

# mérnök újság

A MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA LAPJA

XXX. évfolyam, 4. szám, 2023. április – Ár: 680 Ft



A KIRAKÓS UTOLSÓ ELEME

## Millenáris – Fogadó

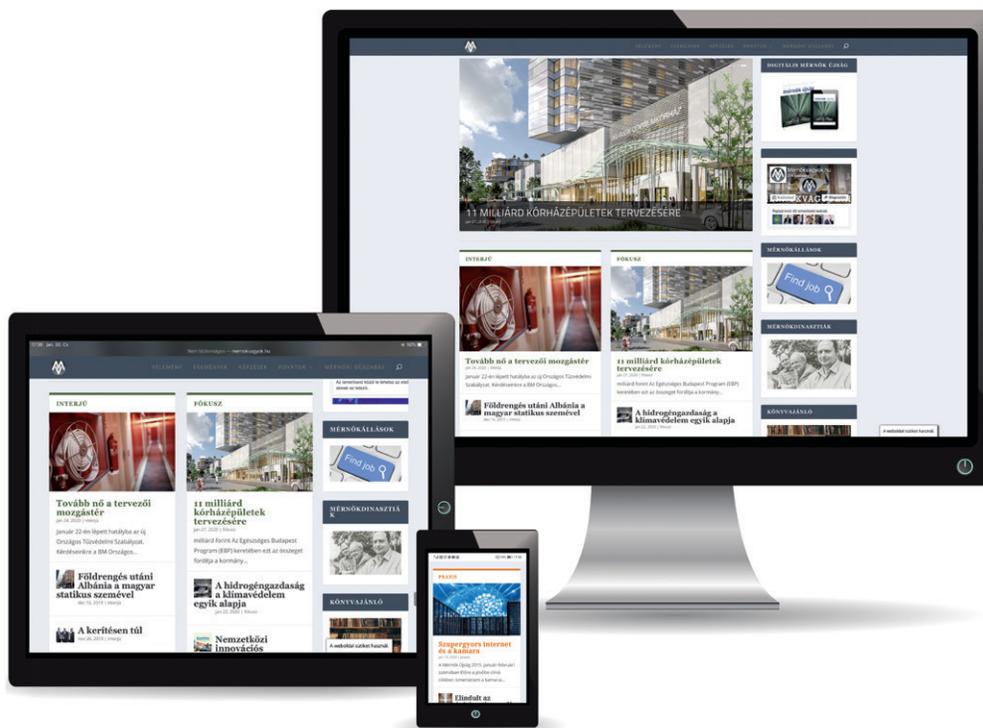
VEZETŐI  
SZEREPBEN

FÜRDŐ A HEGY  
GYOMRÁBAN

NE BONTSI!

JÁRMŰTÜZEK  
VIZSGÁLATA

# A MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA digitális projektje



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

[www.mernokvagyonok.hu](http://www.mernokvagyonok.hu)

# Kérdezze mérnökét!



Wagner Ernő

Az utóbbi időben felélénkült a vita a kötelező kamarai tagságról. Nemrég az egyébként általában tárgyilagos *Mandiner* című lapban jelent meg egy egyáltalán nem tárgyilagos cikk „Miért is kötelező a kamarai tagság, csókolom?” címmel. A szerkesztőség korrekt volt és változtatás nélkül közzétette „Fürdővízzel a gyereket is?” című válaszomat is. Sokakban felmerült, hogy igazságtalan cikkekre nem kell reagálni, azzal az érveléssel, hogy „Ne vitatkozz az arra méltatlanokkal, mert lerántanak a maguk szintjére, és számukra hazai pályán veszíteni fogsz” (sthx: WSB). Nem értettem egyet ezzel, mert a szerző oly fiatal, hogy a remény hal meg utoljára. Mindig is viszolyogtam a generációs érveléstől, a cikk ténybeli tévedései viszont nyilván abból fakadtak, hogy a szerző még nem élhetett a pártállam idején, így ifjúsága okán írhattott olyan butaságot, hogy a kötelező kamarai tagság kommunista csökevény. Mindezek miatt hiszem azt, hogy ha a szerző ismereteit sikerül a való irányába terelni, képes lesz melléfogásai kiigazítására. Elégedettek lehetünk azzal is, ha ezt magában, a mára legendás metaforává vált borotválkozótükör előtt teszi.

Az, hogy mennyire képes a tudat fejlődni, abból is kiderül, hogy nekem is volt olyan időszakom, amikor dohogtam a kötelező a kamarai tagság miatt. Tegyük hozzá: ez az állapot még most is fennáll bizonyos részben, bizonyos vonatkozásban, hiszen a Parragh elnök úrnak csak „üveggyöngynek számító” 5000 Ft-os, sokak számára nem releváns juttatás (*sic!*) nem éppen ízlésünknek megfelelő, különös tekintettel arra, hogy a köznyelv ezt az 5000 Ft-ot kamarai díjnak tekinti, csakúgy, mint az újságíró. Miután egyre több szakvéleményemben találkoztam mérnöki teljesítményekkel és tévedésekkel, meggyőződhettem arról, hogy a minőségbiztosítás záloga a kamara lehet. Megnyugtatóan, erre már évtizedekkel ezelőtt rádöbbentem. Nekünk tehát kötelességünk, hogy garantáljuk a mérnöki munka megfelelő minőségét. Nemcsak azért, mert ezt várja tőlünk a társadalom, hanem azért is, mert ha a mérnökök elismertségét ki akarjuk vívni, akkor azért tennünk is kell valamit.

És itt járnék kedvében az ifjú újságírónak, idézve a múlt századi kurzusköltőt, Váci Mihályt: „Nem elég jóra vágni: a jót akarni kell!” (Szolgálati közlemény: ez a kommunista-pro-

letár költő egyébként számtalan vallásos verset is írt.) Jelen helyzetben a jót pedig úgy akarhatjuk, ha eltökélt szándékkal ügyelünk a mérnöki munka színvonalára. Ez leginkább az új formálódó etikai és fegyelmi szabályzaton keresztül valósulhat meg. Itt az idő, kell egy alapos, mindenre kiterjedő etikai és fegyelmi szabályzat. Szeretnék megvilágítani ennek kapcsán egy alapvető közösségi érdeket, amely a tisztességes jogszolgáltatáshoz fűződik. Úgy érzem, ez egyre inkább háttérbe szorulóban van. Az elmúlt néhány évben az igazságügyi szakértők száma csökkent, átlagéletkoruk növekedett. Egyre több aggályos szakvélemény születik, amelyek latenciája rendkívül magas. Mi tudjuk, hogy sok a selejt, a bíróság azonban ezt a jogi csőrűcsavarok miatt fel sem ismerheti. Minden mérnök igazságügyi szakértőnek egyúttal mérnöki kamarai szakértőnek is kell lennie. Csak a kamaránk tudja garantálni azt, hogy a döntések kizárólag szakmailag megalapozott véleményeken alapuljanak. A jogbiztonság fedezete a Magyar Mérnöki Kamara! Azon egyszerű oknál fogva, ha egy szakvélemény téves alapokon nyugszik, akkor sem lehet etikai és fegyelmi eljárást indítani az Igazságügyi Szakértői Kamaránál addig, amíg az ítélet meg nem születik. A törvény rendelkezik erről. Ebből következik, hogy csak az ítélet végrehajtása után jöhet a jogorvoslat, amely a justizmordra már csak kivételes esetben vagy egyáltalán nem lehet hatással. Mindez a szabály azonban a szakmaiság letéteményesére, a mérnöki kamarára nem vonatkozik, sőt ellenkezőleg, határozott cselekvésre kötelez. Egy igazságügyi szakértő a munkája során egyúttal mérnökként is dolgozik, ebből következően a szakszerűség garanciája csak kamaránk lehet. Érthetetlen és elfogadhatatlan az a hozzáállás, ha egy mérnöki termékre odabiggyesztik, hogy igazságügyi szakértői vélemény, akkor mi a legkisebb ellenállás elvétől vezérelten nem foglalkozunk a témával, holott kamarai törvényünk szerint a szakmai szabályszegés fegyelmi vétség.

Arról az egyre gyakoribb rutinról se feledkezzünk meg, hogy valaki tervezőként szakvéleményt ad. Ne csodálkozzunk, ha ez a magatartásunk oda vezet, hogy mind a mérnököt, mind a kamarájukat tapasztalatlan zszurnaliszták a B-közép nézőpontját tolmácsolva lesajnálják!

Eljött az idő, hogy legyen végre egy mérnöktársadalom érdekét szem előtt tartó, de a bennfentességet mellőző etikai és fegyelmi szabályzatunk, továbbá egy szakmai szabályokat is érdemben vizsgáló etikai és fegyelmi eljárási gyakorlatunk, amelyhez az etikai és fegyelmi bizottságok tette kész, aktivista felfogása is szükséges. Ha mindezt megteszük, akkor bátran mondhatjuk: Kérdezze mérnökét!



## 12

### Vezetői szerepben

A Budapesti és Pest Megyei Mérnöki Kamara küldöttjei április 21-én új elnököt választanak. A két elnökjelöltet – Nagy Pétert és Szöllőssy Gábort – faggattuk interjúnkban.



## 38

### A Nyugati téri felüljáró és a városi közlekedés közös sorsa

Az élhető város kritériumai közé a működőképes közlekedés biztosítása nem került be...



## 34

### Ne bonts!

„A klímaváltozás már a spájzban van!”, aminek még súlyosabb és globális méretű következményei lehetnek...



## 44

Járművek tüzeinek vizsgálata

A részben vagy teljesen elektromos hajtású járművek gyors terjedésével az akkumulátorokból kiinduló tüzesetek is megjelentek.

## 52

A pontfelhők készítésének és alkalmazásának helyes gyakorlatáról

A pontfelhőt alkotó technikák robbanásszerű fejlődésének és terjedésének lehetünk tanúi napjainkban...



## 56

A mérnökök társadalmi elismertsége II.

A szakma szabályozása garantálja azt a minőséget, innovációt és fenntarthatóságot, amit a társadalom és az ügyfelek tőlünk, mérnököktől igényelnek.

Wagner Ernő

### Kérdezze mérnökét?

3

### A HÓNAP ESEMÉNYEI

6

### MOZAIK

Megyei kamarák, szakmai tagozatok hírei

8

### INTERJÚ

Dubniczky Miklós

### Vezetői szerepben

12

Hogyan látják ketten ugyanazt? – Válaszolnak a BPMK elnökjelöltjei

### FÓKUSZ – STATIKA

Madaras Botond

### A kirakós utolsó eleme

16

Millenáris – Fogadó

Várdai Attila

### Egy épületsüllyedés tapasztalatai

20

Kulcskérdés a megfelelő monitoringrendszer kialakítása

Rozsnyai Gábor

### Egyenes csak a papíron létezik, a valóságban nem...

24

Gondolatok a tervezésről – egy sikereken gazdag életút margójára

Dubniczky Miklós

### Fürdő a hegy gyomrában

28

A demjéni termálvölgy mérnöki bravúrja

### ÖTLETLAP

Dr. Zsebik Albin

### Több célra hasznosítható

31

Vízhűtésű kompresszor hulladék hője

### PRAXIS

Bezegh András

### Ne bonts!

34

Az építkezések hatása a klímaváltozásra

Pintér László

### A Nyugati téri felüljáró és a városi közlekedés közös sorsa

38

A csomópontot naponta több mint 300 ezer közlekedő érinti

Dr. Rigó Mihály

### Hunnia és Pannónia összekötése

42

A pénzt jó helyre kellene rakni

Farkas Flóra – Szikra Csaba – dr. Takács Lajos Gábor

### Járművek tüzeinek vizsgálata

44

Elektromos járművek tárolásának és töltésének tűzvédelme – 1.

