_{min}=35$ mm betonfedéshez. A kivitelező feladata, hogy e jelekkel tanúsított betont rendelje meg és úgy utókezelje az elkészült szerkezetet, ahogyan az adott cementfajta szilárdulási üteme megköveteli; a transzportbetont gyártó üzemnek pedig az, hogy megterveztesse és legyártsa azokat az összetételeket, amelyek tartóssági jellemzőit bevizsgáltatta és tanúsítást kapott.

Következtetések

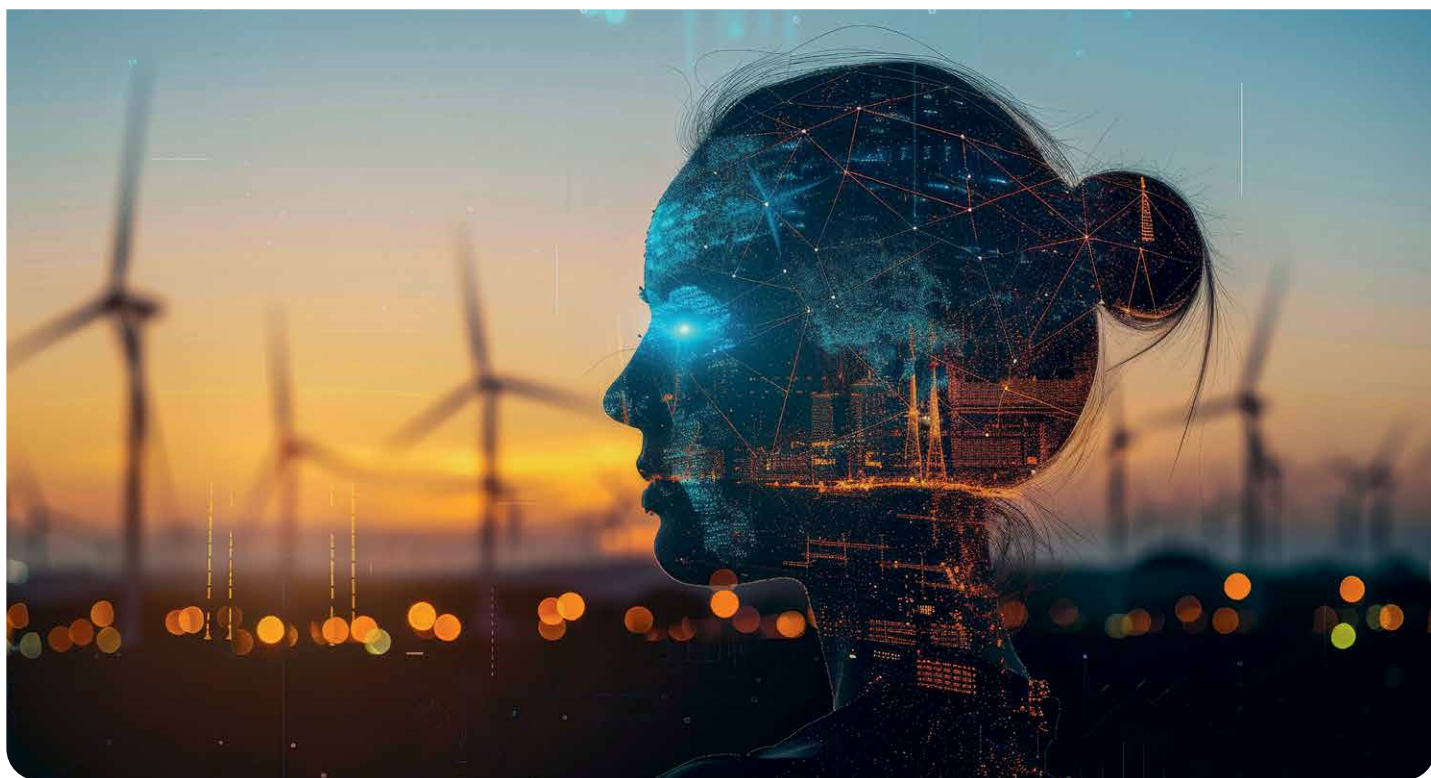
Az új szemléletű, 2. generációs betonos szabványok bevezetési határideje (2027. szept.) rohamosan közeledik. Mint minden új műszaki szabályozás, kezdetben ez is szokatlan, esetleg bosszantó lesz a mérnököknek, de mégis könnyen belátható, hogy az ERC koncepción alapuló 2. generációs EC-2 vezérszabvánnyal dolgozni nem kell félnünk, jó lesz. Nagy jelentőséggel bír mérnökeink, nemzeti szabványaink és építésgazdaságunk felkészítése egy olyan szemléletre, ami jelentős hatással lesz az akár nem is olyan távoli jövőnkre. Várható, hogy az új EC-2 szerinti nemzeti dokumentumokban is a finanszírozó szándéka lesz a meghatározó, ezért szükséges, hogy a mérnökök és az építésgazdaság érdekeit képviselő kamaráknak és minisztériumnak pénzügyileg és szakmailag is „legyen szava” e nemzeti dokumentumok elkészítésében. Az új EC-2 alkalmazásához a nemzeti szabványosítás „betonos érdekképviselő” erősítése, a szakmaspecifikus képzettség építményfüggő jogszabályi előírása és e képzettség kamarai elismerése is kellene. A jelenlegi feladat műszaki tartalma abban új, hogy anyagotani becsléssel kell a korrózió sebességét megtervezni. Az anyagotani tervezésre felkészülést azonban egyelőre lehetetlenné teszi a tervezés kiindulási adatainak hiánya.

A legalább papíron való felkészülésünkre szinte egyedüli lehetőségnek azt látom, ha az egymással összefogó észak-európai tagállamok gyakorlatának mintájára – a klimatikus körülmények hasonlóságára hivatkozva – a szabványügyi és mérnökszervezeteink össze tudnának fogni a V4-országok hasonló szervezeteivel. Enélkül egyelőre esélytelennek látom építésgazdaságunk önálló felkészülését az új szemléletű szabványállomány határidős bevezetésére.

■ Új lehetőségek – világosan megfogalmazott célokkal és felelős használattal

Mesterséges intelligencia az alternatív energiatermelésben

A mesterséges intelligencia (AI/MI) az elmúlt években látványosan átalakította az ipari és otthoni technológiák vezérlését. Az alternatív energiatermelés – különösen a nap- és szélenergia – területén az AI szerepe egyre meghatározóbb, hiszen képes optimalizálni a termelést, növelni a hatékonyságot és előre jelezni a karbantartási igényeket. Vizsgáljuk meg, hogy a technológia és az intelligens adatfeldolgozás összekapcsolása miként szolgálja az elosztóhálózatok kezelőit, a vállalatokat és a magánfelhasználókat.



Bárdos Tamás

Prediktív termelésbecslés

Az AI képes előre jelezni a várható energia-termelést a napsütéses órák, időjárás-előrejelzés és szezonális adatok alapján, így a szolgáltatók és a vállalatok is optimalizálhatják az energiafelhasználást és az értékesítést.¹ A komplex időjárási adatok – például felhőborítás vagy szélirány változása – pontosabb modellekkel előre jelezhető,

így hatékonyabb energiamenedzsment, illetve szélgenerátor-irányítás és tárolási stratégia alakítható ki. Ismerkedjünk meg néhány fogalommal, amely ezt a folyamatot segíti.

Idősoros előrejelzés

Az idősoros előrejelzés (time series forecasting) módszerei a nap- vagy szélerősség modellezéséhez használhatók. Az idősoros adatok elemzése során először az adatsor

szekvenciális jellemzőit kell feltárni. Az ismert módszerek között szerepelnek a következők:²

- ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) – lineáris statisztikai modell, amely az időszaki adatok autokorrelációit használja fel a jövőbeli értékek előrejelzésére, különösen alkalmas stabil vagy szekvenciális sztochasztikus folyamatokra.

- SARIMA (Seasonal ARIMA): szezonális hatások figyelembevételével bővíti az

ARIMA-t, így különösen a szezonális nap- vagy évszakos mintázatok modellezésében hasznos.

- Az exponenciális simítási módszerek között a Holt-Winters-módszer az idősoros előrejelzések alapvető technikája, amely a múltbeli megfigyelések súlyozott átlagát használja a jövőbeli értékek becsléséhez.

- Gyakran alkalmazott gépi tanulási módszerek: Random Forest, Gradient Boosting - mindkét módszert széles körben alkalmazzák a megújuló energiákkal kapcsolatos előrejelzésben, például a nap- vagy szélerősség, valamint a villamosenergia-fogyasztás modellezésében, ahol sikeresen kezelik a nemlineáris és bonyolult adatszerkezeteket.³

Hatékony előrejelzések a stabilitáshoz és a megfelelő üzemeltetéshez

A neurális hálózat olyan MI-modell, amely az emberi agy idegsejtjeinek (neuronok) működését utánozza. A neurális hálózatok több rétegű, komponenseik között numerikus súlyozással működő rendszerek, amelyek tanulnak a bemeneti adatokból, bonyolult kapcsolatokat és mintázatokat dolgoznak fel, így képesek automatizált döntéshozatalra vagy predikciókra (előrejelzésre).

Mélytanulási hálózatok (RNN, LSTM):⁴ a villamosenergia-igény hatékony előrejelzése alapvető a hálózat stabilitásához és megfelelő üzemeltetéséhez. Ennek módszerei: az RNN (recurrent neural network) képes időbeli függőségek modellezésére, bemeneti szekvenciák folyamatos feldolgozására, gyakran alkalmazzák a rövid távú energiaigény előrejelzésében. Az LSTM (long short-term memory) speciális RNN-típus, amely a hosszú távú függőségeket is képes megjegyezni. Elterjedten használják a nap- és szélerősség-termelés, illetve az energiahálózatok fogyasztási mintázatainak pontos modellezésére. Lehetővé teszi az alkalmazók számára, hogy jóval hosszabb időszakra készüljenek előre, ezzel csökkentve az inkonzisztenciákat.

Digitális ikrek és szimulációs modellek, valós idejű optimalizáció

A digitális ikrek (digital twins) a valós fizikai rendszer pontos, valós idejű digitális másolatai, lehetővé teszik az ipari rendszerek folyamatos monitorozását, szimulációját és prediktív elemzését. A digitális

ikrek integrálják a valós idejű adatokat (pl. szenzorokból, vezérlőrendszerekből), fizikai modelleket és MI-algoritmusokat, hogy optimalizált döntéseket hozzanak a megújuló energia termelése és hálózati működése során.

Kulcselemek:

- valós idejű adatgyűjtés és elemzés,
- a rendszer állapotának folyamatos követése,
- meghibásodások korai detektálása,
- teljesítményproblémák azonosítása.

Szimuláció és predikció: szcenárió- (forgatókönyv-) alapú vizsgálatok, pl. különböző időjárási feltételek hatásának előrejelzése a termelésre és fogyasztásra. Valós idejű optimalizáció: automatikus szabályozás és beavatkozás az energiaelosztásban, tárolásban és termelésben a hálózati stabilitás, gazdasági hatékonyság, illetve energiamegtakarítás érdekében. Az energiaelosztó hálózatokban az ilyen rendszerek segítik a komplex áramlási modellek futtatását, a karbantartási igények becslését, valamint a csúcsterhelések dinamikus kezelését, így gyors és megbízható reagálást biztosítanak a hálózat változó igényeire. Automatikus panelbeállítás: a mesterséges intelligencia a gépi tanulás közben folyamatosan elemzi a nap mozgását és a fény beesési szögét, majd a napelemeket optimális dőlésszögbe állítja. Az energiaágazatban az optimalizációs algoritmusok a rendszerhatékonyság növelésének eszközei, különösen a komplex változók és feltételek belső összefüggéseinek kezelésében.