Farkas Flóra – Szikra Csaba – dr. Takács Lajos Gábor

### Építményszerkezetek tűzvédelmi jellemzői

47

Elektromos járművek tárolásának és töltésének tűzvédelme – 2.

Takács Bence, Lovas Tamás

### A pontfelhők készítésének és alkalmazásának helyes gyakorlatáról

52

Hogyan kerülhetjük el a hibákat?

### NÉZŐPONT

### A készülő etikai kódexről

37

### Búcsúszunk

51

### PRESZTÍZS

Dr. Hajtó Ödön

### A mérnökök társadalmi elismertsége II.

56

### Könyvajánló

58

Címlapfotó: Millenáris, Hlinka Zsolt



A MAGYAR  
MÉRNÖKI KAMARA  
HIVATALOS LAPJA

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

Megjelenik havonta • Tagdíjtízeti kamarai tagok ingyen kapják, másnak előfizetési díj egy évre: 5600 Ft • Magyar Mérnöki Kamara 1117 Budapest, Szerémi út 4. • Ügyfélszolgálat: 455-7080 • Nyilvántartási szám: B/SZ 12344/1994 • ISSN 1218-5450 • Nyomda: EDS Zrínyi Zrt., 2600 Vác, Nádas utca 8.; Felelős vezető: Csontos Csilla vezérigazgató • Minden jog fenntartva! • Lapunk következő száma 2023. május 5-én jelenik meg.

IMEDIA

## Scharle Péter-emlékülés

A Magyar Mérnöki Kamara, a Magyar Út- és Vasútügyi Társaság és a Széchenyi István Egyetem március 8-án emlékülést rendezett a tavaly ősszel elhunyt Scharle Péter tiszteletére. Az MMK Szerémi úti előadótermében nagy érdeklődéssel kísért 10 előadást 17 előadó tartotta olyan szervezetektől, intézményektől, amelyek életében Scharle Péter meghatározó szerepet játszott.

Az ülés első felét Kurutzné Kovács Márta professor emerita elnökölte, akit – amellet, hogy Scharle Péter partnere volt a tudományos munkásságában – családi barátság is fűzte hozzá. Bevezetője és az előadásokat összekötő gondolatai Péter életének mélyrétegeit tárták lebilincselően a hallgatóság elé.

Lógó János műegyetemi professzor és Páczelt István akadémikus megemlékeztek arról, hogy Scharle Péter 50 évvel ezelőtt az egyik úttörője volt a végeselemes analízis építőmérnöki alkalmazásához végzett kutatásoknak. Greschik Gyula ny. egyetemi tanár az elhunyt geotechnikai tevékenységét méltatta: különösen emlékezetes maradt, amit a geotechnikai modellalkotás összetettségéről, nehézségeiről és szépségéről fogalmazott meg. Ruppert László, aki a Közlekedéstudományi Intézet igazgatójaként egy évtizeden át dolgozott az 1984-ben minisztériumi köztisztviselővé avansált Scharle Péterrel, azt mutatta be, miként készült Péter vezetésével a rendszerváltoztatás keretében széles szakmai összefogással egy nemzetközileg is nagy elismerést kiváltó közlekedéspolitikai koncepció. Thoroczkay Zsolt minisztériumi főosztályvezető, aki pályája elején rövid ideig beosztottja volt Scharle Péternek, azt mutatta be, milyen célok és miként fogalmazódnak meg manapság ezen a területen.

Az ülés második felét Wagner Ernő, a Magyar Mérnöki Kamara elnöke vezényelte le, méltatva Scharle Péter szerepét a kamara alapításában, a különböző tisztségekben vállalt tevékenységeit, és kifejezte tanácsainak személyesen is érzékelt hiányát. Bejelentette, hogy a MAUT-tal együtt Scharle Péter Kultúrmérnöki Díjat alapítanak 35 éven aluli mérnökök számára.

Szöllőssy Gábor, az MMK és a BPPMK alelnöke két évtizeden át volt Scharle Péter munkatársa, sok emléket idézett fel. Különös-



képpen azt emelte ki, hogy milyen lenyűgöző módon tudott üléseket vezetni, az egymással ütköző hozzászólásokat miként tudta harmonizálni anélkül, hogy módosította volna azok tartalmát. Illéssy János a KEVE Társaság részéről azt mutatta fel megnyerő szelídséggel, hogy a keresztény hívő és vezető Scharle Pétert milyen tisztelet és szeretet övezte a társaságban. Nyíri Szabolcs, a MAUT elnöke volt a következő előadó, őt szakmai és hitéleti tagságok, illetve a bensőséges összetartozás érzése kapcsolták össze Scharle Péterrel. Bibliai idézetekkel alátámasztva a legnevesebb emberi tulajdonságok birtokosaként mutatta be Pétert és ajánlotta mindnyájunknak példaként. Szép János a tanszékvezető Scharle Péter mai utódjaként azt mutatta be sok tényadatot és műhelytitkot idézve, hogy életének utolsó 25 évében milyen fontos szerepet játszott Scharle Péter a győri főiskola egyetemmé válásában és további fejlődésében, és azt is, hogy Péter Győrben otthonra lett. Szepesházi Róbert, akit 25 éves munkatársi viszony és barátság fűzött hozzá, előadásában annak a titoknak a megfejtésével próbálkozott, hogyan fért bele ennyiféle tevékenység egyetlen ember életébe, és mi volt ennek a mozgatórugója.

Az emlékülés utáni beszélgetésekben a résztvevők megegyeztek abban, hogy a rendezvény méltó volt Scharle Péterhez, és arra bátorít, hogy ne csak emlékezzünk rá, hanem próbáljuk tevékenységünkben követni is őt. „Szerencsére” növelheti a követők számát, hogy a [www.youtube.com/watch?v=3hZr9hne4YI](https://www.youtube.com/watch?v=3hZr9hne4YI) linken megtekinthető a teljes program.

## Megkezdődött az európai kvantumszámítógép építése

Elindult az OpenSuperQPlus elnevezésű projekt, amelynek célja egy 1000 qubités kvantumszámítógép kifejlesztése. A programban 10 ország 28 kutatópartnere vesz részt, Magyarországról a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Természet-tudományi Kara és a Wigner Fizikai Kutatóközpont kapcsolódik be a munkába.

## Közbeszerzések a kelet-magyarországi erőművi blokkok megépítésére

A Tiszai Erőmű tiszaujvárosi és a Mátrai Erőmű visontai településén összesen 1600 megawattnyi korszerű energiatermelő kapacitás létesülhet a növekvő áramigények kiszolgálására. Az MVM Csoport nyílt, feltételes közbeszerzési eljárásokat indít kombinált ciklusú gázturbinás erőművi blokkok megépítésére a Borsod és Heves vármegyei helyszíneken.

## Széchenyi-díjat vehetett át a „dízelpápa”

A március 15-i nemzeti ünnep alkalmából Magyarország köztársasági elnöke kitüntetések adományozott. Széchenyi-díjat vehetett át dr. Anisits Ferenc gépészmérnök, nyugalmazott vezető mérnök, címzetes egyetemi tanár, a Magyar Mérnöki Kamara Gépészeti Tagozatának Botka Imre-díjjal kitüntetett mérnöke Magyarország számára kivételesen értékes pályafutása, a kimagasló magyar mérnöki teljesítmény egyik legjelesebb képviselőjeként a dízelmotorok fejlesztésében elért világszínvonalú eredményei, innovatív és sikeres mérnöki munkája elismeréseként.



## 2028-tól minden új épület kibocsátásmentes lesz?

Minden új épületnek 2028-tól kibocsátásmentesnek kell lennie, ennek a követelménynek a hatóságok tulajdonában álló, illetve az általuk használt vagy üzemeltetett új épületekre már 2026-tól érvényesnek kell lennie – szögezték le az Európai Parlament képviselői. Az állásfoglalás szerint az épületek energiahatékonyságáról szóló irányelv átdolgozására azért van szükség, hogy 2030-ra jelentős mértékben csökkenjen az uniós épületállomány üvegházhatásúgáz-kibocsátása és energiafogyasztása, 2050-re pedig egyáltalán ne jelentsenek környezeti terhet. Az új szabályok hatálya nem terjed ki a műemlékekre.

## Építéstudományi konferencia

Az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság 27. alkalommal rendezi meg június 8-11. között Csíksomlyón, a Jakab Antal Házban nemzetközi építéstudományi konferenciáját. Tervezett program: június 8., csütörtök délután: érkezés, elszállásolás, vacsora; június 9., péntek: egész napos kirándulás az Úz-völgye környékén; június 10., szombat: tudományos ülés-szak, kísérőknek délelőtt kirándulás, este búcsúvacsora; június 11., vasárnap: reggeli után hazautazás. Regisztráció és fizetési feltételek: <http://epko.emt.ro>.

## Naperőmű épült Szeged határában

Az MVM Zöld Generáció Kft. 9,4 milliárd forintos beruházással 23,97 MW csúcskapacitású naperőművet épített uniós támogatással Szeged határában. A beruházás költségeiből 3,575 milliárd forintot fedezett uniós és hazai támogatás. A fotovoltaikus erőmű Szeged északi részén, a Fehér-tó és a Halastavak között épült meg. A villamosenergia-termelő névleges teljesítőképessége 19,98 MW. Az erőmű évente 28,5 GWh villamos energiát termel, ezzel 27,3 ezer tonna szén-dioxid kibocsátása kerülhet el. A 25 éves tervezett élettartamú erőmű a Mavir Zrt. sándorfalvai állomásán keresztül csatlakozik a közcélú hálózathoz.

## Bemutatták Magyarország hivatásos űrhajósait

A Magyar űrhajós Program egy orvossal és három mérnökkel kezdi meg a kétéves kiképzését Magyarország új hivatásos űrhajósállományának, közülük egyvalaki közel egy hónapos tudományos küldetésen vesz majd részt a Nemzetközi Űrállomás fedélzetén. A beérkezett 240 érvényes jelentkezést az Európai Űrügynökség, a NASA, a Nemzetközi Űrállomás és a program magánipari partnere, az Axiom Space követelményeivel összhangban szűkítették a bemutatott négy kiképzendő űrhajósra. A négy kiválasztott jelölt: Cserényi Gyula 33 éves erősáramú villamosmérnök; Kapu Tibor 31 éves űripari fejlesztőmérnök; Schlégl Ádám klinikai ortopéd sebész és Szakály András 40 éves repülőipari tervezőmérnök.

## Akkumulátorgyártáshoz kapcsolódó képzés indul mérnökhallgatóknak az Óbudai Egyetemen

„Autóipari lítiumion-akkumulátorok gyártása” elnevezésű tantárgy oktatása kezdődött meg az Óbudai Egyetemen, hamarosan pedig speciális szakirányra is jelentkezhetnek a mérnökhallgatók. A képzést a Samsung SDI Hungaryval együttműködve indítják, a gyakorlati ismeretek megszerzéséért az oktatásban szerepet vállalnak a vállalat

mérnökei is, valamint ösztöndíjprogramot és szakmai gyakorlati lehetőséget is biztosítanak a gödi gyárban. A diákok a 2023. tavaszi szemesztertől az angol oktatási nyelvű „Manufacturing of automotive Li-ion batteries” elnevezésű tantárgy részeként sajátíthatják el a gyártásban végzendő mérnöki munkához nélkülözhetetlen ismereteket.

## Véget ér a metrófelújítás

Az M3-as metró felújítása 2017 őszén kezdődött el. Az öt és fél éve tartó rekonstrukció során teljesen megújult a metróvonal infrastruktúrája: többek között új vágányokat és kitérőket építettek be, kicserélték a biztosítóberendezéseket, és szigetelték az alagutakat is. A felújítás során minden állomás és megálló új külsőt és belsőt kapott, valamint nagy hangsúlyt fektetnek az akadálymentesítésre is. Ennek keretében lifteket és ferdepályás felvonókat építettek be, hogy a mozgásukban korlátozottak is tudják használni a metró, illetve taktilis jelekkel segítik a látásukban korlátozottak közlekedését.

Az ország legforgalmasabb vasútvonalának számító M3-as metró felújítása – várhatóan két hónap múlva – a Nagyváradi tér és a Lehel tér állomások megnyitásával fejeződik be. Májustól már mindennap a teljes vonalon közlekednek a szerelvények, és az összes állomást használhatják az utasok.

## MEGYEI KAMARÁK HÍREI

### Bács-Kiskun

#### Az első magyar mérnöknőre emlékeztek Kecskeméten

A Bács-Kiskun Megyei Mérnöki Kamara elnöksége Pécsi Eszter, az első magyar mérnöknő születésének 125. évfordulója alkalmából koszorúzással egybekötött megemlékezést tartott március 8-án Kecskeméten, a Pécsi Eszter szülőházának helyén állított emléktáblánál.



Pécsi Eszter 1898. március 8-án született Kecskeméten. Mérnöki oklevelét 1920. március 8. napján – születésnapján, illetve nem utolsósorban éppen nőnapon – állították ki a Műegyetemen, ezzel ő lett az első magyar diplomás mérnöknő. Nevéhez számos híres hazai épület szerkezeti terve fűződik, ő készítette a margitszigeti fedett uszoda, a Fiumei úti baleseti kórház, a Kútvölgyi úti kórház, valamint több modern villa szerkezeti terveit is. Ő tervezte a Napraforgó utcai mintalakótelep épületeit a 30-as években, a Köztársaság úton több kifejezetten magas társasház épületeit, amelyek a mai napig is állnak, és hozzá köthető az országban még számos helyen látható ívhíd tervezése is. A későbbiekben külföldön is sikeresen tevékenykedett, ő alkotta meg a Hotel Americana, valamint a Columbia Egyetem két toronyházának statikai terveit. 1965-ben elnyerte „Az év legjobb statikusa” címet az USA-ban, azért a különleges alapozási módszerért, amelyet a Hudson folyó partján épülő toronyházak építéséhez fejlesztett ki.

Gazdag szakmai életútjának főbb állomásait Bóta Attila, a megyei kamara Tartószerkezeti Szakcsoportjának elnöke elevenítette fel. Az eseményt megtisztelte jelenlétével Pécsi Eszter unokája, Szabóné Fischer Zsuzsanna is, aki felelevenítette nagymamájához fűződő legkedvesebb történeteit.

Az emléktábla koszorúzásán részt vettek a megyei építészkamara képviselői is. *Molnárné dr. Bóta Alexandra*

### Budapest és Pest / Tisztújító küldöttgyűlés előtt

A Budapesti és Pest Megyei Mérnöki Kamara április 21-én tartja tisztújító küldöttgyűlését a kamara székhelyén (1117 Budapest, Kaposvár utca 5-7.). A BPMK küldöttgyűlése nyilvános, azonban szavazatukat csak a 2023-2026-os időszakra megválasztott küldöttek jogosultak leadni. A jelöltek listáját és részletes bemutatkozását a [www.bpmk.hu](http://www.bpmk.hu) weboldalon olvashatják.

A BPMK választási jelölőbizottsága ezúton is határozottan kéri a küldötteket, vegyenek részt a küldöttgyűlésen és szavazzanak a kamarai munka jövőbeni szinten tartása, jobbítása érdekében!

### Terítéken a megújulók

A megújuló energia és a robotika jegyében zajlott a LEO (Létesítménygazdálkodási és Épületüzemeltetési Szolgáltatók Országos Szövetsége) idei első szakmai reggelije március 23-án, a Millennium Házban. A reggelit követően ifj. Chikán Attila, az ALTEO Nyrt. vezérigazgatója, a BCSDH (Magyarországi Üzleti Tanács a Fenntartható Fejlődésért) elnöke tartott előadást a magyarországi megújulóenergia-piac helyzetéről és jövőjéről, majd az FM UNITY prezentációja és a PreXrobot bemutatója zárta a programot. A rendezvényen a mérnöki kamarát Kassai Ferenc BPMK-elnök képviselte.

### KLENEN '23 konferencia

Forrongó időket élünk az energetika területén. Szembesülünk az energiaárak robbanásszerű emelkedésével, és korábban elképzelhetetlenek hitt energiaellátási kockázatokról és fenyegetettségéről beszélünk nap mint nap. Az „Osszuk meg tapasztalatainkat, dolgozzunk együtt a természet egyensúlyának megőrzéséért” mottóval az energetikai auditorok és szakreferensek, az auditálásra, szakreferens igénybevételére kötelezett vállalatok, az energiaszolgáltatók és az Energiahatékonysági Kötelezettségi Rendszer (EKR) kötelezettjei, szakemberei támogatását határozták meg a szervezők, köztük a BPMK a „Klímaátváltozás – Energiatudatosság – Energiahatékonyság” – KLENEN konferenciák fő céljaként, amelyet idén március 8-9-én egy híján 300 regisztrált résztvevővel Visegrádon szerveztek.

A konferencia évről évre emelkedő látogatottsága igazolja, hogy az energiagazdálkodással foglalkozó szakemberek számára fontos a tapasztalatok megosztása a kihívások megoldásához, mint például a rég nem látott áremelkedések kezelése. A résztvevők plenáris előadás keretében kaptak tájékoztatást az aktuális jogalkotói feladatokról a klímavédelemben. Önálló szekcióban tárgyaltuk az energiahatékonysági kötelezettségi rendszer aktuális kérdéseit és a teljesítésével szerzett tapasztalatokat. Kerekasztal-beszélgetés keretében oszthatták meg a résztvevők tapasztalataikat a jogértelmezésben és a hozzá kapcsolódó kérdésekre adott válaszokkal. Mindezek után pedig az energiapolitika és -stratégia aktuális kérdéseinek áttekintése mellett – idén első

alkalommal – a már bevezetett és az előkészítés alatt álló energiamegtakarítás mértékét meghatározó, a kamaránk tagjai által kidolgozott jegyzék egyes elemeinek megvitatására került sor.

A konferencia második napja három párhuzamos szekcióban kínált programot az energetikai veszteségfeltárás, auditálás, az alternatív járműhajtások és a mérés technikai rendszerek területén, továbbá önálló szekció foglalkozott az ISO 50001 alapú energiagazdálkodási rendszerek bevezetésének és fenntartásának tapasztalataival. Workshop jellegű csoportos munka keretében a szabványalkalmazók hasznos helyzetgyakorlatokban vehettek részt. Nagy örömmel szolgál, hogy idén már két önálló szekcióban az energetikai területen tanuló és kutató tehetséges fiataljaink adtak elő, elsősorban az Energetikai Szakkollégium és az AEE Magyar Diáktagozatának soraiból.

A tapasztalatok azt mutatják, hogy a konferencia előadásai, a tapasztalatcserék, valamint az energiagazdálkodás hatékonyságának növelését eredményező módszerek és technikák megismerése hozzájárul a résztvevők tudásának bővítéséhez és segíti mindennapi munkájukat. Bízunk abban, hogy így volt ez a KLENEN '23 esetében is!

## Közlekedésfejlesztés Magyarországon

25 éves jubileumához érkezett a Közlekedésfejlesztés Magyarországon szakmai konferencia és továbbképzés, amelyet idén május 3-5. között, hagyományosan Siófokon rendez a BPMK, az MMK Közlekedési Tagozata szakmai közreműködésével. A háromnapos eseménysorozat Nagy Bálint, az Építési és Közlekedési Minisztérium közlekedésért felelős államtitkára nyitó előadásával kezdődik, majd a szakmában, valamint a kapcsolódó tudományterületeken jártas, a téma komplex áttekintését segítő előadók kapnak szót. A rendezvényt kapcsolatos további információk és a részletes program elérhető a [www.bpmk.hu](http://www.bpmk.hu) weboldalon és az MMK Közlekedési Tagozatának honlapján.

## Heves

### A vármegye baleseti statisztikája



A Közlekedéstudományi Egyesület Heves Megyei Területi Szervezete és a HMMK Közlekedési Szakcsoport szervezésében, Szencsi Gábor elnökségi tag és szakcsoportvezető kezdeményezésére február 23-án került sor a szokásos évi találkozóra, ahol a Heves Vármegyei Rendőr-főkapitányságon Meggyesfalvi Tamás r. alezredes osztályvezető tájékoztatott a vármegye közútjain 2022-ben történt balesetekről és az azok megelőzésére tett intézkedésekről. Az elmúlt évben például az ittas balesetek száma

észrevehetően csökkent a rendőri intézkedéseknek köszönhetően. Az előadás végén kötetlen beszélgetésre került sor a motoros rollerekkel és kerékpárokkal kapcsolatos szabályozásról, illetve a motorkerékpárosok életét veszélyeztető „kanyarfotó”-honlap és szolgáltatás elleni lehetséges hatósági eljárások módjáról.

## Egyeztetés a Heves Vármegyei Térségfejlesztési Nonprofit Kft.-vel

A Heves Vármegyei Önkormányzat 100%-os tulajdonával létrehozott kft. mintegy 53 hevesi település részére végzi a közfeladatellátási megállapodás alapján a pályázati forrásból megvalósuló támogatások megszerzésére irányuló pályázatok előkészítését, valamint az elnyert projektek fejlesztését és megvalósítását. Február 28-án Báthory Csaba, a megyei építéskamara és Rittenbacher Ödön, a területi mérnöki kamara elnöke felkereste Dudás Tamás ügyvezetőt az együttműködési lehetőségek egyeztetése céljából. A Térségfejlesztési Nonprofit Kft. a jövőben jobban számít a két területi kamara szakmai támogatására, illetve – a jogszabályok betartása mellett – több lehetőséget biztosít a helyi mérnökök részvételére a projektekben.

## Látogatás az épülő Sajó-hídnál

Frigyik László okl. építőmérnök kezdeményezésére és segítségével, valamint a HMMK szervezésében március 8-án került sor a Sajószentpétert és Berentét elkerülő 260-as sz. úton épülő, B2 jelű, Sajó folyó felett épülő híd megtekintésére. Kísérőnk és segítőnk Frigyik Árpád (HE-DO Építő Zrt.) volt. Az összesen 164 méter hosszúságú híd háromnyílású, felszerkezete „I” szelvényű hossz- és keresztartókból és helyszíni vasbeton pályalemezéből álló öszvér szerkezet. A felszerkezetet tolasos technológiával juttatták a helyére. Ez a harmadik ilyen kivitelezéssel megvalósuló híd az országban. A teljes elkerülő út hossza közel 10,5 km. Az építkezés nagy része alatt kedvező volt az időjárás, így a pillérekre alig 10 nap alatt került helyére a híd. Természetesen hosszabb időt igényelt az, hogy az árvízmentes területen kialakított építési területen, 9 hónap alatt építették meg a csúsztatápadokat, a híd pályaszerkezetét, és felállították a továbbító hidraulika gépészetet. A helyszínen Dóka Roland (HE-DO Építő Zrt.) és Parragi Szabolcs (S-Útvonal Zrt.) tartott rövid bemutatót a 260-as sz. elkerülő út és a Sajó folyó feletti híd kivitelezési munkálatairól.