Alkalmazási területek

Elhelyezés- és beállítóoptimalizálás; rendszerbeállítások finomhangolása; energia-termelés és tárolási kapacitások összehangolása. AI-alapú szabályozás alternatív energiatermelők és energiatárolók között: az energia termelése jellemzően ingadozó és prediktálhatóan nehezebben szabályozható, ezért a termelési egységek mellett elengedhetetlen a korszerű energiatárolók integrációja. Az AI-alapú szabályozási rendszerek kulcsfontosságú szerepet töltenek be ezen komponensek intelligens koordinációjában. Az „okos” inverterek AI-vezérléssel figyelik a fogyasztási mintákat, és ennek megfelelően szabályozzák az akkumulátor töltését, a fogyasztóra/hálózatra visszatáplálást. Az AI-algoritmusok előre jelzik a rövid és hosszú távú energia-termelési és fogyasztási mintákat, és ezen

információk alapján hagyományos fix szabályok helyett intelligensen döntenek el, mikor és milyen mértékben töltődjenek a tárolók, illetve mikor adjanak le energiát a fogyasztónak vagy a hálózatba. Az energiatárolás optimalizálása során az MI felméri a fogyasztóhálózat energiaigényét, és ennek megfelelően használja fel a tárolt energiát, minimalizálva a hálózati függőséget. Folyamatosan tanul a környezetéből, optimalizálva a töltési és kisütési stratégiákat a maximális energiahatékonyság érdekében.

Intelligens BMS (Battery Management System) rendszer illesztése esetén az „okos” inverter és az akkupakk közvetlen vezérlési kapcsolatban vannak egymással. A kapcsolat révén az akkumulátor hőmérsékletéről, töltési és kisütési állapotáról, valamint egyéb paramétereiről a BMS-rendszer kap információkat, amelyek segítségével hosszú, akár 15 éves akkumulátor-élettartam is biztosítható.

Hibafelismerés és karbantartás: AI-vezérelt drónok és szenzorhálózatok érzékelik a (solar)panelhibákat vagy a teljesítménycsökkenést, így elkerülhetők a hosszabb kiesések (ipari alkalmazáskor). Ugyanakkor a rendszer-AI feldolgozza a termelési berendezések és tárolók szenzoradatait, és előre jelzi az esetleges meghibásodásokat vagy hatékonyságcsökkenéseket - biztosítva a folyamatos, zavartalan működést.

Miért érdemes mesterséges intelligenciát integrálni az alternatív energiatermelő rendszerekbe?

- Nagyobb hatékonyság - a prediktív algoritmusok csökkentik a pazarlást és növelik a termelést.

- Költségcsökkentés - a pontosabb üzemeltetés kevesebb karbantartási költséget eredményez.

- Fenntarthatóság - az energiafelhasználás optimalizálása hozzájárul a szén-dioxid-kibocsátás csökkentéséhez.

- Rugalmasság - az AI-alapú rendszerek könnyen skálázhatók, a háztartástól az ipari parkokig.

A jövőben az AI és az IoT (Internet of Things) összekapcsolásával teljesen automatizált, önoptimalizáló energiarendszerek jöhetnek létre. Ezek valós időben reagálnak az időjárásra, a piaci energiaárakra és a felhasználói igényekre - legyen szó vállalati energiaparkról vagy egyetlen családi házról.

Szeretném felhívni a figyelmet a mesterséges intelligencia alkalmazásának ve-

szélyeire is. Az AI tanulási előnyei lenyűgözőek, de nem ember, hanem egy hatalmas adathalmaz, melyet sokféle módszerrel tanítanak arra, hogy kiszolgálja a felhasználókat. Jelentős erőforrásokat kötnek le, ezért az AI alkalmazásához világosan megfogalmazott célokat és felelős használatot határozzunk meg!

Gyakorlati példák a világban

A mesterséges intelligencia alkalmazása az alternatív energiatermelésben nem csupán elméleti lehetőség, hanem számos országban már működő megoldás. A Google DeepMind együttműködése a brit National Grid energiaszolgáltatóval például azt célozza, hogy az AI a villamosenergia-igény előrejelzésében segítse a hálózat stabilitását. Az előzetes adatok alapján 15%-kal pontosabb előrejelzést nyújtanak, mint a hagyományos modellek. Indiában több AI-vezérelt napelempark bevezetésével 20-25%-kal csökkent a karbantartási költség, mivel a neurális hálózatok az időjárás adatok és teljesítményminták alapján előre jelezték a napelemek teljesítménycsökkenését vagy hibáit. Hasonló rendszerek működnek már Japánban és Kaliforniában is, ahol az AI valós időben irányítja a termelés és a tárolás összehangolását.

Okosotthon, okosenergia

Az AI- és az IoT-technológiák összekapcsolása révén lehetőség nyílik teljesen automatizált otthoni energiamenedzsment-rendszerek kialakítására. Egy tipikus „okosháztartás” napelemmel, inverterrel, akkumulátorral és érzékelőkkel van felszerelve, amelyeket egy központi MI-alapú algoritmus irányít. A rendszer folyamatosan tanulja a háztartás energiahasználati szokásait, figyeli a napsütéses órák számát és az energiaárakat. Automatikusan úgy dönthet, hogy napközben feltölti az akkumulátort, majd este, amikor drágább a hálózati áram, azt használja fel. Ezzel nemcsak költségmegtakarítás érhető el, hanem jelentős mértékben csökkenthető a hálózati terhelés is.

Etikai és szabályozási kérdések

Miközben az AI számos előnyt kínál, fontos szót ejteni az alkalmazás etikai és szabályozási kérdéseiről is. Az egyik fő kihívás a döntéshozatal átláthatósága: a mélyta-

nulásra épülő rendszerek gyakran ún. „fekete doboz” módjára működnek, azaz a felhasználó számára nem világos, milyen logika mentén jutottak egy adott döntésre. Az energiafogyasztási adatok elemzése ugyanakkor érzékeny információkat is tartalmazhat (pl. mikor tartózkodik otthon a család), így az adatvédelem is kulcsszerephez jut. Érdemes már a rendszer tervezésénél figyelembe venni a GDPR-előírásokat, és a „privacy by design” elvét alkalmazni. Végül a túlzott AI-függőség technológiai kiszolgáltatottságot is eredményezhet – ezt például hibrid, emberi felülvizsgálat kiegészített rendszerek csökkenthetik.

Jövőbeli fejlesztési irányok

Az MI-technológiák fejlődése új lehetőségeket teremt az energiaszektorban. Az egyik ilyen irány a kvantumszámítógépek integrálása, amelyek képesek lehetnek valós időben futtatni bonyolult energiahálózati szimulációkat – például egy egész ország energiaelosztását több ezer változóval modellezni néhány másodperc alatt. Emellett ígéretes terület az AI-alapú mikrogridek kialakítása, ahol kisebb, decentralizált energiahálózatok – például egy faluközösség vagy ipari park – önállóan, mesterséges intelligencia vezérlésével optimalizálják a termelést, fogyasztást és tárolást. Ezek a rendszerek gyorsan reagálnak az időjárás vagy piaci változásokra, és akár elszigetelten is működhetnek vészhelyzet esetén.

JEGYZETEK

1 Prediktív termelésbecslés: előrejelzés, amely tudományos alapú logikai levezetésen alapul, nem a hétköznapi jósláson. Gyakran használják a természet-tudományokban (fizika, kémia, matematika stb.). A már megismert és bizonyított törvényszerűségekből levonható következtetéseken alapuló előrejelzés.

2 Idősorelemzés: olyan módszer, amelyben meghatározott időközönként – évente, havonta, hetente stb. – mért adatok sorozatos mintáit elemezzük. Az elemzés célja, hogy feltárjuk az adatokban meghatározott mintázatokat, összefüggéseket (tendenciák, szezonális hatások), és ezeket használva előre jelezzük a várható jövőbeli értékeket a korábban megfigyelt alapján. (Forrás: Blackburnconsulting.)

3 Gépi tanulás: matematikai modellek használatával segíti a számítógépeket, hogy közvetlen utasítás nélkül tanuljanak az adatokból. A gépi tanulás algoritmusokkal azonosítja a mintákat, és előrejelzéseket készítő adatmodelleket hoz létre. (Forrás: AI.)

4 Mélytanulás: olyan gépi tanulás, amely lehetővé teszi, hogy a számítógépek az emberi agyhoz hasonló módon dolgozzák fel az információkat. Az ún. „deep” több neurális hálózatréteget foglal magában, amelyek segítenek a rendszernek az adatok megértésében és értelmezésében. Ez a technika lehetővé teszi a számítógépek számára a minták felismerését és az összetett feladatok kezelését, például a nyelvek fordítását és az autók autonóm vezetését. Hasonlóan ahhoz, ahogy az emberek tanulnak a tapasztalatokból, ezek a rendszerek idővel nagy mennyiségű adat elemzésével javítják képességeiket és pontoságukat anélkül, hogy manuális frissítésekre lenne szükségük az emberek részéről. (Forrás: SAP)

ENERGIATAKARÉKOS ÉS

KIVÁLÓ BELTÉRI

LEVEGŐMINŐSÉGET NYÚJTÓ

SZELLŐZTETÉSI

MEGOLDÁST KERES?



A lég- és klímatechnika a mi világunk!

**Rosenberg Hungária
Lég- és Klímatechnika Kft.**

2532 Tokodaltáró, József Attila út 34.

www.rosenberg.hu

info@rosenberg.hu

Bontás nélkül is megoldható!

KIS ÁTMÉRŐJŰ IVÓVÍZVEZETÉKEK BÉLELÉSE

Hiszünk benne, hogy munkánkkal egyre szélesebb körben ismertté tehetjük azokat a technológiákat, amelyek a sérült, korrodált csőpalástot, mint statikai elemet felhasználva, belülről képeznek új, szivárgásmentes vezetéket. Fontos kiemelni, hogy a felújítás alatt az épület rendeltetésszerűen használható!

A Paner Kft. korábbi cikkeiben ismertettük a permetezve bélelés, a hibapontjavítás és a bekötések, valamint a hosszú szakaszok kifordítva bélelésének technológiáját. Mindezek az eljárások minimális bejutási ponttal operálnak, tehát a hagyományos vezetékszakasz cseréjéhez képest jóval rövidebb az elkészülési idő, kevesebb a hulladék, a környezeti terhelés, a logisztikai teher.

Ezeknek az eljárásoknak azonban gátat szab a kezelendő vezeték átmérője. A DN70 nominális átmérőjű csövekben korlátokkal férnek el a bejuttató berendezések vagy az elhúzásokban elakadnak.

Az ivóvízvezeték házon belüli szakasza ezért mindeddig kimaradt a bontás nélküli béleléstechnológiák alkalmazási területéből.

Sokszor találkozhatunk rozsdabarna vagy kellemetlen szagú, zavaros csapvízzel. Az épületen belüli vezeték túlnyomó része fémből készült, minőségétől és korától függő mértékben rozsdás. A rozsdá pedig nemcsak a fizikai és kémiai minőséget rontja, de felülete jó kapaszkodó a nem kívánt mikroorganizmusoknak is, így biológiai veszélyt is jelent az ilyen ivóvizet fogyasztókra.

Létezik azonban megoldás! Az új eljárás kiküszöböli a kis átmérők nehézségeit, ez a RISAN System injektálós ivóvízvezeték-rehabilitáló rendszer.

A technológia sűrített levegőben lebegtetett hatóanyagokra alapoz, ezzel a szükségtelemmé teszi a csőbe helyezett elemeket és így akár 1/2"-s csövek kezelése is lehetségessé válik.

Az épület nyomóvezeték-rendszerét kisebb szakaszokra bontjuk, ezt a leválasztott szakaszt légmentesen lezárjuk, rácsatlakoztatjuk a technológia központi elemét, az elosztót. Az elosztó csatlakozik a kiszolgáló gépekhez.

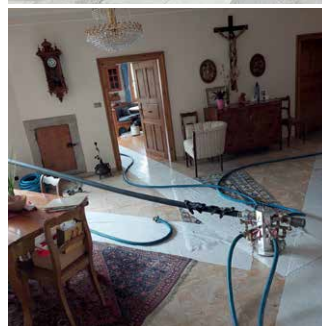
Az eljárás lépései azonosak a bélelési eljárásoknál megszokottakkal. Tisztítás, felületkezelés, gyantás bevonás, kikeményítés. Azonban mindezt egy nagyon részletes felmérés előzi meg. A tervezés és árajánlatadás feltétele az épület műszaki tervrajza. Amennyiben ez nem áll rendelkezésre, a vízvezetékrendszert nem jelölik, úgy személyes felmérés során jelölni kell a fel- és leszálló vezetéseket, végelzárákat, toaletteket stb.

Az első lépés a RISAN technológiánál a lecsatlakoztatott szakasz kiszárítása. Ezt egy nagy teljesítményű kazán forró levegőjével végezzük. Szükséges lépés a tisztítóanyag és a későbbiekben a gyanta problémamentes áramoltatásához.