Az út tervezője a RODEN Mérnöki Iroda Kft. (tervező Sántha Zoltán), a szóban forgó műtárgy tervezője a Pont-Terv Mérnöki Tervező és Tanácsadó Zrt. (tervező Mátyássy Dániel). Generálkivitelező: HE-DO Építő Zrt. és Soltút Kft. konzorcium (projektvezető Fényes Tamás). A Sajó-híd kivitelezője az S-Útvonal Zrt. (projektvezető Parragi Szabolcs), építtető: Építési és Közlekedési Minisztérium.

／Vas／

## Podcast a készülő építészeti törvényről

A Nyugat.hu podcast adásában vett részt a közelmúltban Nádor István, a Vas Megyei Mérnöki Kamara elnöke és Takács András, a Vas Megyei Építész Kamara elnöke. Szilágyi József újságíró moderálásával az új építészeti törvényről, annak előkészítéséről, jövőbeni következményeiről, hatásairól értekeztek.

Az új rendelkezés részletesen szabályozza majd az építkezéseket, az építéshatósági előírásokat, az állam, az önkormányzatok és a szakemberek munkáját.



A beszélgetésben elhangzott témák többek között: mi a baj a jelenlegi szabályozással, milyen fontosabb változásokra kell készülni, könnyebb vagy nehezebb lesz családi házat építeni, átalakítani, bővíteni, mihez kell majd építési engedély, mi a szakma véleménye a koncepcióról?

A felvétel itt elérhető: [www.youtube.com/watch?v=PS8eA4W0Zh0&t=6s](https://www.youtube.com/watch?v=PS8eA4W0Zh0&t=6s)

## ■ SZAKMAI TAGOZATOK HÍREI

### ／Anyagmozgató gépek, Építőgépek és Felvonók Tagozat／

#### Szakmai továbbképzések

A tagozat elnökségének közreműködésével és szakmai jóváhagyásával az alábbi szakmai továbbképzéseket tervezzük:

**Debrecen, április 18.:** HBMMK emelőgép - munkavédelmi továbbképzés

**Eger, május 8-10.:** OEME Emelőgépek Szakmai Konferenciája

**Miskolc, május 24.:** HBMMK Aéf - munkabiztonsági továbbképzés

**Siófok, június 8-9.:** MFSZ XXX. Felvonó Konferencia

**Online, május 23., június 30.:** ÉMI-TÜV-Séd Felvonók és Mozgólépcsők

*Némethy Zoltán, a tagozat elnöke*

### ／Energetikai Tagozat／

#### Móga Istvánt választották elnöké

Tisztújító küldöttgyűlést tartott március 27-én a tagozat. A rendezvényen adták át a tagozati díjakat:

Ronkay Ferenc-díjban részesült dr. Szilágyi Zsombor és dr. Móga István. A tagozat korábbi elnökéről elnevezett Büki Gergely-díjban 2023-ban dr. Garbai László részesült.



A tisztújítást követően a küldöttgyűlés dr. Móga Istvánt választotta elnökévé.

## 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](mailto:office@planwork.hu),  
[planwork@t-online.hu](mailto:planwork@t-online.hu)

Tel.: +36-70/362-6888, +36-1/270-0968

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

Tervezői részleg munkájába való bekapcsolódás, kapacitásproblémák enyhítése, mérnökszolgálat, munkaerő-biztosítás, -kölcsonzés. PLANWORK KFT.

E-mail: [office@planwork.hu](mailto:office@planwork.hu), [planwork@t-online.hu](mailto:planwork@t-online.hu),  
Tel.: +36-70/362-6888, +36-1/270-0968

**Nyugdíjas mérnököket keresünk!**

A vízügyi ágazatban, települési és regionális vízművek részére végzett műszaki tervezői, tervellenőri, szakértői, műszaki ellenőri feladatok nem rendszeres, alkalmi ellátása.

Vízfolyam Közérdekű Nyugdíjas Szövetkezet

E-mail: [Info@vizfolyam.hu](mailto:Info@vizfolyam.hu)

[www.vizfolyam.hu](http://www.vizfolyam.hu)

# Szolnoki várkerület, Bástyasétány

A beruházás a Szolnoki Vár – Szolnoki Várkerület turisztikai célú fejlesztése című projekt részeként valósult meg, mely során a Zagyva-gáton egy díszburkolatú sétány kiépítését végezték. A projekt során megerősítették a töltésalapot, emellett új árvízvédelmi vasbeton támfal is készült, mely az egykori várfalat imitáló formában épült meg. A projekt monolit vasbeton szerkezeteinek kivitelezését a DAKI-ÉP Kft. a PERI Kft. által biztosított falzsalurendszerek segítségével végezte.



A projektről Pánczér Dániel, a DAKI-ÉP Kft. ügyvezetője a következőket nyilatkozta: „A projekt nagyságát tekintve talán nem egyedi, de építészeti szempontból megálmodott, minden részletében alaposan megtervezett munka és az, hogy a Zagyva folyó árterében vagyunk, abszolút különlegessé teszi. Viszont abban biztos vagyok, hogy a közel 320 méteres hosszúságával és 6,8 méteres magasságával, látszóbeton felületében, az országban egyedülálló projektként épül. A tervezőasztal mellett történő hosszú egyeztetések meghozták a várt eredményt. A látvány magáért beszél, a csapatom és a saját magam nevében is mondhatom, hogy a PERI által kínált megoldások és eszközök egy hatékony és biztonságos munkavégzést tettek lehetővé. Ezúton is köszönöm a Megrendelőnknek, az Aqua-General Kft-nek a maximális bizalmat, illetve a Partnereinknek, hogy mindent elkövettek azért, hogy ezzel a projekttel bizonyíthassuk rátermettségünket.”

Az 50 cm vastag, 5 m-es dilatációs egységekből álló alaplemez oldalzalujának a DOMINO nevű rendszer bizonyult a legoptimálisabbnak. Ez egyike a PERI által forgalmazott acél keretváz falzsalu rendszereinek, melynek könnyű, kézzel mozgatható táblái nagy mértékben hozzájárultak az emelési költségek csökkentéséhez.

A látszóbeton támfalak, az alaplemezhez hasonlóan, 5 méterenként dilatáltak, kivitelezésüknél a TRIO falzsalurendszer több előnyét is kihasználták. A me-



reven kiképzett acél keretváz nem csak ellenállt a közel 7 méter magas falak betonozásakor fellépő frissbeton nyomásnak, de lehetővé tette, hogy nagyobb, akár 35-40 négyzetméternyi egységekben is daruzni lehessen azokat, ezzel is felgyorsítva a projekt előrehaladását. A táblák kevés szükséges átkötési helyének, valamint az azokra rögzített, 4-5 cm vastag hullámmintás formának köszönhetően megfelelően le lehetett követni a tervezők által megálmodott lenyomati képet, mely a Zagyva folyó

hullámaint szimbolizálja. Ezeket az előre legyártott formákat a táblákra rögzítették még azok beemelése előtt, a támfalak betonozása után egy negatív lenyomati képet hagytak. A hullámminta mellett horgonyhüvely minta is díszíti a falakat, aminek a kiosztása állandóan változik. A táblák kevés átkötési helyei nem csak a magas minőségű látszóbeton felületet biztosították, de a táblákra rögzített forma további ütemekben való felhasználását is.

A teljesen függőleges falakat egy, a ferdeket a biztonságos kivitelezés érdekében két ütemben betonozták. A kb. 10 fokos függőlegességgel bezárt dőlésszög miatt vízszintes munkahézagot kellett létrehozni a támfalban. Mivel a munkahézag esztétikailag a látszóbeton felületen nem volt elfogadott, a folytonos, szögterés mentes felületet azáltal biztosították a kivitelezők, hogy a második ütem tábláit megfelelő mértékben visszahúzták a már elkészült első betonozási ütemre felhasználva annak átkötési helyeit. Ugyanezt a technikát alkalmazták a támfal azon szakaszain is, ahol két, alaprajzi és magassági értelemben is egymással szöglet bezáró falszakasz találkozott. A táblák felúszását a betonacélarmatúrához rögzített feszítőheveder gátolja meg.



www.peri.hu

Hogyan látják ketten ugyanazt? – Válaszolnak a BPMK elnökjelöltjei

# Vezetői szerepben

A Budapesti és Pest Megyei Mérnöki Kamara küldöttei április 21-én új elnököt választanak. A két elnökjelöltet – **Nagy Pétert és Szöllőssy Gábort** – interjúnkban arról faggattuk, melyek lehetnek azok a szakmai önkormányzati feladatok, ahol erősítésre, irány- és sebességváltásra van szükség, hogyan kellene erősíteni a kamara szolgáltatói szerepét, és mitől lehet vonzó a jövő BPMK-ja?



Dubniczky Miklós

– **Mi ambicionált benneteket arra, hogy vállaljátok a jelölést a BPMK elnöki tisztségére?**

**Nagy Péter:** Több mint 15 éve a Budapesti és Pest megyei Mérnöki Kamara tagja vagyok, négy éve elnökségi tagja is. Fokozatosan megismertem a kamara felépítését, működését, a munkájához egyre intenzívebben hozzá tudok járulni. Eljutottunk ahhoz az időszakhoz, amikor az alapítóinktól át kell vennünk a stafétát – megtartva az értékeinket –, és új lendületet kell vinnünk a kamarai munkába. Az eddigi tevékenységimnek köszönhetően egyre több kolléga inspirált arra, hogy vállaljak jelentősebb szerepet a szervezetben, s induljak el elnökjelöltként a tisztújításon. Ha a küldöttek jelentős része is egyetért az általam képviselt új lendülettel, akkor az eddigi kamarai tapasztalatokat felhasználva, együttműködve a többi kamarai szervezettel, sikeresen tudjuk képviselni a mérnöki szakmákat. Ebben vállalom felelős szerepet.

**Szöllőssy Gábor:** A legnagyobb területi kamaraként a BPMK továbbra is meghatározó kell legyen a Magyar Mérnöki Kamarában. Központi elhelyezkedése, kapcsolatrendszere egyaránt jelentőssé teszi, és kétségkívül fontos, hogy egy szisztematikus, a régit az újjal ötvöző generációváltás mellett megtartsuk mindazokat

az eredményeket, kapcsolatokat, amelyeket az elmúlt évtizedekben a BPMK az MMK számára is jelentett. Éppen ezért volt számomra megdöbbentő a sokak által megfogalmazott felkérés, hogy ennek szellemében vállaljam a munka folytatását. Ezzel együtt fontosnak tartom, hogy rugalmasan reagáljunk a folyamatosan változó lehetőségekre és feladatokra.

– **Melyek azok a szakmai önkormányzati feladatok, ahol erősítésre, irány- és sebességváltásra lehet szükség?**

**Szöllőssy Gábor:** Nem érzem úgy, hogy irányváltásra lenne szükség. A BPMK követi az elmúlt években, évtizedekben a kamara szerepével kapcsolatban meghatározott legfontosabb alapelveket, azaz képviseli a mérnökök, a „mérnökség” érdekeit, biztosítja a megrendelőket, a társadalom felé a magas színvonalú mérnöki munka megismertetését. E téren vannak feladataink, meg kell találnunk azokat a lehetőségeket és fórumokat, ahol a mérnöki munka teljesítményeit, eredményeit a korábbinál sokkal hatékonyabban tudjuk megjeleníteni.