Következő lépéssorozat a tisztítás, ami egyben a felületkezelés is, hiszen nagy tisztaságú kvarchomokkal végezzük. Az egyre kisebb szemcseméretű kvarchomokat körbeáramoltatjuk a zárt szakaszban, melynek egy külső állomása a leválasztó, ahol a szűrőrendszer elválasztja a szennyeződések, a különböző szemcseméretet, és így biztosítja a környezetkímélő újrahasznosítást.

A tiszta felületű, száraz csővezeték kezelésének következő lépése a gyanta bejuttatása, felhordása.

A zárt szakaszt magas: 6-8 bar nyomású, sűrített levegővel telítjük. Ebbe a közegbe injektáljuk a kétkomponensű epoxi műgyantát, amelyet közvetlenül az injektálás előtt kever össze egy speciálisan erre tervezett automata keverőgép. A nagy nyomás hatására a gyanta finom permitté oszlik és a szállító



közeggel, a sűrített levegővel körbeáramlik a szakasz minden pontjára. Egyenesen feltapad a letisztított csőpalástra.

A technológia kizárólag fém csővezetékben alkalmazható DN80 mm-nél kisebb nominális átmérőben, épületen belül. A talajban futó, épületen kívüli fémvezetékek túlzottan kitétek a hőmérséklet-különbségből adódó kondenzációnak és a talajnedvességnek, ez pedig lehetetlenné teszi a tökéletes szárítást.

Az eljárás nagy eszközigényű a kivitelezés oldaláról, ezért elsősorban nagyobb épületek hideg és meleg víz, valamint fűtési rendszerének reha-

bilitációjára javasoljuk, természetesen a magánházak bélelése sem jelent technikai akadályt.

A rendszer egyedülálló nemcsak a kis átmérő kompatibilitása miatt, hanem mert a vízzel érintkező gyanta rendelkezik a KTW-BWGL minősítéssel, valamint magyar, NNGYK ivóvíz-megfelelőségi minősítéssel.

Magyarországon a Paner Kft. kapta meg a lehetőséget az anyacégtől, hogy az ivóvízvezetékek rehabilitációjában partnerként képviselje és alkalmazza a technológiát.

A NAGY ÁTMÉRŐJŰ VEZETÉKEK BÉLELÉSE

Cikkünk első fele a kifejezetten kis átmérőjű vezetékek felújításáról szólt, de ejtsünk néhány szót a másik végletről is.



A Paner Kft. jellemzően 70–350 mm nominális átmérőben végez bontás nélküli vezeték-helyreállítást. Azonban a közületi, nagyipari és közművezetékek üzemben tartói hasonló problémákkal küzdenek, csak a méretek és az üzemhiba miatti nyomás sokkal nagyobb. Ezért szolgáltatásaink közé külön üzletágként beemeltük ennek a szegmensnek a megoldásait. A 400–3000 mm átmérőtartományban további fontos értékmérők a falvastagság, a statikai teherbírás, a nyomásállóság.

A béleléstechnikai megoldás csak méreteiben tér el a lakossági technológiáktól. Amíg egy kifordítódob a 300 mm-es vezetékekhez 120 kg és 1,2–1,5 m méretű, addig a nagy átmérők béleléséhez egy kamion rakterének felét elfoglalja a dob, és természetesen minden technológiai lépéshez gépesített eszközökre van szükség. Ezért a logisztika, a munkaterület előkészítés rendkívül fontos elem ezen a területen.

Ebben a mérettartományban jellemző megoldás az általánosságban üvegszálas technológiának nevezett eljárás is. Ebben az esetben egy előre impregnált üvegszálas szövetbélést húzunk a teljes vezeték szakaszba, sűrített levegővel feszítjük a csőpalásthöz, majd egy UV-fényforrással beindítva a kémiai reakciót, kikeményítjük a szorosan illeszkedő, de nem tapadó bélést. Egyedülálló módon – a megrendelő igényeit figyelembe véve – lehetőségünk van a két technológia kombinálására is.

További információkkal szívesen állunk rendelkezésükre!

*Tisztelettel,
Paner Kft.*

■ Igények és lehetőségek

Működőképes-e az érdemi forgalmi tervezés nélküli közlekedés?

Több mint harminc éve figyelem egyre növekvő aggodalommal a szakmai szempontok érvényesítési lehetőségének csökkenését a működtetés és a fejlesztés területén. A jelenségből eredő kockázatokra, a szolgáltatás színvonalának csökkenésére, a működés gazdaságosságának romlására – melyek az elégtelen mennyiségű és bizonytalan pénzügyi források mellett fokozottan jelennek meg – számos fórumon próbáltam felhívni a figyelmet. Eredmény nélkül. Az utóbbi években a Mérnök Újság három lapszámában (2022/10., 2023/4., 2024/1.) mutattam be néhány várható következményt, ám ezek egyike sem érte el az illetékesek ingerküszöbét, de még a szakma érintett területein dolgozókat sem.

Pintér László

Egyetlen bíráló, a megállapításokat cáfoló vagy azokkal egyetértő reagálás sem érkezett, a remélt vita – ami tisztázhatott volna félreértéseket – elmaradt, pedig egyes fejlemények arra mutatnak, hogy ezek hasznosak lehettek volna. Időközben az is kiderült: a területen dolgozók többsége nemcsak közvetlen partnereik lehetőségeit, teljesítőképességét, eredményességük feltételeit nem ismeri, de saját eszközeik legfontosabb tulajdonságait sem. Ebből pedig már jelentős ellentmondások és zavarok keletkeznek. A legfontosabb elvárás az előkészítő munkáktól ma egy prekoncepció igazolása, és a folytatás annak lehető leggyorsabb és legkisebb költségű megvalósítása felé tart. A várható következmények feltárása azonban már nem szerepel az elvárások között.

Egyidős a közösségi közlekedéssel

Indulásként célszerű átgondolni a forgalmi tervezés kialakulásának folyamatát és legfontosabb feladatait a szárazföldi közlekedés területén. Az első feltűnő jelenség, hogy a közösségi közlekedéssel gyakorlatilag egyidős tevékenység a megjelenése utáni első évtizedekben mennyivel egyszerűbb volt. Akkor a konkrét igény megjelenése után a forgalomtervező megha-

tározta az alkalmas kötőtpályás eszköz legfontosabb paramétereit a többi tervező számára. A gazdaságos működés feltételeit a magántulajdonos érdeke, a legtöbb bevétel elérése a legkisebb ráfordítással döntötte el. Az első új feladat a növekvő vonalmennyiség hálózatba szervezése volt, amelynek jelentős része a forgalmi tervezést érintette. A közel másfél évszázad azonban a tevékenységgel kapcsolatos elvárásokat lényegesen megváltoztatta. A műszaki fejlődés a feladatok közé emelte az eszközválasztást, a gazdaságos működés lehetőségének segítését és a megvalósítás során felmerült akadályok elhárításában való részvételt is. A zömmel épített adottságok – főleg a városokban – gyakran emelnek akadályokat a legcélszerűbb közlekedési megoldások elé.

Az állami feladattá vált közlekedés működésével kapcsolatos elvárások is átfogalmazódtak. A folyamatosan növekvő mennyiségi igények mellett megjelentek a minőségi követelmények, amelyek gyors eljutási lehetőségen túl kiterjedtek a megbízhatóságra, az utazás biztonságára, de kényelmére is. A mobilitási igény rohamos növekedése módosította a gazdaságossággal kapcsolatos elvárásokat is. A minél több utas megfelelő színvonalú kiszolgálásának elsőbbsége mellett az elkerülhetetlen ráfordításnövekedés kikényszerítette a nem indokolható kiadások csökkenté-

sét, melynek egyik módszere a gazdaságos eszközválasztás.

Egyszer régen

Induláskor a technikai fejlettség viszonylag egyszerű feladat elé állította a forgalmi tervezést. Az adatok értékelése után a paraméterek meghatározása és a menetrendek elkészítése rövidesen rutinfeladattá tudott válni. A működtetési feltételeket meghatározta az a körülmény, hogy a hálózat legnagyobb részét két egymással konkuráló magánvállalat építette ki és működtette, melyek elsődleges célja a maximális bevétel megszerzése volt. Az akkori adottságok mellett ezt a maximális utasszám elérésével próbálták biztosítani. Mivel egy új vonal vagy érdemleges hosszabbítás költséges és időigényes volt, elkezdődött az utasok többségét háztól házig való szállításának kísérlete. Ez rövid időn belül a 10 km-t meghaladó hosszúságú viszonylatok elterjedéséhez vezetett. A fő problémát azonban nem ez okozta – bár az erősödő zavarérzékenység autók nélkül is érezhető volt –, hanem a városközpont gerincútjain összetorlódtott villamostömeg. A BSZKRt megalakulásakor örökölt hálózaton 15 körüli olyan útszakasz volt, amelyen nyolc, vagy annál több viszonylat közlekedett, ami átlag 10 perces járatsűrűség mellett is óránként és irányonként 50-60 szerelvény áthaladását jelentette. A forgalomirányító



berendezéssel még nem rendelkező, több kanyarodó viszonylattal is terhelt csomópontok a percenként 4-5 jármű átengedését nem tudták teljesíteni. A közlekedés lelassult, utasleamaradást is okozó tömegek jelentek meg, miközben a csak egy viszonylattal kiszolgált körzetekben a 10 perc körüli járatsűrűség gyakran 20 perc körüli módosult. Az utasok véleményét a közlekedés minőségéről az akkori újságok jól közvetítették. Mindenesetre a villamoshálózat köztulajdonba vételét elsősorban a kialakult állapotok indították el.

A BSZKRT első éveiben kisebb intézkedések sorával próbálta a legsúlyosabb károkat kiiktatni, de ezek kevés eredményét belátva már az 1920-as években elindította a hálózat működtetését alapvetően módosító intézkedések kidolgozását. Ennek lényege, hogy az utasok többségének háztól-házig való szállításának elvét feladva, létrehozta a főútvonalakon közlekedő gerincjáratok és az ezekre ráhordó kisebb forgalmú járatok hálózatát. A Patz Sándor BSZKRT tanácsos által készített munka részletes számításokkal igazolta a várható eredményeket, amelyek a szolgáltatás színvonalának jelentős javulását, a gazdaságos működés lehetőségét is megteremtették. A tanulmányt a főváros vezetése elfogadta, megkezdődött az átállás. Ennek üteme ugyan nem volt rohamos, de a legnagyobb problémákat már az 1930-as években sikerült megoldani. Az

1939 utolsó napján érvényes menetrend szerint már egyetlen szakaszon sem lépte túl a viszonylatok mennyisége a hetet, de ötnél több is csak három szakaszon közlekedett. A legnagyobb forgalmat lebonyolító csomópontokon is jelentős volt a javulás. Az Astoriánál megszűnt a kanyarodó forgalom, a Nyugati téren a Váci útról érkező viszonylatok visszafordultak, a Kálvin téren át közlekedő viszonylatok száma megfeleződött. A közlekedés minősége érzékelhetően javult. A legforgalmasabb gerincvonalakon egyenletesebb lett a járatsűrűség, csökkentek a torlódások, az egész hálózaton gyorsabb és megbízhatóbb lett a közlekedés.

Zűrzavar

Az átállás folyamata az 1990-es évek kezdetéig tartott, de húszéves szünet megszakította. Az 1940-es évek államosítási hulláma a közlekedést lebonyolító vállalatokat is elérte, ami a BSZKRT-t is szétszakította. A villamos és az akkor rohamos fejlődésnek indult autóbusz üzemágazatok önálló vállalatokká váltak, a HÉV üzemágot pedig a – városi közlekedésben semmiféle tapasztalattal nem rendelkező – MÁV-hoz csatolták. Az intézkedésnek semmiféle forgalmi indoka nem volt, előkészítő forgalmi tervezés fel sem merült. A rendszer a főváros területén az első tíz évben még működött, a villamos- és az autóbusz-vállalat együttesen úgy-ahogy ki tudta szolgálni

a megnövekedett igényeket. A folytatásban azonban az eszköznövekedés nyomán visszatért a 30 évvel korábbi konkurenciaharc, újra a bevételnövelés lett a legfontosabb szempont. Ismét megjelent a háztól házig szállítás elve, magával hozva a „városnéző” hosszú viszonylatokat, azok összes korábbi hátrányaival. A zűrzavarnak a BKV megalapítása vetett véget.