**Nagy Péter:** A mérnöki kamarák működésének alapjai és kapcsolatai jól meghatározott módon le vannak fektetve az alapítók által, ami hosszabb távon is stabil működést biztosíthat. Tehát a hangsúlyt inkább a korunknak megfelelő kihívásokra kell helyezni. Például megjelentek olyan mérnöki szakmák, amelyek a múltban még nem léteztek, ezeket integrálnunk kell a szervezetünkbe. A másik fontos hangsúly a mérnökséget érintő külső hatásokra adott minőségi válaszok. Hogyan tudjuk segíteni és ezáltal befolyásolni a minisztériumi döntéshozókat abban, hogy minél inkább szakmai szempontok alapján hozzanak döntéseket. Azt látom, ez az egyik terület, ahol fel kell vennünk a fordulatszámot.

**– Változhat-e a hivatásrendi kamara szerepe, aktivitása például az érdekvérvényesítés, a szakmai minőségbiztosítás és a mérnöki munka elismertése, társadalmi elismertetése terén?**

**Nagy Péter:** Ezek azok a kérdések, amelyek sikere a kamarai szervezetek hatékony együttműködésén alapul. A BPMK-

nak ebben jelentős felelőssége és feladatai vannak. A BPMK-n belül az összes tagozat képviseli a szakterületét, némelyek külön szakosztályokat is létrehoztak. Úgy gondolom, ez jó irány. Kamarai vezetőként ezt támogatni kell, vagyis szakkérdésekben a tagozatokra támaszkodva lehet sikeresen képviselni az érdekeinket. Ehhez hatékonyra kell tenni a kommunikációt a tagozatok és a BPMK elnöksége között formális és informális módon, biztosítva a gyors és hatékony kommunikációt. Hasonló módon erősíteni szükséges a területi kamarákkal a kapcsolatot, ez a záloga a hatékony érdekvérvételeknek.

**Szóllóssy Gábor:** Sokszereplős a mérnöki tevékenység és nagyon sokrétűek ebben a szakmai kamara feladatai és lehetőségei. Elengedhetetlen, hogy ebben a kérdésben folyamatos legyen a kommunikáció a tagokkal közvetlen kapcsolatban álló BPMK és a szakmai tagozatok között. A jogosultsági kérelmek elbírálása során rendszeres a kapcsolat a tagozati szakemberekkel, és a törvény által a BPMK-ra bízott ellenőrzési feladatokkal együtt ez a minőségbiztosítás

fontos eleme. A jelenlegi gazdasági nehézségek közepette az érdekvérvényesítésben fontos, hogy a nehézségek elfogadása mellett felhívjuk figyelmet arra, hogy a munka nem állhat meg. A BPMK mutasson rá, hogy a tervezések és az előkészítések folytatása nem öncélú, hanem a válság csökkenésével a gazdaság beindítására azonnali lehetőséget biztosít. Véleményem szerint a BPMK-nak fontos szerepet kell játszania ennek tudatosításában. Éppen a mérnöki tevékenység társadalmi elismertségének javítása érdekében szükséges, hogy fejlesszük, tanácsadással is kiegészítsük ezt a munkát. A mérnöki munka elismertségének növelése érdekében fontosnak tartom tevékenységünk minél szélesebb körű megismertetését. Fontos, hogy a kamara megjelenjen az iskolákban is, a pályaválasztás előtt állók részére bemutatva a mérnöki szakma eredményeit és szépségét.

**– Hogyan értékelhető, hogy az építésügy tavaly új, kormány szintű irányítás alá került, és a szaktárca két, már a „csőben lévő” törvénytervezete – az állami beruházások rendjéről, illetve a magyar építészetéről – sok tekintetben átszabni készül az eddigi „játékszabályokat”?**

**Nagy Péter:** Üdvözlendő, hogy az építésügy külön minisztériumot kapott újra, hosszú idő után. Azt gondolom, ez új lehetőségeket nyújt a mérnökségnek, elismertségünket emelni tudjuk. Élnünk kell ezzel a lehetőséggel. A jogszabályalkotás előkészítési fázisaiban intenzívebben kell részt vennünk, hogy a mérnökség érdekvérvétele hatékonyabb legyen a mostaninál. A most megjelenő tervezetek esetén már csak az eseményekre reagáltunk azzal, hogy az MMK egységes nyilatkozatot adott a tagozati és területi kamarák elnökeinek aláírásával, nagyon helyesen. Ez az egységes kiállítás a mérnökök érdekvérvételenek egyik sikere a jövőben. A BPMK vezetőjének különösen fontos a szerepe ezekben a folyamatokban.

**Szóllóssy Gábor:** Amikor a legutóbbi parlamenti választást követően önálló minisztériummá szerveződött az építés irányítása, valamilyen nagy várakozással tekintettünk az új szervezetre. Fontos újdonság, hogy a korábbi jogalkotási te-



vékenységtől eltérően a minisztérium koncepció kidolgozásának idején is lehetőséget biztosít a hozzászólásra. Címe szerint ugyan az építészetről szól a tervezet, de én szívesebben használom az építést, az építésügy szabályozását ennek bemutatására, hiszen ez a terület mindenképpen közös ügyünk, az építészek mellett egyre fontosabb a mérnökök szerepe több szakterületen is, el kell érniük ennek általános elfogadását. Ebben a kérdésben azonban nem állhatunk egyedül, folytatnunk kell az összkamarai együttműködést, aminek jó példája volt a koncepcióval kapcsolatban megfogalmazott és valamennyi területi kamara és tagozat elnöke által aláírt levél a miniszternek. Közös ügyeinkben elengedhetetlen az együttműködés, ugyanakkor a BPMK – nagysága, központi elhelyezkedése miatt – vezető szerepet tölthet be az együttes fellépésben.

#### – Hogyan lehetne erősíteni a mérnöki kamara szolgáltatói szerepét?

**Szóllóssy Gábor:** Gyakran felmerülő kérdés ez, annak ellenére, hogy tudjuk: a kamarának fontos szerepe van a szakmaiság biztosításában, ami nemcsak a jogosultságok engedélyezését jelenti, hanem a magas színvonalú mérnöki teljesítmények elvárását is. Meggyőződésem, hogy mérnökeink nagy többsége tudása legjavát igyekszik a munkájában megjeleníteni, őket kell védeni azzal, hogy időről időre ellenőriznünk kell tagjaink tevékenységét. Ennek jó példája, hogy amint arról már itt korábban is volt szó, a BPMK ellenőrző országosan, véletlenszerűen kiválasztott esetekkel az épületenergetikai tanúsítványokat, azok minőségét és szabályszerűségét. Ennek a tíz éven keresztül végzett munkának látszik az eredménye, egyre ritkábbak a kifogásolható tanúsítványok. A BPMK sokat segít a szakmagyakorlóknak azzal, hogy rendszeresen követi és hírlevelében nyilvánosságra hozza a mérnököket érintő jogszabályok változásait. Ezt a szolgáltatást érdemes lesz áttekinteni és esetenként szakszerű magyarázattal is ellátni. Továbbképzéseink során igyekezni kell erre fokozottan figyelni, a jogszabály által előírt rendszer ezt nem biztosítja.

**Nagy Péter:** A szolgáltatások erősítésének alapja a statisztikáink naprakésszé tétele. A BPMK sikeresen alkalmazza az MMK által bevezetett vállalatirányítási szoftvert

A mérnöki munka eredményeit sokkal hatékonyabban kell megjeleníteni.

*Szóllóssy Gábor* ”

oktatás, továbbképzés, számlázás vagy egyéb területeken. Nyilvántartásaink pontosítása ettől függetlenül szükséges ahhoz, hogy szolgáltatásainkat célirányosan és hatékonyan tudjuk bővíteni. A jelenlegi és jövőbeni szolgáltatásainknak is meg kell felelniük a mai kor kihívásainak. A kötelezettségen alapuló, valamint az önkéntes szolgáltatások mellett a mérnökök érdekképviselőt segítő szolgáltatásokat is támogatni kell. A modern szolgáltatások célirányosak, hatékonyak és ezzel együtt a szükséges legkevesebb adminisztrációval járnak együtt.

A szolgáltatások erősítésének alapja a statisztikáink naprakésszé tétele.

*Nagy Péter* ”

#### – Mitől lehet vonzó a mérnököknek a jövő BPMK-ja?

**Nagy Péter:** A BPMK fontos szempontja és érdeke az, hogy a kamarai tagság minden korosztályú mérnök számára vonzó legyen. A tradíció, a szakmai tapasztalatfejlődés, érdekképviselőt mind érényként, ösztönzőként kell, hogy hasson minden mérnök tagunkra. Szükségünk van az idősebb mérnökeink tudására, tapasztalataira, ezeket el is kell ismernünk, s az önkéntesség elvét betartva ösztönözzük őket arra, hogy a fiatal mérnökök egyre magasabb szinten tudják végezni a munkájukat. Fontos az új generációs mérnökképzés is, ezért az egyetemeinkkel, fiatal mérnökök önkéntes szervezeteivel szoros együttműködés szükséges ahhoz, hogy a végzett mérnökök megbízzanak a kamarában, és megtalálják azt a segítséget, amely támogatja is őket a pályájukon.

**Szóllóssy Gábor:** A kétségtelenül fontos közigazgatási és etikai feladatok hiánytalan ellátása biztosíthatja a tagság számára a biztonságos és kiszámítható munkavégzés lehetőségét. Emellett hasonlóan hangsúlyos kell legyen a szakmai együttműködés a mindenkori kormányzattal és az önkormányzatokkal, ennek érdekében a tagság tájékoztatása a lehetséges feladatokról, a kamarán keresztül a társadalommal fenn tartott szoros kapcsolat. Saját tagjai számára a BPMK legyen az a központ, ahol hazai és külföldi lehetőségeikről értesülhetnek, és a BPMK öröködjék azon, hogy a megbízók számára értéküknek megfelelően élvezzenek elsőbbséget a megbízások elnyerésében.

#### – Megválasztásokat esetén melyek lesznek a legfontosabb elnöki teendők?

**Nagy Péter:** Nem gondolom, hogy alapjában új irányvonalra lenne szükség, inkább a már említett szempontok, célok megvalósításáért fogok dolgozni, és erre szeretnék ösztönözni minden elnökségi tagot és kamarai munkatársat. Meggyőződésem: egy sikeres BPMK ösztönzően hathat a tagozatokra és a többi területi szervezet munkájára, ezáltal a sikeres közös érdekképviselőre is.

**Szóllóssy Gábor:** Legfontosabb a folyamatosság fenntartása, hogy megőrizzük mindazokat az értékeket, amelyeket alapító elődjaink a mérnökség érdekében megfogalmaztak. A kamarát azonban mindenképpen a XXI. századi működés feltételeire figyelemmel kell tovább vezetni. Ennek egyik fontos eleme az is, hogy erősítsük a testületi vezetés szempontjait, egyértelmű, önálló, számon kérhető feladatot bízva a megválasztott tisztségviselőkre.

#### – Hány vezetői ciklusra terveztek?

**Szóllóssy Gábor:** Erről talán korai még beszélni. Bízom abban, hogy a munkát tovább tudjuk folytatni, ehhez kérem a küldöttek támogatását.

**Nagy Péter:** Ez számomra nem fontos kérdés. Ha most a küldöttgyűlés bizalmat szavaz nekem, akkor az elkövetkező négy évben elnökként tudom vezetni, és ezáltal segíteni a fővárosi és Pest megyei mérnököket, függetlenül attól, hogy tagok, nyilvántartottak vagy mérnökként dolgoznak a társadalom bármely szegmensében. Elnöki munkám sikeréről és folytatásáról a ciklus végén tudunk beszélni.

# Hőhidak a tetőben

Az energiaárak ugrásszerű emelkedése mindenkit arra ösztönöz, hogy csökkentse fűtési költségét. A változó épületenergetikai szabályozók is erre sarkallnak minket. De mit jelent ez konkrétan a tetőtér-beépítések szerkezetei esetében?



Egyre hatékonyabban kell szigetelnünk, amit a leg-egyszerűbben úgy tudunk megvalósítani, hogy vastagabb hőszigetelést alkalmazunk. Magastetőekben egy átlagos hővezetési tényezővel rendelkező szigetelőanyag szükséges vastagsága már meghaladja a szokásos szarufaméretet (15 cm), így a mostani igényeket még akkor sem tudnánk ezzel kielégíteni, ha a teljes szarufamagasságot kitöltjük hőszigetelő anyaggal. Ez már rétegtervi szinten sem elégséges, de a szarufák okozta hőhidat is figyelembe véve végkép nem elfogadható.

A hőhidasság pedig nagymértékben képes csökkenteni az eredő hőátbocsátási tényezőt. Ennek mértékét kétféle módon határozhatjuk meg. A tényleges hőveszteséget numerikus szimulációval vagy szabványos egyszerűsített számítási módszerekkel határozhatjuk meg. Mivel a fa és a hőszigetelőanyag hővezetési tényezője között ( $\lambda = 0,12 \text{ W/mK}$ , illetve  $\lambda = 0,03-0,04 \text{ W/mK}$ ) négyeszeres különbség van, a hőszigetelésünket megszakító fa-szerkezetek jelentős hőhidat képeznek. Úgysszintén nem elhanyagolható az illesztési pontatlanság miatti korrekció, amire a hőszigetelés és a szerkezeti elemek között megjelenő rések miatt van szükség. Számolni kell(lene) még a hőszigetelő anyag öregedéséből, roskadásából, esetleges nedvességfelvételéből adódó degradációjával is, ha a gyártó a kötelező közölt hővezetési tényező érték mellé nem adja meg a tervezési hővezetési tényező értéket. Az Austrotherm MANZÁRD GRAFIT® esetében ez rendelkezésünkre áll, a tervezésnél  $0,030 \text{ W/mK}$  értékkel számolhatunk, ennek további korrigálása, pótlékolása felesleges. Végül a hőszigetelő réteget átszűrő mechanikai rögzítőelemek hatását mint rontó tényezőt is figyelembe kell vennünk. Az összegző táblázat jól mutatja, hogy az ismertetett korrekciók milyen hatással vannak a rétegtervi hőátbocsátási tényezőre az egyes szerkezeti kialakítások esetén. Az összehasonlítás alapja a jelenlegi U érték követelménynek való megfeleltetés volt.

Még gyengébb lesz a szerkezet hőszigetelő képessége, ha az alátéthéjazat nem szelározó módon készül el. Ebben az esetben további korrekció is szükséges, ugyanis a szálal hőszigetelő réteget a légrésben áramló levegő „átöblíti”, melynek hővezetési tényezőjét így rontja. Ha ez fennáll, akkor a szükséges összvastagság 25 cm-ről akár 30 cm-re is növekedhet, már a mostani előírások szerint is.



Szarufaméret: 7,5 x 15 cm Szarufatávolság: 85 cm	Ásványi szálal hőszigetelőanyag	AUSTROTHERM MANZÁRD GRAFIT®
Hőszigetelőanyag vastagság (cm)	15 + 10	18
Hővezetési tényező W/mK	0,037 és 0,039	0,030
U <sub>0</sub> hőátbocsátási tényező korrekciók nélkül W/m <sup>2</sup> K	0,146	0,160
Szarufák hőhidhatása W/m <sup>2</sup> K	0,018	-
Mechanikai rögzítés hőhidhatása W/m <sup>2</sup> K	-	0,004
Hézagok a hőszigetelő rétegben W/m <sup>2</sup> K	0,004	0
Rétegtervi hőátbocsátási tényező W/m <sup>2</sup> K	0,168	0,164

A szarufák felett elhelyezett Austrotherm MANZÁRD GRAFIT® esetén csupán a mechanikai rögzítőelemek korrekcióját kell alkalmazni, amely jelentéktelen, kb. 2% rontó hatást eredményez. Ügyelni kell arra, hogy a választott rögzítőelem lehetőleg alacsonyabb hővezetési tényezőjű rozsdamentes acél anyagból készüljön.

A fokozott hőszigetelőképeségű MANZÁRD GRAFIT® alacsony hővezetési tényezőjével már 18 cm vastagságban teljesíti a rendelet szerinti követelményértéket. Mivel a hőszigetelés a tetőszerkezet külső oldalára, a héjalás alá kerül, nincs semmilyen szerkezeti vagy egyéb fizikai korlátja a szigetelésvastagság további növelésének, ezt csak az energiatakarékossági igényünk fogja megszabni. A MANZÁRD GRAFIT® elemek akár 30 cm-es vastagságban is rendelkezésre állnak, amivel minden egyéb kiegészítő hőszigetelés nélkül is elérhető a  $0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$  hőátbocsátási tényező, vagyis a passzívházakra is jól alkalmazható. Szarufák feletti hőszigetelés esetén a legtöbb kér-

dés a rögzítés méretezésével kapcsolatban merül fel. A fenti QR-kódot beolvasva letölthető az az alkalmazási segédlet, amely részletes tájékoztatást ad ebben a kérdésben is. Ha egy meglévő épületet újítunk fel a hőveszteség csökkentése érdekében, úgy még egy fontos előnyt élvezhetünk ezzel a megoldással: csak kívülről kerül bontásra a tetőszerkezet, a felújítás nem jár belső, a lakótérben végzendő munkával, így a tulajdonos zavartalanul folytathatja mindennapi tevékenységét a kivitelezés alatt. És a régi, de jó állapotú fedés sem kell, hogy a kukában végezze: a cserepek a tetőre visszarakhatók.

Millenáris – Fogadó

# A kirakós utolsó eleme

Az egykori Ganz-féle Villamossági Részvénytársaság a közel 150 évvel ezelőtti alapítását követően rövid időn belül a hazai és nemzetközi piac meghatározó szereplőjévé vált. Olyan mérnökgenerációk dolgoztak és alkottak itt, akik – nem túlzás ezt állítani – forradalmasították a (villamos) ipart.

**Madaras Botond**

A Ganz Művek a második világháborút követő időszakban is fontos ipari szereplő maradt. Az egykor szebb napokat látott üzem a rendszerváltozást követően megszűnt, helyén – az egykori épületek egy részének megtartásával – alakították ki a 2000-es évek elején a Millenáris Parkot, amely a rehabilitáció előremutató és szép példája, azóta is Bel-Buda meghatározó kulturális központja. A fejlesztés további lépéseként 2019-ben adták át a Nemzeti Táncszínház épületét a területen. A parkhoz mára szervesen csatlakozik a 2020-ban megnyitott Széllkapu park is. 2022 tavaszára elkészült a felújított, átépített Fogadó épülete, melyel a park teljes területén befejeződött a rehabilitáció.

## A Ganz-hőskortól a Millenárisig

A Ganz Művek történetének a második világháborúig tartó időszaka az üzem folyamatos fejlesztésével járt, a mai Millenáris területén az 1930-as években építették meg a négyhajós, „G” jelű üzemcsarnokot. Az acélvázaz épület Széll Kálmán tér felé eső 1. hajója földszint + emeletes szerkezetként épült, födéme nagy teherbírású üzemi terület volt, melyet híddaru szolgált ki. A 2. hajó földszintes, nagy belmagasságú, szintén daruzott épületrész, míg a 3. és 4. hajó földszintes üzemcsarnok volt. Az egykori vasöntőde, majd gépjavitó műhely 4. – Kis Rókus utca felőli – csarnokát a Millenáris Park építését megelőzően már elbontották, de a 2000-es felújítás során a megmaradt három csarnokrész ideiglenes – 6 hónapos időtartamra tervezett! – megtartásáról döntöttek. A történelem azonban más döntést hozott: a költséghatékonyan, rövid időre helyrehozott Fogadó a park kedvelt épületévé, rendezvényhelyszínévé vált. A hat hónapból

évek, majd két évtized lett, ez az idő sem telt el belső átalakítások nélkül – ugyanakkor az átfogó felújítás váratott magára. A Nemzeti Táncszínház és a Széllkapu park átadását követően a Fogadó épületének rendezése maradt az utolsó nagy fejlesztési feladat a területen.

## Eredeti és új

A Fogadó a 2000-ben megkezdett átalakítása előtt minden szempontból erősen leromlott állapotú volt – többek között ezért nem is tervezték tartós hasznosítását. Az egykor elegáns acélváz, a vázat kitöltő féltégla vastag (!) kisméretű téglafalazatok, a tető filigrán rácsos tartói és szelemenei mind magukon hordozták a több évtizedes ipari környezet és a világháború nyomait. A rapid átalakítás során az erősen sérült elemeket cserélték, javították és kialakították az épület belső galéria födémét az 1., 2. és 3. hajóban. A korábban elbontott 4. hajó helyén a környezet rendezésére már nem került sor, 20 évig gazdasági udvarként használták az



alapparadványokkal teli, közforgalomtól elzárt területet.

A 2020-ban megkezdett átépítés az épület hosszú távú rendezését célozta, beleértve a környezet helyreállítását is. Az eredeti épület elbontott szélső hajója helyén új, kétszintes csarnokot terveztek, mely az eredeti épületrészt idézi, de nem másolja; anyagválasztásában és kialakításában is eltér attól. A Millenáris park igényének megfelelően a sétány felőli 1. hajóban a meglévő födém felett új szint készült, a meglévő vázszerkezetre ültetett közbenső födémmel. A funkciónak megfelelően újragondolták, bővítették a galériafödémeket is. A megújult épületben új lift készült, illetve a megközelítés biztosított a sétány felett futó acél gyalogoshídról is.

### Átalakítás

Bár minden tervező tudja, milyen komplex feladatot jelent a meglévő épületek átépítése, mégis szinte mindig elmondható, hogy „tudtuk, tudtuk, de nem sejtettük”. A külső szemlélő számára sokszor egyszerűnek tűnő munkafolyamatok során is rengeteg olyan feladat adódik, aminek megoldása a kivitelezőktől nagyfokú felkészültséget és rugalmasságot, a tervezőtől folyamatos készlését, a projektmenedzserek és a műszaki ellenőrök részéről pedig a folyamatok megfelelő összefogását és kontrollját igényli. Nem volt ez más, hogy itt sem. Az épületet úgy kellett teljesen átalakítani, bővíteni és felújítani, hogy a nyers műszaki szempontok mellett a műemléki elvárások se sérüljenek. Az épületgépész és villamos szakágak feladata is speciális volt: „új házat” kell tervezniük, de mindazon korlátok között, amiket az építészeti - tartószerkezeti - műemléki szempontok kijelölnek.