E tevékenységet azonban erősen befolyásolta a gépkocsiforgalom folyamatos növekedése, amelynek hatására a közösségi közlekedést hasonló ütemű utasvesztés sújtotta. A több mint százéves közlekedési rendszer nem tudta a következményeket kezelni, a közlekedés állapotát egyre nagyobb mértékben külső tényezők határozták meg. Ennek nyomán a közlekedés speciális szakterülete, a forgalmi tervezés is egyre nehezebb helyzetbe került. Az 1990-es politikai és gazdasági rendszerváltás nyomán pedig tovább romlott a helyzet. Erős érdekérvényesítő képességgel rendelkező csoportok vélték népszerűségüket a közlekedés javításával növelni, ezek egyre nagyobb szerephez jutottak a közlekedés irányításában. A baj csak az volt, hogy szakmai felkészültségük hiányos volt és nem is erőltették ennek pótlását. A leggyakoribb jelszó ismét az átszállások csökkentése lett, amely elkerülhetetlenül magával hozta a 70 évvel korábbi „háztól házig szállítás” elvének feltámadását. A forgalmi

tervezés ismét nem került szóba. A következmények azonban nem változtak, a szolgáltatás csak kis csoportok számára javult, a nagy többség részére romlani kezdett. Az elv alapvető hibája, hogy nem veszi számításba az átlagos utazási távolságot, amely Budapesten a használt első járműre való felszállás és az utolsó utasról való leszállás között 5 km körül van. Az ezt bemutató hangerőgörbe induló oldala zárt, határa egy átlagos megállóhely távolság, a másik oldal határa nyitott. Az már matematika, hogy így az utazások 70%-a az induló oldalon van, a másik oldalon a távolság növekedésével az utasszám rohamosan csökken. A hosszú viszonylatok végére az induló körzetből már csak néhány % utas jut. Az ellentét viszont tízezreket érint. A kötőpályás hálózaton a több városrészre kiterjedő zavarok hatása, a csomópontok és a végállomások érzékenysége a járműsorrendre, az egyenetlen járatsűrűség, az ezekből eredően változó utaseloszlás több évtized után ismét megjelent a fővárosban.

A hosszú járatok először az autóbusz-hálózaton terjedtek el, az első villamost érintő beavatkozás a budai fonódó hálózat megalkotása volt. Ennek forgalmi tervezése azonban meglehetősen hiányosra sikerült. A megnyitás után kiderült, hogy a Móricz Zsigmond körtéren az új keresztvezető vonal a Bartók Béla úton is megnövekedett villamosmennyiséget visszatörleszt. Programmódosítással sikerült némi enyhítést elérni, de ma is rendszeres a Fehérvári úti leágazás előtti várakozás. A megemelkedő zavarérzékenység hatása, hogy egy napközbeni óbudai esemény nyomán negyedórán belül megszűnik a közlekedés a budai rakparton és harmadára csökken az Alkotás utcában. További negyedóra után utóbbi átkerül a Villányi útra, a külső Bartók Béla útra, végül a Rózsavölgyi leágazásra. A főtengeleynél számító Alkotás utca-Villányi út szakaszon napközben a járatsűrűség felváltva 3–6 perc a menetrend szerint. Egy 6 percre érkező járat késése már több mint kétszeresre növeli a különbséget.

A következő lépés a 2-es villamos három viszonylattá bontása volt a pesti Duna-parton. Az átlag 2–3 perces közlekedés mellett a Jászai Mari téri végállomáson esély sincs sorrendcserére és időkiegyenlítésre, egy megkészt járat a késést elkerülhetetlenül magával viszi a következő fordulóra. Márpedig egy közel 14 km hosszú járat – amelynek egyvágányú szaka-

szai is vannak (2B) – ritkán szokott tartósan pontosan közlekedni. A 2B megindításának célja egyébként forgalmi szempontból sem egyértelmű. Jelen formájában a Pest-erzsébet és Boráros tér között mozgatott férőhely 20%-át jelenti. Ha a cél az utasok tesztelése egy jelentősebb forgalomnövelés igényének felmérésére, az elképzelés teljesen átgondolatlan, a Duna-parti vonal kapacitása ugyanis érdemleges mértékben nem bővíthető. A Jászai téri végállomás egy viszonylatos üzemmódra készült, megállóinak mérete sem alkalmas hosszabb szerelvények fogadására. Közvágóhíd-HÉV kapcsolatot is ellátó végállomásról – amit a közeljövőben várhatóan még egy vasúti kapcsolat is terhelni fog – további járműveket átcsoportosítani is óriási kockázatot jelentene. Lehetséges, hogy az elképzelés olyan előnyöket kínál, amelyeket nem tud teljesíteni. Ehhez a projekthez egy alapos, prekonceptiómentes forgalmi terv nélkülözhetetlen lenne.

Többletterhelések

A közeljövőben kerülhet sor az anyalföldi és dél-budai villamosvonalak összekötésére a Bajcsy-Zsilinszky úton. Forgalmi tervezés szempontjából azonban ez a projekt is számos megválaszolatlan kérdést vet fel. Feltételezve, hogy a mozgatott férőhely arányos az utasmennyiséggel, az anyalföldi szakasz 20% többletet mutat. Az első problémát az okozza, hogy az ott közlekedő 3 kocsis Tátra szerelvények a Szabadság hídon üzemszerűen nem közlekedhetnek. Egyrészt a vágánytengely-távolság a 20 cm-rel keskenyebb kocsik korszakából maradt, a szélesítés pedig a híd méretadottsága miatt a forgalmi rend teljes átalakítását igényelné. Ennél is nagyobb gond azonban a híd teherbíró képessége. Ismert adottság, hogy a háború alatt felrobbantott híd újjáépítésekor ismeretlen eredetű, nehezen ellenőrizhető állapotú elemeket is felhasználtak. E miatt az első hidászszakvélemények már negyven évvel ezelőtt a villamos levételét szorgalmazták a hídról. A későbbiek ezen enyhítettek, de ehhez jelentős súly- és méretkorlátozásokat írtak elő. Valószínűtlen ezek további enyhítése, mivel a híd állapotában azóta nem történt érdemi változás. A hídon ma kizárólag a Ganz által gyártott ipari csuklós típus közlekedhet. Kétséges azonban, hogy a ma már több mint 50 éves kocsikból sikerül-e a hosszabbítás és a sűrítés miatti

emelt mennyiséget biztosítani. E témában is az előzőhöz hasonló mélységű és minőségű forgalmi terv készítése tűnik az első feladatnak.

Egyébként a projekt indoka is kétséges. Meghirdetett célja átszállásmentes kapcsolat létesítése Káposztásmegyer és Újbuda között. Arra nincs adat, hogy ma naponta hány utas utazik a két körzet között, melyek távolsága az átlagos utazási távolság több mint háromszorosa, és mekkora emelkedést remélnek a villamosvonalak összekötésétől? Az eljutási idő ma Káposztásmegyer és Móricz Zsigmond körtér között 45 perc, az összekötés után végig villamossal menetrend szinten is legalább 65 percre becsülhető, de a kiemelkedő zavarérzékenység mellett a várható eljutási idő 70–75 perc körül várható. Kérdés: az érintett utasok hány %-nak ér meg két – jó minőségű – átszállás megtakarítása naponta oda-vissza egy óra körüli utazási többletidőt?

Az ellentételek közül messze nem a legnagyobb az összekötés megépítése. Kapcsolódik hozzá a Szabadság hídi korlátozások valamilyen mértékű enyhítéséhez szükséges – negyven éve halasztgatott – munkák elvégzése, a járműtöbblet és a típusváltozások miatt szükségessé váló kocsiszínbővítések költsége is. A projektnek azonban elkerülhetetlenül hatása lesz a közúti közlekedés lebonyolítására. Erről a későbbiekben még esik szó, itt csak a legközvetlenebb hatások megoldására szükséges a figyelmet felhívni. Az összekötés – egy időben a pesti alsó rakparttal – csökkenti a Váci út – Bajcsy Zs. út észak-déli főtengelely kapacitását, valamint előirányozza a Nyugati téri felüljáró azonos hatású lebontását. E helyszíneknek kulcsszerepe van a város közúti közlekedésében, mivel hidak és a gerincutak hiánya ennek nagy részét a városközpontba kényszeríti. A pótlás nélküli kapacitáscsökkentés e körzetben a Nagykörút közösségi közlekedését is elkerülhetetlenül hátrányosan érinti. Ennek megoldása pedig már túl nő a pénzügyi ráfordítások határain. Nálunk sajnos nagyon erős a forgalomcsillapítás azon irányzata, amely kizárólag a gépkocsik pótlás nélküli kiszorítását véli hatásosnak. (A szóban forgó projekt is ezek egyike.) Több jel mutatja, hogy a parkolási és az éjszakai tárolási lehetőségek korlátozása a fővárosi körülmények között segíti a csillapítás eredményességét. Ez esetben azonban az

50% körüli „modal split” mellett a közösségi közlekedésre olyan terheléstöbblet hárulhat, amely egyes helyeken meghaladja a közösségi közlekedés mai eszközei teljesítőképességének határát. Ez a lehetőség azonban fel sem merül, az érintettek tudatában a közösségi közlekedés teljesítőképessége végtelen. A legnagyobb kockázatot az jelenti, hogy a többletterhelés hirtelen és nagy területeket érintve jelenik meg. Ez a téma is a forgalmi tervezés fogalmkörébe tartozik.

A földalatti és a nagykörúti villamos

A forgalmi tervezés hiányosságai legerősebben az M1 metróra átkeresztelt Millenniumi Földalatti Vasút fejlesztési elképzeléseiben jelennek meg. A vonal nem a kapacitásbővítés lehetőségének javítása érdekében került kéreg alá, az akkori városvezetés esztétikai megfontolások miatt nem engedélyezte az Andrássy úton való megépítését. A kialakult adottságok miatt a vonal szállítóképessége a kiemelkedő járatsűrűség ellenére 60 évig a gyenge forgalmú villamosok körébe tartozott. Az 1960-ban üzembe állított pótkocsikkal a szállítóképesség csaknem duplájára nőtt, de ezzel is csak a közepes szállítóképességűek csoportjába került. A vonal felújítása után 1973-ban a ma is közlekedő szerelvények kerültek forgalomba, ezekkel óránként és irányonként 4500-4600 férőhely mozgatható, ami még mindig a közepes kategória. A felújítással egy időben került sor az első fővárosi metróvonal átadására. Ennek lelkes fogadtatása is hozzájárult a földalatti vonalának a metróüzemághoz való átszervezéséhez. Az indok az a ma is vissza-visszatérő téveszme, amely szerint: ami föld alatt közlekedik, az metró. Ennek közel 50 évig nem volt jelentősége, de a közelmúltban Rákosrendező körzetének rehabilitációja keretében jelentős többletigények fogalmazódtak meg a vonallal kapcsolatban. Felvetésük óta sok minden változott, de a szállítási igények nem csökkentek. Már a lakótelep kiszolgálási lehetősége is kétséges, de a vasúti kapcsolat – amely kiegészülhet a repülőtéri kapcsolat fogadásával is – kiszolgálására a földalatti biztosan nem alkalmas. A vonal ma a legjobban kihasználtak egyike, mértékadó terhelésű szakasza a Hősök tere és a Deák tér között a teljes vonal háromnegyede. A vasútról érkező lökésszerű terhelés ál-

tal érintett szerelvények már a Hősök tere után túlterhelté válhatnak, ami a rendszer lelassulásával, a menetrend szétesésével járhat. A forgalmi tervezés visszaszorulása miatt az érintetteket senki nem tájékoztatja, hogy a vonal adottságai attól, hogy kinevezték metrónak, nem változtak meg. Különösen a vasúti kapcsolatok működőképességének bizonyítása nélkül kockázatos a jelenleg ismert tervek megvalósítása.

Egyébként a nagykörúti villamost is évtizedek óta fenyegeti a mai zárt rendszerből fonódó hálózati elemmé válás veszélye, a közelmúltban többször is felmerült a pesti fonódó a Nagykörút bevonásával. A vonal napi forgalma már ma is súrolja a metró igénylő tartomány határát, gyakran Európa legforgalmasabb villamosvonalaként hirdetik. Ennek megfelelően csúcsidőben minden menetvonal foglalt, sűrítési lehetőség nincs. A forgalomirányító rendszert is a menetvonalak legjobb kihasználhatósága érdekében kellett mó-



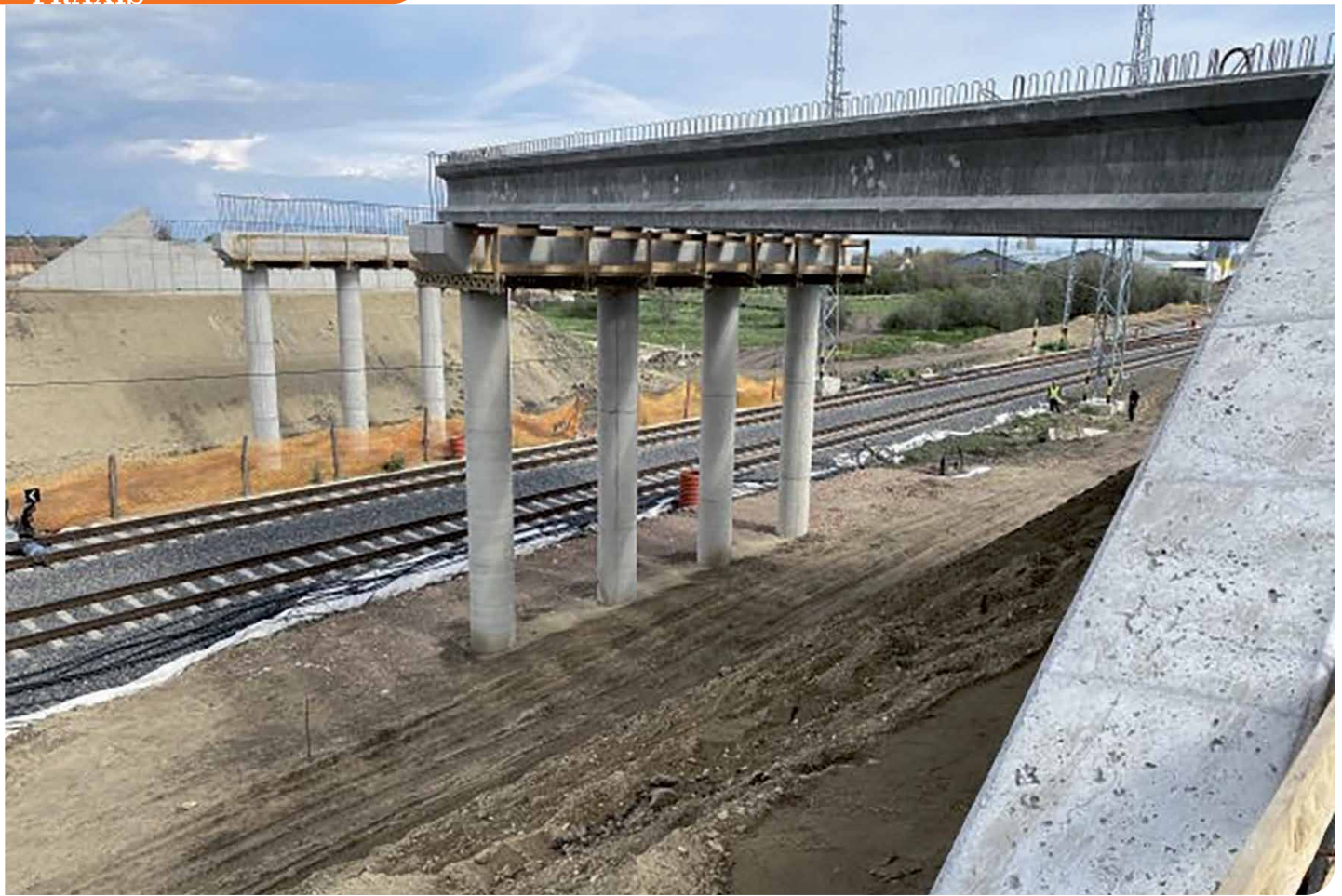
Az érintettek tudatában a közösségi közlekedés teljesítőképessége végtelen.

dosítani. A mértékadó terhelésű szakasz is hosszú, kisebb ingadozással a Margit híd és a Boráros tér között alakult ki. Ebben a helyzetben egy fonódó viszonylat csak a főirányból elvett menetvonalakat tudná használni. Ez azt jelenti, hogy a fonódó járat belépése előtti, illetve kilépése utáni szakaszokon egy nagykörúti járat kimarad, a következő dupla terhelés éri. Mindez ütemesen következik be, aminek hatására a menetrend szerinti közlekedés elkerülhetetlenül szétesik. E mellett a vonal megállóhelyeit is avval a feltételezéssel méretezték, hogy a megálló minden járat után kiürül. A kilépő szerelvényekre várók ütemesen zsúfolt peronokat hozhatnak létre. Egyébként a kiágazási lehetőségeket is mervé azok egyikén sem lenne indokolt a Nagykörúton közlekedő férőhelyű járművek közlekedése. A közel száz éve történt módosítás visszaállítása a főváros legnagyobb forgalmú vonalán jelentős színvonalcsökkenést hozhat. Forgalmi tervezés nélkül rendkívüli kockázatot jelentene az elképzelés megvalósítása.

Forgalmi szempontok

A forgalmi szempontok érvényesítése az elmúlt évtizedekben nemcsak a közösségi közlekedésben csökkent, a közúti közlekedés területén gyakorlatilag meg is szűnt. Az időszak legfontosabb eseménye a forgalomcsillapítás azzal, hogy nem foglalkozott a kiszorított gépkocsik által kiszolgált további utazási lehetőségével, eleve kizárta a forgalmi tervezést. E gyakorlat elvi alapja, mely szerint a gépkocsihasználat többsége luxuscélú, amely a kiszorítással el is tűnik, alapvető tévedés. Követői nem veszik tudomásul, hogy a XX. század második felében a gépkocsihasználat a többség számára az életvitel szerves részévé fejlődött, megrekedtek a múlt század közepén. Már annak megismerésére sincs igény, hogy a kiszorítások milyen mértékben csökkentették az útvonalak átbocsátóképességét? Például a kerékpárutak tervezési szabályzata részletesen előírja, hogy forgalmi méretezést mennyi időszaki forgalmi adatokkal kell végezni, de normaértéket nem tartalmaz, így az átbocsátóképesség ki sem számítható. Rendszeresen megjelenő adat, hogy egy-egy körzetben mennyivel több bejelentett gépkocsi van, mint szabályos megállási lehetőség. Arról azonban, hogy a tervezett kiszorítások érintettjeit hova lehet elhelyezni, még elképzelés sincs. A legnagyobb tévedés a P+R parkolókkal kapcsolatos. Folyamatos követelés nemcsak a bejárók, hanem a város központját érintő belső utazások gépkocsijainak P+R parkolóba terelése. Elkerülte azonban a figyelmet az igények és a lehetőségek közötti nagyságrendi különbség. Egyhektáros parkolóban 400 gépkocsi helyezhető el, száz db ilyen parkolóban 40 ezer. Egyetlen felmérés sem talált ekkora területet a főváros területén, ahonnan a továbbszállítás is biztosítható, miközben az igény százezres nagyságrendű. A bejárók helyzete sem kedvezőbb, a BKSZ 2010-es évek elején készített felmérése szerint a környék vasúti csatlakozási pontjai körzetében a bejárók gépjárművének alig több mint 10%-a számára lehet P+R helyet biztosítani. Mindezek megmagyarázzák, hogy több mint ötven év alatt e téren miért nem történt előrelépés.

Jelen írás remélhetően segít annak felismerésében, hogy átfogó forgalmi tervezés nélkül a közlekedés zavartalan működése nem biztosítható. Az is érzékelhető azonban, hogy ennek újraindításához komoly szemléletváltozásra is szükség van.



■ A Békéscsaba–Lőkösháza országos közforgalmú vasútvonal átépítése

A százhuszas

A 120-as számú, Békéscsaba–Lőkösháza–országhatár vasútvonal a transzeurópai vasúti áruszállítási hálózatban a Keleti/Kelet-Mediterrán TEN-T törzshálózati folyosó része, országos törzshálózati vasúti pálya, mely egyvágányú, villamosított, az engedélyezett sebesség 100 km/h volt az átépítés előtt.

Feldmárné Petrács Erika projektvezető, UTIBER Kft., Lada Tamás projektvezető, ECO-TEC Kft.

Magyarország egyik legforgalmasabb vasútvonala, fontos szerepe van a nemzetközi, fekete-tengeri kikötők felől Nyugat-Európába irányuló vasúti szállítások, illetve a békéscsabai és aradi kistérségek közötti közösségi közlekedés tekintetében. A 120-as számú vasútvonal átépítése a 2000-es évek elejétől kezdődően az országhatár irányába folyamatosan haladt napjainkig, és folytatódik is a vasútvonal ETCS átépítésével, várhatóan 2026. december 31-ig. Ennek az elképzelésnek volt fontos állomása a Békéscsaba (kiz.) – Lőkösháza (oh.) vasútfejlesztési projekt, mely pályaépítési, biz-

tosítóberendezési és távközlési, valamint kapcsolódó létesítményeivel együtt, nagy infrastrukturális beruházás egy olyan térségben, amely folyamatosan és dinamikusan fejlődik.

A vasúti pályakorszerűsítés a 120-as sz. vonalon, a 868+83 hm szelvénytől az országhatár 1171+39 hm szelvények között valósult meg. A vasútvonal érintett szakaszán a trianoni békeszerződést követően elbontásra került az egyik forgalmi vágány, így jelentősen lecsökkent kapacitással üzemelt a vonal. A beruházás egyik célja a kétvágányú közlekedés visszaállítása volt. A beruházás csökkenti egyidejűleg a nagy infrastrukturális beruházások ökológiai lábnyomát, hisz sokkal gazdaságosabb módon kínál alternatívát a közlekedés-



ben, áru fuvarozásban stb. A vasútfejlesztési projekt főbb adatai a teljesség igénye nélkül: átépült 78 vkm, ehhez beépült kb. 220 000 ttm³ zúzottkő, kb. 98 km felsővezetékekkel és azok oszlopaival (1205 db), az állomásokon (Kétegyháza, Lőkösháza) megépült 17 500 m² térkő a magas peronokon, melyeket a mozgáskorlátozottak liftekkel is meg tudnak közelíteni. Az állomási előterekben P+R, valamint B+R parkolók épültek, melyek kihasználtsága, már az építés alatt is igazolta szükségességét.

A rekonstrukció során megépült a második vágány, a teljes vonalszakaszt $v=160$ km/h engedélyezett pályasebességre kellett alkalmassá tenni, az állomásokat úgy kellett kialakítani, hogy azok megfeleljenek a teherforgalom jellegében bekövetkezett igényeknek, az utasforgalmat a lehető legmagasabb színvonalon tudják lebonyolítani, az uniós átjárhatósági feltételek mellett. Kétegyháza és Lőkösháza oldalrakodók épültek, melyek az áru rakodás felgyorsítását érintően, a logisztikát is megkönnyítik.

A pályaszakaszon a vasúti pálya átépítése mellett, korszerűsítésre került a biztosítóberendezés, a távközlés, az áramellátás, a felsővezetési rendszer, a műtárgyak, a térvilágítás, valamint egyes magasépítési létesítmények, illetve az ezzel kapcsolatos feltételeket megteremtő egyéb infrastrukturális fejlesztések.

Kétegyháza állomáson az átépítés előtt, a vasútvonalat térszínen keresztezte a 4434 j. közút, mely magában hordozta mindazokat a kellemetlenségeket, amit



az autóvezetők tapasztalnak, hosszabb sorompó zárásokkal, melyek a vasúti szerelvények mozgatásából adódtak. Ezt a kellemetlenséget a projekt megvalósítása során – együttműködve Kétegyháza önkormányzatával, és a Magyar Közút Nonprofit Zrt.-vel – külön szintű közúti műtárgy megépítésével orvosoltuk.

Megoldásra került a vágány víztelenítés, valamint a térség vízepítése, mely indokolt volt a belvizes időszakok során tapasztaltak okán.

Átépültek a közmű hálózatok, kiváltások, védelembe helyezések, vagy új nyomvonalak kiépítésével.

Az állomási épületek (Kétegyháza, Lőkösháza) rekonstrukciója, belső tereinek funkcionális átépítésével, egy modern, huszonegyedik századi technológia segítik a

vasúti személyzet munkáját, az utazóközönség kiszolgálását, illetve a vasúti szerelvények mozgatásának irányítását.