A Fogadó felújítása és bővítése során a legjelentősebb nehézséget a korábban egyszerűen eltakart hibák, sérülések és korróziós károk jelentették, különös tekintettel a filigrán acél tetőszerkezetekre. A bontási munkákat megelőzően túrhető állapotúnak ítélt szerkezeti elemek jelentős részén találtunk olyan sérüléseket, amelyek javításával nem lehetett várni. Sok szempontból a nyilvánvaló háborús károk okozták a legkevesebb fejtörést, néhány elemen, csomóponton lövedékek, repeszek becsapódásából okozta sérüléseket találtunk, ezek általában helyi elemcserével „kezelhetőek” voltak. Kellemtlenebb -



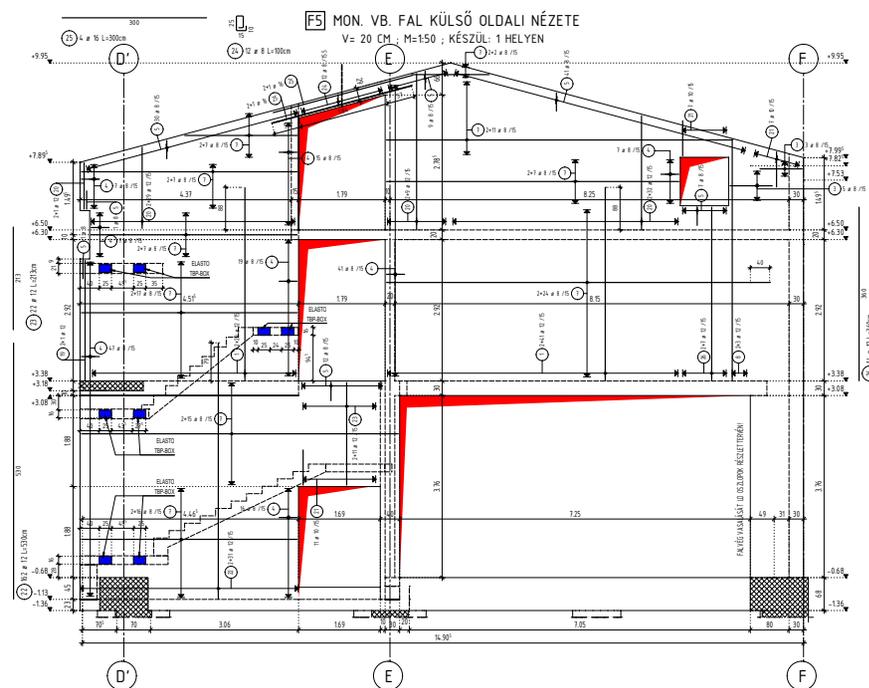
Kiindulólhelyzet - a 3. csarnok felől



Bontási állapot - 2. csarnok, mögötte az 1. csarnok

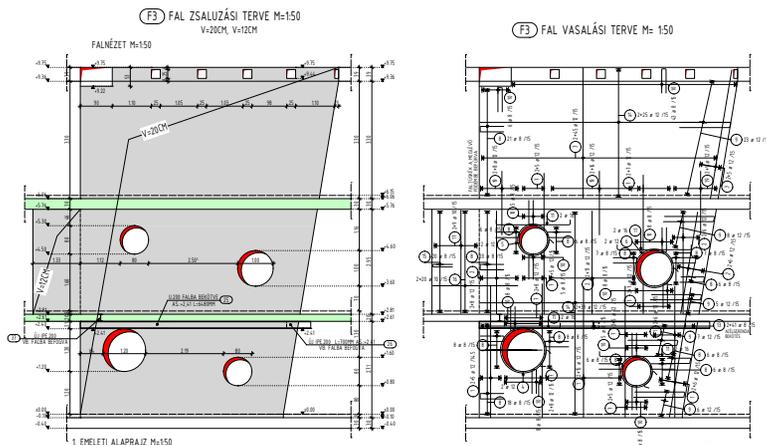


Korróziós „helyzetjelentés”



és egyben bosszantóbb! - hibákat okoztak a korábbi üzem okozta károk, a rácsos tartókon több olyan átalakítást is végeztek, melyeket semmilyen szerkezeti vizsgálat

nem előzött meg. Statikailag határozott rácsos tartók rácsrúdjaiknak egyszerű kivágásával (!) is találkoztunk - útban voltak a légtechnikai vezetéknek... Volt olyan



Az épülő 4. (új) csarnok

födémterület, ahol a bérlő egyszerűen rábetonozott a meglévő födémre. Könnyen elképzelhető, hogy milyen teherbőbbletet, esetenként maradó deformációkat okoztak a hasonló beavatkozások a szerkezetekben! Mindezek mellett azzal az általános problémával találkoztunk, amit az acélszerkezetek hiányos, nem megfelelő korrózió- és tűzvédelme jelentett, de ne feledjük: az épületet 2000-ben csak nagyon rövid időre tervezték megtartani, nem meglepő, hogy voltak ezen a téren hiányosságok. Főleg a korróziós problémák miatt sok olyan elemcserét is el kellett végezni, ami az eredeti programon túlmutatott.

Mint minden bontási munkánál, itt is megtapasztaltuk, hogy „nincs megállás”, a bontás során láthatóvá váltak a korábban takart, hibás szerkezetek, sok esetben ténylegesen szükség volt a nyers szerkezeti – vagy azon is túl... – eljutni. Az épület eredeti osztófödémét sikerült megmenteni, ami azért is fontos feladat volt, mert a kifejezetten karcsú falvázak és oszlopok stabilitása szempontjából is jelentősége volt a födém tárcsának. Külön kihívást jelentett az osztófödém felett beépített új födém (irodaterület), amit az alátámasztó szerkezetek korlátozott teherbírása miatt csak könnyűszerkezetes kialakítással lehetett elkészíteni. (A műemléki védettségű szerkezetek esetén megerősítések sem végezhetők tetszőlegesen.)

Speciális szerkezetűek az épület határolófalai, mindösszesen 16 cm vastag (!) szerkezetekről van szó, jellemzően U160 szelvényekből kialakított, hevederezett falvázoszlopokkal. A féltégla vastag tö-

mör fal helyreállítása, bemutatása komoly restaurátori feladatot is adott, de végül sikerült a homlokzat kiváló minőségű helyreállítása. Az épület egyes falai az elmúlt évszázad során jelentősen deformálódtak, volt olyan fal, amit utólagosan kellett gyámolítani, mert 12–15 cm-es „hasa” volt, amit az acél vázszerkezet ugyan kellő plasztikussággal „felvett”, de a szerkezet igazolásához ez nem volt elegendő.

A meglévő épületrészekben új, alapozott szerkezeti elemek is készültek, részben az új szinttel kiegészített 1. csarnok térbeli merevítésének biztosítására, másrészt a kibővített galéria alátámasztására és az új lifttorony miatt. Bár az új szerkezetek kialakítása több szabadságot ad, mint a meglévő szerkezetek átalakítása, a területen kifejezetten mély helyzetű teherhordó altalaj miatt az új szerkezeteket az épületen belül készített mikrocölöpözéssel kellett kialakítani, amit nem könnyítettek meg az eredeti ipari üzem padlója alatt talált nagyméretű gépalapok, süllyesztékek. A 2. (nagy)csarnokban a meglévő darupályatartókat felhasználva helyeztük el a fény- és hangtechnikai hidakat, ezek beépítésével a színpadtér feletti függesztett terhek működtethetők (az épület rácsos tetőtartói érdemben nem terhelhetők függesztett terheléssel).

A Kis Rókus utca felőli 4. épülethajó teljes alsó szintje új vasbeton vázszerkezettel épült, tetőszintje acél keretekkel kialakított. Építése során a legjelentősebb nehézséget a kifejezetten gyenge altalaj és a térszín alatti épület- és műtárgymaradványok jelentették. Természetesen organizá-

ciós szempontból is speciális feladat volt az építés, hiszen gyakorlatilag „maga alatt” kellett a kivitelezőnek a munkát végeznie, a park használatának érdemi korlátozása nélkül. A teljes átépítés részeként átalakult a korábbi acélterasz, jelentős bővítéssel, de az emblematikus elemek megtartásával. Meg kellett oldani a Széllkapu-híd és az 1. csarnokrész funkcionális összekötését is, biztosítva a bejárást az 1. csarnokrész új szintjére.

## Végszóként

A Fogadó megmaradt 3 csarnokának teljes felújításával és jelentős átépítésével, az eredeti 4. csarnok helyén megépített új hajóval, a homlokzat igényes javításával és az épület környezetének teljes rendezésével elkészült a Millenáris utolsó nagy eleme, amely úgy tiszteleg a Ganz Művek történelme előtt, hogy közben a létesítmény kulturális és közösségi funkcióját is kiszolgálja – reméljük, hogy hosszú távon, a nagyközönség igényeivel is találkozza.

Az építéssel csapatban dolgozó mérnökökre általában technokrata szereplőként tekintenek. Nem lepődhetünk meg ezen: feladataink zöme az épület műszaki teljesítőképessége körül forog, legyen szó állékonyságról, komfortról, üzemeltethetőségről, tűzvédelemről vagy gazdaságosságról. Vasmennyiség, hőmennyiség, áramerősség – nem érdeklő a kívülállókat, csak legyen „jó” az épület. Működjön. A hasonlóan összetett feladatok során ugyanakkor mi is megállunk egy pillanatra, hogy elmerengjünk a mérnökök szerepéről, akár egy évszázada, akár napjainkban. Szép pillanatok ezek.

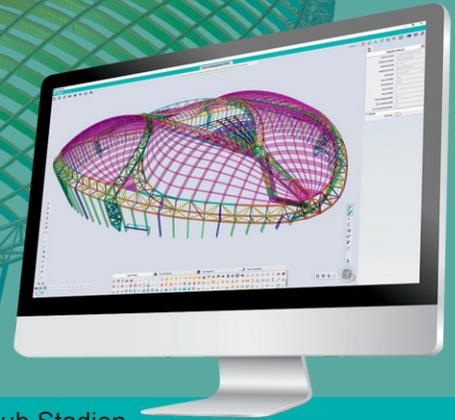
SCIA  
ENGINEER

# ÚJ LEHETŐSÉGEK!

A SCIA Engineer egy integrált, több szerkezeti anyagot tartalmazó vége-seleemes számító szoftver és tervező eszköz. Széles funkcionalitásának köszönhetően ideális program irodaházak, ipari üzemek, hidak vagy bármilyen más építmény tartószerkezeti tervezéséhez, mindezt ugyanabban a könnyen kezelhető környezetben.