A műszaki megvalósításhoz szükséges létesítményeknél szorosan együttműködtek a hatóságok, önkormányzatok, a MÁV Pályaműködtetési Zrt., a közműszolgáltatók, a Natura 2000, a vállalkozói konzorcium, a mérnökszervezet (Békés Vasúti Mérnök Konzorcium) és a megrendelő (ÉKM).

64 db létesítési engedéllyel rendelkező szakági objektum – és a nem engedélyköteles területeken még több – valósult meg a projekt során, melyek használatbavétele, vízgazdálkodási helyezési, végleges forgalomba helyezési eljárásai zajlanak az érintett felek között.

A vállalkozó feladata volt még a kivitelezés során a román vasúthálózathoz történő csatlakozás kiépítése, az ehhez kapcsolódó minden egyeztetés és egyéb felmerülő teendő elvégzése.

A projekt megvalósulása során fokozott odafigyeléssel kezeltük a nyílt vonali szakaszokat érintő NATURA 2000-es területeket, az élővilágot, növényzetet. A kisállatoknak, hulladékoknak átjárókat építettünk, a vasúti pálya melletti területeken védett gyepeket találtunk az előkészítési munkák során, melyek átültetésre kerültek a nemzeti park gondozásával. A madárvilágnak a keresztező vezetékeknek madárvédelmi berendezéseket szereltünk fel az oszlopokra. Költségi időszakban a zajjal járó munkákat úgy ütemezte a vállalkozó, hogy ezek a tevékenységek ne befolyásolják zavaróan a folyamatot. Éves szinten jelentéseket készítettünk a környezetvédelmi hatóság felé. Aktív és passzív zajvédelmi beavatkozásokat hajtottunk végre a vasút mentén. A településeken nyílászáró cserékkel, a vasúthoz közeli objektumoknál zajárnyékoló falakat, Békéscsaba és Szabadkigyós között, Kétegyháza állomáson, valamint Lőkösháza állomáson – ezzel is csökkentve a vasút forgalmi zajából adódó káros zajhatásokat.

A vasútvonal rekonstrukciója során egy jelentős közúti korrekció is megvalósul az Eleki 4444 j. közútnál, mely a vasúti keresztezést így biztonságosabbá tette. A vasútfejlesztési projekt megvalósulása során a Magyar Közút Nonprofit Zrt. a településeket érintő közutakat is felújította, így a környék infrastrukturális fejlődése is elindult, mely a térség fellendülését is elősegíti.

A vonalszakasz ünnepélyes átadására szeptember 23-án került sor.

■ A szolgálati szabályzatnak megfelelően

A bankár és a mérnök

A Soroksári út egyik oldalán sínek, szemben kerítések futnak a végtelenbe. Mögöttük elvadult fák, bokrok között rozsdás csövek, tartályok, géproncsok hevernek. Az itt-ott még álló dűledék épületeket új, rikító tarka, dobozforma raktárak, üzemek követik. A lapos ipari vidék sivárságából hirtelen magasodik fel egy merész vonalvezetésű építmény. Földszintjén és két emeletén szögletes, a harmadikon félkör forma, legfelül játékos, trapéz alakú ablakok, az ablakok között masszív pilérek állnak. A hatalmas, erőt sugárzó tömböt furcsa kis torony koronázza.

Laczik Bálint

A hajdani Fegyver- és Gázkészülékgyár központi üzemcsarnoka a modern magyar ipari építészet első és az egyik legsikerültebb alkotása, az egykor itt dolgozók pedig technikátörténetünk egy különösen érdekes fejezetének szereplői. Az Osztrák-Magyar Monarchia első nemzeti fegyvergyára 1887-ben, Magyar Fegyver- és Lőszergyár Rt. néven alakult. Az osztrák Union Bank finanszírozta cégtől báró komlóskeresztési Fejérváry Géza (1833-1914) hadügyminiszter 180 ezer darab 88 M Mannlicher puskát azonnal meg is rendelt. A sikeres teljesítés előfeltétele ötven darab mintafegyver elkészítése volt. A szétszedett Mannlicherek összekevert, majd véletlenszerűen kiválasztott alkatrészeiből hibátlanul működő puskákat kellett összerakni. Az átvételt tovább nehezítette, hogy a magyar gyártmányokra az ausztriai Steyr fegyvergyárban készült puskák alkatrészeivel is teljes csereszabatságot írtak elő.

A szükséges gépeket, szerszámokat, mérőeszközöket a Ludwig Loewe & Co. berlini cégtől kívánták beszerezni, a német vállalat azonban a brit Greenwood & Batley cégnek engedte át a megrendelés teljesítését. A fegyverek rajzdokumentációit, a gyártásközi és átvételi idomszereket, továbbá az idomszerek szabatságát vizsgáló ellenidomszereket a Steyr cégnek kellett volna átadnia a fiatal magyar vállalatnak. A teljesítés hatalmas kudarcba fulladt. A súlyos határidő-mulasztást, majd a nehezen elkészült mintafegyverek gyenge minőségét a vállalat vezetése azzal pró-



Sakkozó munkások sztrájk idején a fegyvergyárban (Fortepan)

bálta magyarázni, hogy a gépek, rajzok és idomszerek lassan, sőt gyakran hibásan érkeztek; némelyeket a hazai gyár egyáltalán nem is kapott meg. A sikertelen mintagyártás igazi okait és felelőseit keresve a magyar parlamentben hosszú napokon át folyt a „fegyvergyári vita”. A lapok részletesen tudósították a kemény szópárbajokat; a képviselők az ülésteremben széles gesztusokkal mutogatták a szerszámokat, idomszereket és ellenidomszereket.

Az új fegyvergyár

A rendelést a hadügyminiszter lemondta, a Magyar Fegyver- és Lőszergyár Rt. 1890-ben csődöt jelentett be. A felszámolást

követően az üzem Külső Soroksári út 158. alatti telephelyén, az épületeket és eszközöket átvéve, 1891-ben megalakult a Fegyver- és Gépgyár Részvénytársaság. A gyárat 1893-ban az alapító Magyar Ipari és Kereskedelmi Bank Rt.-től a Magyar Általános Hitelbank vásárolta meg. Az új fegyvergyár már sikeresen tudta teljesíteni a Monarchia közös és magyar hadseregének rendeléseit.

Az üzemben a Monarchia hadseregeiben rendszerbe állított, továbbfejlesztett M95 Mannlicher puskák és Roth-Steyr pisztolyok mellett általános célú, valamint a fegyveripar igényeit kiszolgáló egyedi szerszámgépeket készítettek. Különösen érdekes volt a bonyolult formájú fegyver-

alkatrészeket megmunkáló, arkhimédészi spirális forma hátfelülettel kiképzett profilmarók gyártására kifejlesztett, saját tervezésű és gyártású hátraesztergapad.

Parlamenti ellentéteiket félretéve a kormánypárti és ellenzéki képviselők 1893. április 28-án együttesen, vidám kiránduláson szemlélték meg a fegyvergyár boszorkányos látnivalóit. A frissen elkészült puskák próbálvéseit két papi hivatású honatya adta le.

Jó befektetés

1896-ban a Hitelbankot irányító testület a gyár vezérigazgatójának Epperlein Oszkár (1844–1903) gépészmérnököt nevezte ki. A rendkívül tapasztalt szakember korábban a Prágai Hajógyár Rt.-nél, később a Danubius Hajó- és Gépgyár Rt.-nél töltött be műszaki felső vezetői munkaköröket.

Rudolf Diesel (1858–1913) találmánya, a kompressziós gyújtású robbanómotor egy kiemelkedően magas hatásfokú hőerőgép lehetőségét kínálta. Az eredeti elképzelés szerint üzemanyagként finom porrá őrölt szénét használt a motor. Az alig-alig működőképes szerkezet még igen messze volt az ipari igényeket kielégítő, megbízható gyártmánytól. Diesel hosszan elhúzódó kísérletek sorozatával igyekezett találmányát piacképesse tenni. Legfontosabb munkatársa, a használható Diesel-motor kidolgozásának központi alakja Erney Mór (1877–1948) magyar gépészmérnök volt. Erney 1910–1921 között a Ganz és Társaság budapesti cégének vezető főmérnökeként irányította a Diesel-motorok fejlesztését és gyártását. 1921 után az Ikarus Hűtő és Fémárú Rt. műszaki vezetője lett. Új cége a teljes magyar gépjárműipart ellátta motorhűtőkkel. Ebből a gyárból fejlődött ki később a világhírűvé lett Ikarus Karosszéria és Járműgyár.

A XIX. század utolsó éveiben a Monarchia hadseregeinek igényei nem kötötték le a fegyvergyár hatalmasra bővült gyártási kapacitásait. A magasan képzett szakembergárda és műszaki kultúra hasznosítására Epperlein az akkoriban még meglehetősen kockázatos újdonságnak számító Diesel-motor fejlesztésére és gyártására tett javaslatot. A bankárok jó befektetésnek ítélték a kompressziós gyújtású motorok témáját.

1899-ben a Hitelbank és Weiss Manfréd Fegyver- és Gépgyára megalapították a „Részvénytársaság Diesel-motorok gyártására” nevű vállalatot. Ez megvásárolta,



majd továbbadta a Diesel-féle szabadalmakat a Fegyver- és Gépgyár Rt.-nek, valamint még négy másik hazai cégnek. Siker csupán a Soroksári úton született.

A fegyvergyárban gyorsan felállított motorfejlesztő iroda, az iroda munkáját támogató kísérleti és az eredmények alapján motorokat gyártó üzemegységek vezetője Böszörményi Jenő (1872–1957) gépészmérnök volt. A német partnertől megkapott szabadalmi rajzok azonban nem voltak alkalmasak a gyártás beindítására, a motorokat megannyi kísérlettel teljesen újra kellett tervezni. Kemény munkával született meg az a sikeres szerkezet, amelyet Rudolf Diesel a saját találmányáról szóló előadásaiban és könyvében „ungarische Bauart” típusként nevesített.

1900-ra a fegyvergyár jelentősen bővítette termékassortimentjét. A gyalogsági fegyverek, esztengapadok, maró-, köszörő- és fűrészgépek, ágyútarozékok, löveg-irányzékok mellett megjelentek a különféle robbanómotorok. A legkeresettebbek az 50–60 lóerős dízelgépek voltak, gyártottak azonban 500 lóerő teljesítményűeket is. Az első világháború kezdetéig kb. félezer

motor készült. A cég nemzetközi kapcsolatai erősödtek, a XIX–XX. század fordulójára a fegyvergyár a Hitelbank legeredményesebb üzeme lett.

A fegyvergyár épülete

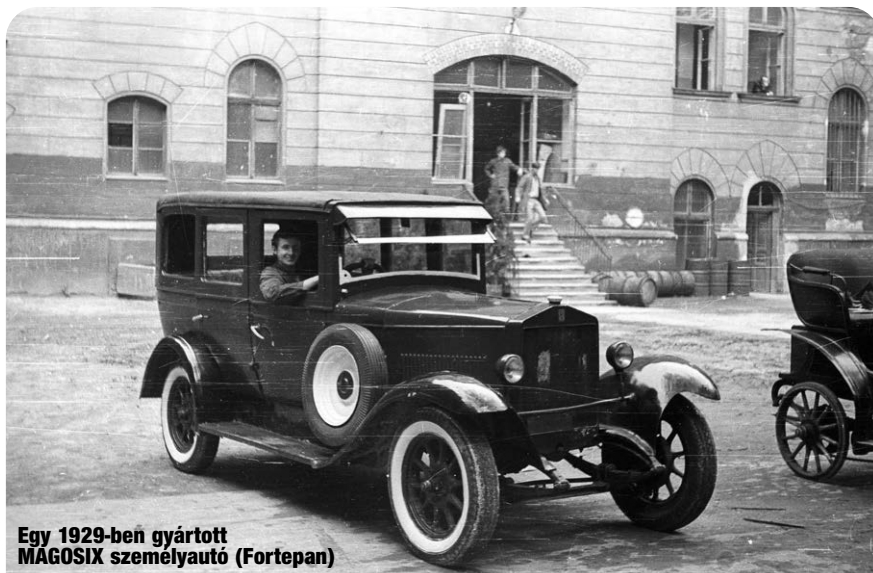
A gyártelep emblematikus „négyemeletes” a kor legkiválóbb vasbetonszakértő mérnök párosa, Gut Árpád (1877–1948) és Gergely Jenő (1880–1974) tervezte. (A jelen cikk szerzőjének négy évig volt munkahelye e nagyszerű épület.) Gut és Gergely nemcsak munka- és üzlettársak, hanem jó barátok is voltak, a budapesti Falk Miksa utca 24. szám alatt virágzó tervezőirodát vezettek. 1908 és 1920 között, együttes munkálkodásuk eredményeként 173 híd és 654 (!) további vasbeton és acélszerkezetes gyári, ipari létesítmény, víztároló, víztorony, gabonasiló, székház, katonai bázis, továbbá köz- és lakóépület született. A fegyvergyár 1913–1915 között emelt, háromhajú épülete alatt kialakított hatalmas pincerendszer kezdetben raktárként, a második világháború idején mint légvédelmi óvóhely szolgált. A kisebb és közepes méretű repülőbombák ellen hatékony védelmet nyújtottak az épület tetején elhelyezett, fémforgácsból összepréselt bálák.

Az óriási ablakokat elválasztó hatalmas, függőleges gerendák tartják az egyes szintek különlegesen nagy teherbírást, alul bordázott, kiváló rezgéscsillapító monolit földemjeit. Az üzem nehéz forgácsoló- és sajtológépeinek, felületkezelő berendezéseinek telepítését az épület mindkét végén

a lépcsőházak alacsony fokmagasságú, széles lépcsői és a félemeletenként kialakított nagy fordulóit könnyítették meg. A tetőn álló tornyocskák és a kis torony folytatásában a pincszintig kiépített függőleges akna a sörétygártás régi, ötletes eszközeként szolgált. A toronyból leejtett, megolvasztott ólomcseppek elvileg tökéletes gömb alakban szilárdultak meg. (A szabadon eső sörétszemek – szép régi szóval „lőgöbecsek” – gömb formára alakulásának szabatos, egzakt magyarázatát a speciális relativitáselmélet adja meg.)

Gut Árpád (eredetileg Ármin), a már egyetemi hallgató korában is feltűnően tehetséges és szorgalmas fiatal szakember az első világháború idején Przemysl erődtírményében katonáskodott. A „nagy háború” borzalmas ostromának leghíresebb emléke a hadműveleteket végigszenvedő Gyóni Géza (1884–1917) „Csak egy éjszakára...” című megrendítő költeménye. Az osztrák-magyar hadvezetés 1915. március 23-án feladta az oroszok által rommá lőtt, kiéheztetett Przemyslt. A kapituláció után Gut és Gyóni – sok tízezer bajtársukkal együtt – orosz hadifogolytáborba kerültek. Háromévnnyi hadifogságból hazatérve Gut mérnök lelkesen vetette bele magát a munkába. A Magyarországon mindinkább kibontakozó antiszemitizmus elől azonban 1920-ban Erec Izraelbe vándorolt ki. Gut új hazáját is jó néhány remek alkotással ajándékozta meg, neve máig a legkiválóbb zsidó építőmérnökként emlékeztet. Életművének egyik különösen érdekes darabja, a szíriai Racca városában, az Eufrátesz fölött emelt híd 1942-ben, elképesztő körülmények között készült. A közel-keleti brit haderő csapatainak és nehéz technikájának biztonságos visszavonulásához nélkülözhetetlen hídon elhelyezett emléktábla szerint „Itt áll a Gut híd, amelyet építőjéről neveztek el, aki három nap alatt tervezte, négy hónap és huszonkilenc nap alatt építette fel, és a tavaszi áradások idején is folytatta munkáját. A gerendákhoz ellenséges tűzben kiégett olajoshordókat használtak, a pilléreket bagdadi és más távoli helyekről származó, használaton kívüli olajkútúró csövekből állították össze.”

Gut üzlettársa és jó barátja, Gergely (Gutmann) Jenő 1920-tól egyedül vezette tervezőirodájukat. Itt kapott munkát az első magyar műegyetemi diplomát szerzett hölgy, a később külföldön is nagyon sikeres statikus mérnök, Pécsi Eszter (1899–1975).



Egy 1929-ben gyártott MAGOSIX személyautó (Fortepan)



Magyar katona Frommer Stop M12 pisztollyal (Fortepan)

Az önműködő
FROMMER-PISZTOLY

a szakértők zsebpisztolya!

**Kilen clövetű.
7.65 mm. kaliberű.**

Az egyedüli pisztoly a világpiacra, amelynek esése, lövés közben épp olyan erősen és megbízhatóan van elzárva, mint a legújabb katonapuskáké, tehát a lovónak

a legnagyobb biztonságot

és a legkifinomultabb lövészi eredményt nyújtja és e mellett könnyelműen zsebben hordható. Háromszorosan biztos tőle van legkövetlenebb kivételben. Félkezzel kényelmesen felhúzható és bármikor leereszthető rakása.

Minden részében teljesen kicserélhetően gépmunkával készült a

Fegyver- és Gépgyár R.T.

Budapesten.

Kapható a bel- és külföldi minden jobb fegyverkereskedésében. Különféle nyelvi leírás díjmentesen rendelkezésre áll.

Gergely a holokausztot Budapesten élte túl, a magyar építészszakma megbecsült alkotójaként emlékezünk rá. Számos nagyszerű műve ma is áll, egyik legszebb alkotása a Siófok jelképévé lett víztorony.

A „szakértők zsebpisztolya”

Epperlein Oszkár 1903. április 2-án váratlanul meghalt. A Hitelbank felügyelőbizottsága Tobisich Ferenc főmérnököt a fegyvergyár műszaki, Frommer Rudolfot (1868–1936) a cég kereskedelmi igazgatójának nevezte ki. Az új kereskedelmi vezető mindennél fontosabbnak tartotta a fegyvergyártást, a dízelmotorokat a gyártól idegen termékeknek tekintette, fejlesztésüket és gyártásukat szembeötlő módon akadályozta. Böszörményi és a motorral foglalkozó mérnökcsoport rövidesen kénytelen volt elhagyni a fegyvergyárat. A francia Sociéte Anonyme Westinghouse cég Aradon alapított üzemet, ennek vezetőjeként kapott munkát Böszörményi. Később a MARTA Autó R. T. műszaki igazgatója lett, majd 1924–1931 között a Magyar Általános Gépgyár (MÁG) automobil-gyártását vezette. Irányítása alatt születtek meg a teljesen hazai tervezésű és sorozatban gyártott MAGOMOBIL és MAGOSIX gépkocsik, az egyedüli magyar személyautók. Böszörményi hazai és külföldi szakfolyóiratokban számos igényes tanulmányt is publikált. Színes alkotói pályafutása végén azonban ismét szembetalálkozott a fegyvergyár nagy hatalmú kereskedelmi igazgatójával.

Frommer Rudolf a Kereskedelmi Akadémia elvégzése után a Magyar Általános Hitelbankban kezdett dolgozni. Néhány jelentéktelen szépirodalmi próbálkozást követően 1896-ban 3000 börzei szak kifejezést fordító német-magyar tőzsdéi szótárt jelentetett meg. A szótárnak, szorgalmának és szép kézírásának is kö-

szönhetően gyorsan emelkedett a ranglétrán. Előmenetelét bizonyára az is segítette, hogy 1897-ben beházasodott a bankelnök Kornfeld Zsigmond családjába. Ebben az évben a bankot igazgató tanács Frommert a fegyvergyár egyik cégvezetőjének nevezte ki. Bár semmiféle műszaki képzésben nem részesült, 1898-ban Frommer a saját nevén jelentette be „Önműködően fölhúzó és töltő, valamint biztonsági szerkezet lőfegyverek számára” című szabadalmát. A szabadalom szerinti, csupán 200 példányban elkészített első Frommer-pisztoly 1901-ben jelent meg. A forgó zárfejes, merev reteszelésű, hosszú csőhátrasiklásos fegyver különleges, egyéni lőszerét töltőléccel lehetett tölteni. A továbbfejlesztett, már cserélhető tárat és a nemzetközileg elterjedt 7,65 mm-es Browning Short töltényt használó 1906 M konstrukcióból kb. 2000 darabot gyártott az üzem. Az 1910-ben bemutatott, kismértékben átalakított pisztoly hozta meg az állami és a civil megrendeléseket. A „szakértők zsebpisztolyának” hirdetési elárasztották a hazai folyóiratokat. A havi 5 koronás törlesztéssel kínált fegyvert 80 koronáért, az állami alkalmazottnak ugyanezen részletekkel 72 koronáért lehetett megvásárolni.

Karabélyok, kurtályok, szuronyok, géppuskák és Frommer-pisztolyok

A fenyegetően közelítő háború a Soroksári úti gyárnak komoly fegyverrendeléseket hozott. A technológiai és üzemszervezési fejlesztések eredményeként 1912-re 100-ról 1200-ra emelkedett a naponta elkészült Mannlicher puskák és karabélyok száma. Gyártani kezdték az első és a második világháborúban a magyar hadsereg által használt Schwarzlose géppuskákat, valamint a tisztek és tiszthelyettesek egyéni fegyvereként rendszeresített, polgári személyek által is megvásárolható Frommer Stop pisztolyokat.

A világháború harctéri tapasztalatai alapján új fegyvertípusok alakultak ki. A legtöbbnyire állványra szerelt, vízzel hűtött, nehéz géppuskák mellett megjelentek a könnyebb, mozgékonyabb golyószórók és a géppisztolyok korai változatai. A magyar fegyvergyár egyetlen próbálkozása az 1917-ben készült „rohampisztoly” volt. Az 1915-ben bevezetett és igen hatékony olasz Villar Perosa gépfegyver mintájára két darab, markolataikkal felfelé

fordított Frommer Stop pisztolyt közös állványra szereltek, és 40-40 darab töltényt befogadó tárákkal, folyamatos sorozatlövésre alakították át. A 82393 lajstromszámmon szabadalmaztatott elsőtű szerkezettel kialakított rohampisztoly nem vált be, a fegyvergyárban továbbra is a korábbi, változatlan konstrukciók készültek.

A világháború végéig a nagyra nőtt üzem a Mannlicher puskák, karabélyok, kurtályok, szuronyok, Schwarzlose géppuskák, Steyr és Frommer-pisztolyok hatalmas mennyiségét állította elő. A hazai fegyveripar terén elért érdemeiért 1914 elején I. Ferenc József Frommernek nemességet és a „fegyverneki” előnevet, később, a világháborúban kifejtett tevékenységéért udvari tanácsosi kinevezést adományozott. 1926-ban Horthy Miklóstól a II. osztályú Magyar Érdemkeresztet, 1928-ban a felsőházi tagságot, a Mérnöki Kamarától 1929-ben a tiszteletbeli gépészmérnöki címet kapta meg.

Frommer 1899-1935 között 106 darab, a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatal nyilvántartásában szabadon kutatható szabadalmat jelentett be. A számos országban is levédetett találmányok nagyrészt csupán egyes részekre vonatkoznak, a változatlanul hosszú csőhátrasiklású fegyverekbe épített elsőtű-, lőszeradagoló, biztosító-szerkezet néhány elemének alaksajátosságait és kapcsolatát írják le.

Frommer műszaki pályafutása során két szakmai cikket publikált: a Magyar Szemlében (XV., 1932. május-augusztus, 135-142. o.) „A korszerű tömeges gyártásról”, valamint a Matematikai és Természettudományos Értesítőben (1934, 289-298. o.) „A gépipari javaknak kicserélhetően szabatos tömeges gyártásáról” címmel. Eltérő címükön túl a cikkek szóról szóra megegyeznek.

Frommer három évtizedes fegyvergyári igazgatósága mellett számos magas ipari vezetői megbízást is betöltött. 1936-ban a csődbe ment egyetlen magyar személyautógyár felszámolását irányította, és a szanálás során tette utcára Böszörményi Jenőt.

A 7,65 és 9 mm-es űrméretű Frommer Baby „mellényzsebpisztolyt” a Soroksári úti üzem 1912-1929, a Baby konstrukciójával teljességgel egyező, csupán arányosan megnövelt méretekkel készült Frommer Stop fegyvert 1912-1945 között gyártotta. A Frommer Stop az Osztrák-Magyar Monarchia, a Tanácsköztársaság, majd a Horthy-hadsereg egyik rendszeresített hadifegyve-

re lett. 1921-ben jelent meg a 6,35 mm-es Frommer Liliput. Valamennyi típust civil forgalomban is meg lehetett vásárolni.

A Frommer-pisztoly működési zavarait részletesen elemezte a Csendőrségi Lapok 1925 évi 22. számának egyik cikke. A szerző, Kubay Oszkár főhadnagy a tüzelés közben gyakran elakadó lőszer vagy lőszerhüvely eltávolításához egy megfelelően hosszú, erős vasszeg csőbe kalapálását ajánlotta.

A pisztolyok hatalmas hirdetési kampánya nem volt eredménytelen. A két világháború között megjelent újságok sok száz gyilkossági és öngyilkossági hírében bukkant fel az elkövetéshez használt valamelyik Frommer-pisztoly neve.

Az első világháború után a magyar fegyveripart a győztes hatalmak kemény korlátozásai sújtották, a fegyvergyár termelése erősen visszaesett. Jövedelmező, piacképes gyártmányai csupán az üzem nevével szabadalmaztatott konyhai mérlegek, a kis kaliberű leventepuskák és a valóban új fejlesztési eredményként bevezetett vadászfegyverek maradtak. Az antant ellenőrei elől rejtve dolgoztak az 1920-ban alapított Danuvia Ipari és Kereskedelmi Rt. gyárában az új, sorozatlövő fegyverek konstruktőrei. Gebauer Ferenc (1888-1958) legsikeresebb találmánya a repülőgép légsavarkörén át tüzelő, a motorral szinkronizált géppuska volt, Király Pál (1880-1953) az első, modern magyar géppisztolyt alkotta meg.

A könnyű kezelhetőség, elakadásmenyes működés mellett fontos kérdés, hogy tartós használat során mennyire melegszik fel a fegyver. A saját kezűleg végrehajtott kivégzések Guinness-rekordere mindmáig Vaszilij Mihajlovics Blohin (1895-1956) szovjet vezérőrnagy. Sztálin legfőbb ítélet-végrehajtójához hasonlóan gyilkoltak az auschwitzi haláltábor hóhértjai, Otto Moll SS-Hauptscharführer (1915-1946) és Erich Muhsfeldt (1913-1948) SS-Oberscharführer. Rettenetes tevékenységeikhez, naponta olykor több száz áldozat tarkólvéséhez az akkoriban ismert fegyvertípusok alapos kipróbálása után a német Walther PP pisztoly bizonyult legalkalmasabbnak. A Frommer-féle pisztolyok azonban – a szolgálati szabályzatnak megfelelően – ott voltak a Frommer Rudolf családtagjait és hitsorosait 1944-ben kísérő magyar csendőrök derékszíjain...

JEGYZET

* <http://firearms.96.lt/pages/villarperosa>

Milyen színű a valószínű?



Az időprésben és hatalmas információ mennyiséggel terhelt mérnöki gyakorlatunkban, főleg a projektek megfelelőség-ellenőrzése során az egyes kockázatok kezelésénél jól vagy rosszul, de igyekszünk alkalmazni a matematikát is. Sajnos sok esetben helytelenül ítéljük meg bizonyos események bekövetkezésének valószínűségét. A valószínűségek ingoványos világában nehéz

eligazodnunk, gondoljunk csak a hétköznapi kérdésekre, amelyek korrekt válaszokat igényelnek: Milyen szerepe van az életünkben a véletleneknek? Miért nem jó, ha sztereotípiákban gondolkodunk? Hányszor végzünk – a tudtunkon kívül – valószínűségi számítás? Milyen látszólagos ellentmondások akadályozzák, hogy pontosan ítéljünk meg egy helyzetet?

A Nemzeti Kulturális Alap és a HUN-REN Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet támogatásával, a Typotex Kiadó gondozásában megjelent *Milyen színű a valószínű? – A véletlen matematikája* című könyvben a szerző arra keresi a választ, miképpen hatják át a valószínűségek a mindennapjainkat, hogyan függ össze a matematikai és a kritikai gondolkodás, és miért számít legtöbbünk számára nehéz terepnek a valószínűségek világa. Világos, gyakorlatias és izgalmas példák bemutatásával tömören végighalad a valószínűségi számítás történetén, miközben számtalan érdekességet is megoszt velünk. Sok látszólagos ellentmondást és kognitív torzítást taglalva megvilágítja, hogy mi gátol bennünket abban, hogy helyesen ítéljünk meg bizonyos események bekövetkezésének valószínűségét. A szerző, Keszthelyi Gabriella PhD matematikus, a BME Matematikai Intézet oktatója. Fő kutatási területe a dinamikai rendszerek és a kaosz elmélete, egy ideje azonban a valószínűségi számítás és a valószínűségek percepciója áll vizsgálódásainak középpontjában.

Optikai feszültségvizsgálat

Az elmúlt évtizedekben európai viszonylatban is jelentős kutatások folytak hazánkban az optikai feszültségvizsgálattal kapcsolatosan, azonban ezek eredményeiről kevés infó jutott el a köztudatba. A Magyar Mérnöki Kamara (MMK) Gépészeti Tagozat FAP-2020/102-GPT jelű kiadványa e jelzett témakör megismerési lehetőségét is biztosítja, a magyar kutatók munkásságának, eredményeinek ismertebbé tétele mellett. Az ebből készült *Optikai feszültségvizsgálat – Kísérleti eljárás a konstrukció fejlesztésére, szerkezetek anyagfelhasználásának és teherviselésének optimalizálására* című kiadvány az MMK (www.mmk.hu/tagjainknak/segedletek/kiadvanyok) gondozásában készült. A szerzők: Borbás Lajos PhD, az Edutus Egyetem



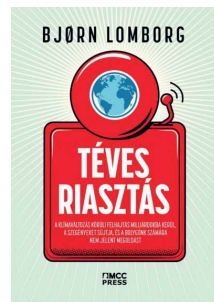
professor emeritusa, a BME Biomechanikai Kooperációs Kutatóközpont elnöke, és Gonda Zoltán okl. gépészmérnök, építőgépész mérnök.

A szerzők szerint a könyvnek nem feladata egyes szakterületek, fejezetek személyekhez kötése, ez az adott téma irodalmi hivatkozásakor megtörténik, de fontosnak tartják megemlíteni azokat a meghatározó egyéniségeket, akik a szakterület hazai művelésében meghatározó módon vettek részt, és az eredmények formálói voltak. A témakör elméletének és gyakorlatának hazai megismertetésében és elterjesztésében meghatározó és iskolateremtő Dr. Thamm Frigyes (1925–2017) – a BME tanára – munkássága, aki 1949 óta a kísérleti mechanika hazai és nemzetközi közösségének egyik személysége volt. Demonstrátor a BME Mezőgazdasági Géptan Tanszékén, résztvevője a hazai felsőoktatásnak, kidolgozója és művelője volt számos kísérleti eljárásnak. Személyére támaszkodva számos hazai iskola jött létre az ország több felsőoktatási intézményében. Egy tőle idézett gondolat az ajánló sorok mottója: „Egyszer látni több, mint százszor hallani.”

Téves riasztás

Dr. Björn Lomborg dán környezeti szakértő *False Alarm* című kötete az MCC Press Kft. gondozásában *Téves riasztás* címmel magyar nyelven is tanulmányozható. A szerző véleménye szerint a világszerte alkalmazott klímastratégiák nem hatékonyak, sőt egyenesen tévesek. Száraz adatokkal bizonyítja, hogy a klímaváltozás káros hatásainak megelőzésének ma sokkal nagyobb figyelmet szentelünk, mint a negatív hatásokhoz való alkalmazkodásnak, pedig az éghajlatváltozás nem elkerülhető, ma már a mindennapokban is tetten érhető. A klímaváltozásra fordítandó forrásokat rosszul osztjuk el. Sok pénzt költünk az időjárásfüggő megújulóakra, de ezek nem szavatolják az ellátásbiztonságot és az energiatermelésének is csak rendkívül kis hányadát adják. A szerző úgy véli, a negyedik generációs atomerőművekre és több nukleáris innovációra is méltánytalanul kevés figyelem irányul.

Sajnálatos módon ma kevésbé vesszük figyelembe az emberi alkalmazkodóképességet és a szakpolitikák megvalósításának kiemelkedő árát. A szerző szerint az oktatásra, innovációra és az életszínvonal növelésére kellene több pénzt fordítani, ugyanis a szegénység növeli az éghajlatváltozásnak való kitettséget, a jólét és technikai fejlettség viszont ellenállóbbá teszi a társadalmakat. Bizonyára a klímavédelemben is nagyobb mérvű észszerűsége lenne szükség. A szakértő adatalemzései és modellszámításai „téves riasztásra” figyelmeztetnek, ugyanis a mai éghajlatváltozás nem hoz olyan apokaliptikus változásokat az életünkben, mint azt a média, a politikusok és a zöldmozgalmak sugallják. A „klímaszorongást” okozó szereplőknek érdekük a helyzet dramatizálása, katasztrófát kiáltva könnyebben meg tudják szólítani az embereket, mint az ökológiai megoldások és a jó gyakorlatok bemutatásával.



MŰEGYETEMI ÉPÜLETGÉPÉSZ NAP

2025. NOVEMBER 28.

INNOVÁCIÓ | TUDÁS | KAPCSOLATOK | INSPIRÁCIÓ | JÖVŐ

BME E épület

1111 Budapest, Egry József u. 1.

FŐTÁMOGATÓ



KIEMELT TÁMOGATÓINK



SZERVEZŐK

BUDAPESTI ÉS PEST VÁRMEGYEI MÉRNÖKI KAMARA / BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM

www.talalkozzunk-muegyetem.hu

Mottó: Fiatalok, előre!

Műegyetemi Épületgépész Nap – idén már 30. alkalommal találkozunk!

A „Fiatalok, előre!” mottóhoz mindenki csatlakozhat, aki előretekintő, nyitott az újra, fiatalos szemléletű, röviden hisz az épületgépészet jövőjében. A jövő nem vár ránk, mi építjük meg! Az épületgépészet is folyamatosan változik, és a változás üteme egyre gyorsul. A számítástechnika uralta fenntartható technológiák és innovatív szemléletek formálják a mindennapokat. Ismerje meg első kézből, milyen technológiák, méretezési és modellezési módszerek határozzák meg a következő évek épületgépészetét!

Kiállításunk a találkozások tere: itt együtt van jelen a tapasztalat a friss szemlélettel, az ötlet a megvalósítással, a tudás a lendülettel.

A rendezvény célja, hogy összekapcsolja a tapasztalt tervező, kivitelező épületgépésze-
ket a pályájukat most kezdő fiatalokkal, és teret adjon a tudás, az inspiráció szabad áram-
lásának, egyben lendületet adjon ki-ki saját szakmai munkájához. Legyünk együtt részei
annak, hogy a jövő épületgépészetét ne csak kövessük, hanem aktívan formáljuk!

Ismerje meg, próbálja ki a legmodernebb eszközöket, találkozzon a piac meghatározó
szereplőivel, szerezzen új ismereteket, vagy megerősítéseket felkészült előadóink révén.
A Műegyetemi Épületgépész Nap előadói között az ismert szaktekintélyek mellett je-
lentős szerepet kapnak mottónk jegyében a fiatalok, akik friss témákkal jelentkeznek, így
többek között:

- napelemes rendszerek értékelése, épületenergetika és villamos hálózati szempontból;
- hőszivattyús rendszerek környezeti szempontú értékelése;
- klímaváltozás hatása a lakóépületek energia igényére;
- a tűzvédelmi követelmények és megfelelőségük igazolása, ellenőrzése;
- a szakági tervezés tűzvédelmi vonatkozásai a megváltozott jogszabályi környezetben.

Várjuk Önt is a szakmai továbbképzésekre és az épületgépész szakkiállításra!

Jegyezze be naptárába!

Műegyetemi Épületgépész Nap 2025. november 28. BME E épület I. emelet

**Jelentkezési lehetőségek: a www.talalkozzunk-muegyetem.hu honlapon,
a RÉSZZVÉTEL menüpont alatt!**



Az Autodesk Construction Cloud segítségével egyszerűsítheti a projektadatok kezelését, a közös munkát és a folyamatokat.

Késések, félreértések, tartósan magas költségek – ezek mind hozzájárulnak az építészeti tervezés, a mérnöki munka, a kivitelezés és az üzemeltetés (AECO) jövedelmezőségének csökkenéséhez. Legyen versenyképes az adatok egységesítésével, a szakemberek összekapcsolásával és a munkafolyamatok egyszerűsítésével.

[Webinárium + ingyenes konzultáció]

Felkészülés a változásra:
szabványosítás, áttérés és
előrelépés az Autodesk Construction
Cloud segítségével.

Regisztráljon november 30-ig!