Projekt: AECOM - Al Janoub Stadion



**FRILO**  
A NEMETSCHKE COMPANY

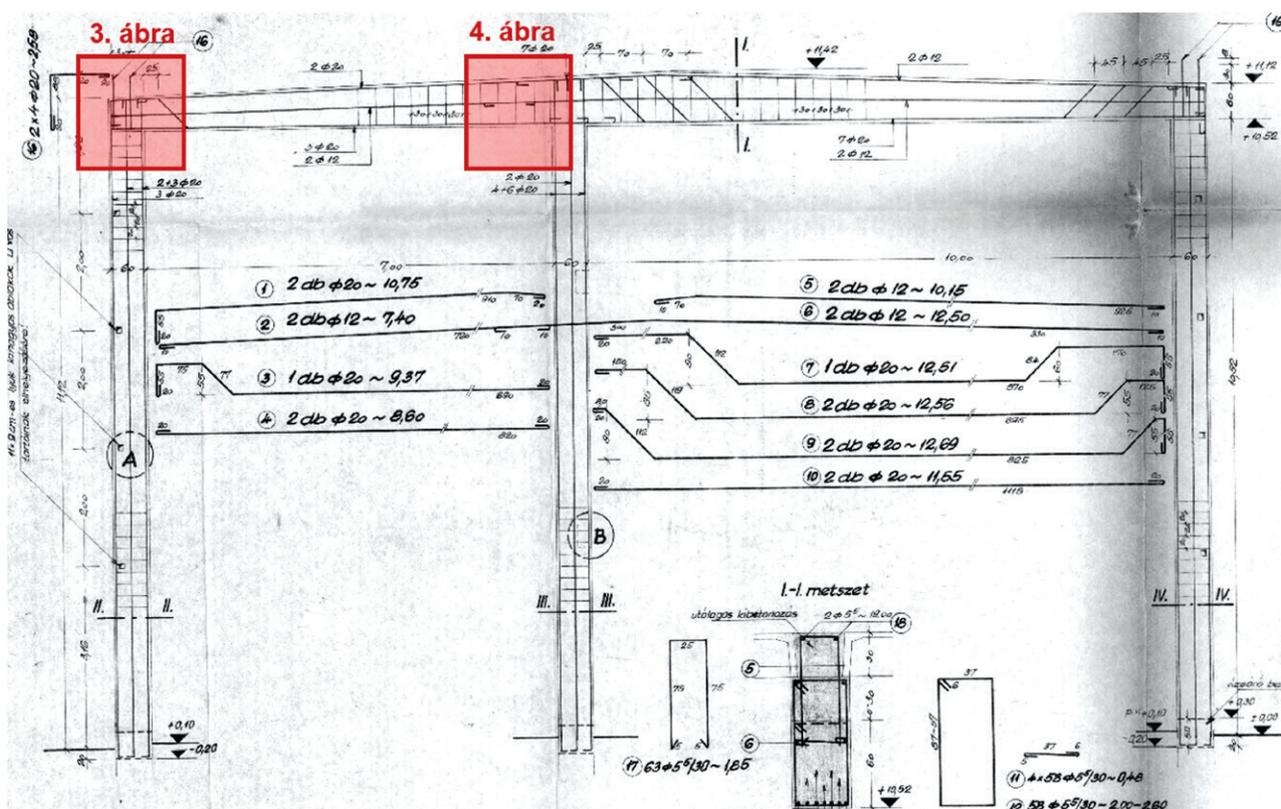
## STABIL SZERKEZETEK

A FRILO szoftver támogatja a statikus mérnököket az épületszerkezetek teherbírásának és stabilitásának hatékony kiszámításában. A számítási programok széles választékával átfogóan és az Ön igényeinek megfelelően tesz eleget a szerkezetelemzés és dokumentálás terén. A szoftvert a megbízható, gyors és könnyen érthető eredmények, valamint felhasználóbarát kezelés jellemzi.

Kulcskérdés a megfelelő monitoringrendszerek kialakítása

# Egy épületsüllyedés tapasztalatai

Az épületkárok jelentős hányada a teherviselő szerkezetek (egyenlőtlen) süllyedésére vezethető vissza. A cikkben egy monolit vasbeton vázszerkezetű épületsüllyedés kiváltotta károsodások kapcsán röviden ismertetjük a süllyedések erőtani hatását, és felhívjuk a figyelmet a rendszeres tartószerkezeti ellenőrzések fontosságára.



1. ábra: Vasbeton keret kialakítása (korabeli tervek alapján)

Várdai Attila okl. szerkezetépítő mérnök, a Bureau Veritas Magyarország Kft. műszaki szakértője, építőipari szolgáltatásokért felelős üzletfejlesztője

## Az épület és környezete

Egy ipari épület tervezett átalakítása/funkcióváltása kapcsán a Bureau Veritas Magyarország Kft. a közelmúltban végezte el egy monolit vasbeton vázszerkezetű

épület szerkezetdiagnosztikai vizsgálatát. A ~60×18 m alapterületű, fővárosi épület az 1950-es évek végi építési trendeknek megfelelően alapvetően letisztult szerkezeti rendszerű. A fő teherviselő vázszerkezet 6 m-ként kiosztott, háromtámaszú (az 1. ábra szerinti kialakított) monolit vasbeton keret.

Az épületet gyenge altalajra alapozták. A korabeli tervek alapján az altalaj kedvezőtlen jellege ismert volt, ezért a keretoszlopokat a terepszint alatt ~3,5 m-es

alapozási síkon elkészített, mélyített pont-alapokra állították. Az alaptesteket talpgerendákkal is összekapcsolták, illetve a padlólemez alatt ~1 m vastag talajcserét is elvégeztek.

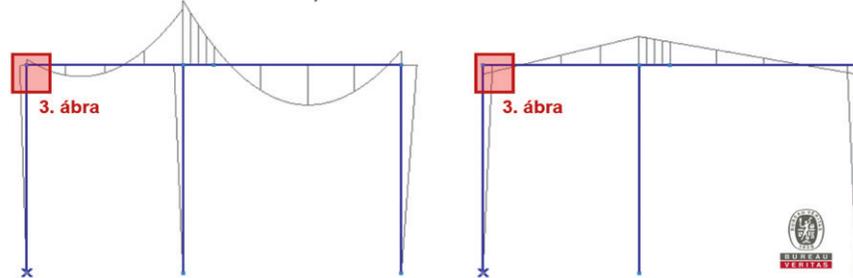
## Az épülettel kapcsolatos problémák

A vizsgálatokhoz rendelkezésre bocsátott megrendelői adatok alapján hamar egyértelművé vált, hogy az épület egy része a körültekintő alapozás ellenére korábban

Szakirodalmi adatok alapján az épületkárosodások jelentős hányadban (~70%-ban) geotechnikai eredetűek, ezen belül az összkárosodások mintegy fele vízkárral összefüggő (a csatornázási hibák arányát kb. 25%-ra teszik).

A talaj fizikai jellemzői víz hatására megváltoznak, ennek eredményeként a terhelt talaj összenyomódása növekszik, ami a felszín süllyedéséhez vezet. Ezenfelül a szivárgó vezetékekből áramló (szenny- vagy hálózati) vizek jelentősebb kimosódásokat, üregeledéseket okozhatnak, számottevően növelve a süllyedések mértékét.

2. ábra: Vasbeton keret sematikus erőjátéka



2/a – Hajlítónyomatékok függőleges terhelés hatására

2/b – Hajlítónyomatékok szélső támasz süllyedése esetén

(jelentősen) megsüllyedt – a korabeli szakértői dokumentációk ~3-4 cm nagyságrendű süllyedést feltételeznek (a tapasztalt károsodások mértéke alapján nem alaptanul).

A problémára az üzemelő épület egy térelhatároló (vázszerkezetet kitöltő) falának vakolati repedései hívták fel anno a figyelmet. A repedések kiváltó okának vizsgálatát célzó szakértői munka hamar feltárt jelentősebb szerkezeti károsodásokat (a vasbeton keret jelentősebb repedéseit, illetve a térelhatároló fal keretoszlopba történő bekötésének hibáját) is. A károsodások tapasztalt mértéke és a használatban lévő épület üzemfolytonosságának fenntartása miatt a szakértői javaslatok lokális szerkezetmegerősítést (a károsodott kitöltő fal, annak koszorúgerendái, illetve ezen keretállás keretgerendájának vonórudas megerősítését) írtak elő.

A vizsgálatok a süllyedések kiváltó okát is meghatározták, azt a csatornavezeték hibájaként azonosították.

Az épület egy része  
– a körültekintő alapozás  
ellenére – korábban  
jelentősen megsüllyedt.



Az üzemeltető a csatornázási hibát javíttatta, illetve a kérdéses oszlop alapozása alatt injektálási munkákat végeztetett. A beavatkozásokat követő időszakban (a 2010-es évek első felében) az épület süllyedéseit kb. egy évig rendszeresen, több ponton mérték. Megállapítható volt, hogy a megfigyelési időszak alatt a többsúlylyedés ugyan csekély (~2-3 mm nagyságrendű), de tapasztalható.

Sajnos a monitoringot nem tartották fent, legalábbis ennek nincs dokumentált nyoma, így az eltelt tíz esztendő eseményeiről nincs közvetlen adat. A helyszíni

vizsgálatok alapján (a korábbi javításokon megjelenő markáns repedések okán) azonban sejthető, hogy a süllyedések az elmúlt évtizedben is folytatódtak.

### Keretek egyenlőtlen süllyedésének erőjátéka

A helyszíni bejárások alatt a korábbi szakértői vizsgálatokban megjelölt keretek melletti állások teherviselő szerkezetein is azonosítottunk süllyedéskülönbségre utaló repedéseket. A károsodások okainak megértéséhez sematikusán a 2. ábrán vázoltuk a vasbeton keret erőjátékát. A 2/a ábrarészen a keret tervezése során figyelembe vett nyomatéki ábrát tüntettük fel, a 2/b ábrarész a szélső oszlop süllyedése hatására kialakuló nyomatékokat mutatja. Jól látható, hogy a közbenső oszlop felett a nyomatékok előjele azonos, ennek megfelelően a szélső támasz süllyedése a támasznyomaték (negatív nyomaték) értékét növeli.



## HerzCON

- ☑ Fan-coil készülékek közvetlen csatlakozója
- ☑ Gyors helyszíni szerelés
- ☑ Szabályozási, tisztítási, leválasztási műveletekhez
- ☑ Kevesebb előkészítési művelet
- ☑ Gyári hőszigeteléssel
- ☑ 5 év HERZ garancia



3. ábra: Keretsarok mellett kialakult markáns  $\sigma$ -repedés



4. ábra: Közbenső oszlop mellett kialakult markáns  $\sigma$ -repedés és fellazult beton

A keretsarkok esetén (nemcsak a süllyedéssel közvetlenül érintett, de a távolabbi szélső oszlop esetén is) a hajlítás a „szokásos” terhelésből ellenkező értelmű, mint a süllyedésekből keletkező. A szélső oszlop süllyedése a keretsarkot nyitja.

A korabeli vasalási rendszerek a nyomtéli ábrát (gazdaságossági okok miatt) pontosan követték (lásd: 1. ábra). A terv helyességét helyszíni feltárásokkal ellenőriztük.

A két terhelési eset eltérő igénybevétel-lefutása miatt (az egyes hatások egymáshoz viszonyított arányának megfelelően) a vasbeton tartó jelentős szakaszán alulvasalttá vált. A kellő húzott vasalás hiánya miatt mind a közbenső támasz felett, mind a keretsarokban (de csekélyebb mértékben a tartó közbenső szakaszán is) markáns (akár 1,5 mm-es tágasságot elérő) repedések alakultak ki (lásd: 3–4. ábra).

### A bizonytalanságok és ezek hatásai

Az épület korábbi süllyedései egyértelműek. Sajnos az is megállapítható, hogy az ennek nyomán kialakult károsodásokat már annak idején is csak részlegesen azonosították, illetve azokat nem teljeskörűen javították.

Az idő előtt megszakított monitoring (bár a kialakított mérési rendszer erre koncepcionálisan alkalmas lehetett volna) nem teszi lehetővé a jelenlegi állapot megfelelő értékelését, az elmúlt közel egy évtized hiányzó mérési adatai a korábbi káros folyamatok aktivitásáról nem tájékoztatnak. Mivel jól tetten érhetők újabb mozgásra utaló jelek, ezért a mérési adatok hiánya különösen égető.

Különösebb nehézség nélkül építhetők be szenzorok a teherviselő szerkezetekbe, biztosítva egyes jellemzők (akár folytonos) megfigyelésének lehetőségét.

Ezek a bizonytalanságok „normál” esetben is megnehezítik a felelős mérnök döntését, komolyabb átalakítás/beavatkozás tervezését megelőzően azonban kimondottan bosszantók. A süllyedés folyamatának és pontos mértékének ismerete nélkül adott esetben felesleges pluszintézkedéseket írhatnak elő, ami a beavatkozásokat szükségtelenül megdrágíthatja és azokat műszakilag is sokkal komplexebbé teheti (megnehezítve az elvárt kivitelezési minőség elérését).

Amennyiben a hibaok megszüntetése csak részlegesen sikerült (erre a folytonos mérések remekül választ adhatnának), úgy fennáll a veszélye a további, a tervezett átalakítás megvalósítását követően kialakuló épületkárok kialakulásának.

### Javaslat a jövőre nézve

A meglévő épületekkel kapcsolatos feladatok egyre inkább előtérbe kerülnek. Komolyabb változások várhatók a diagnosztikával/felülvizsgálatokkal kapcsolatos szabályozásokban is, a megfelelő érté-

keléshez és további tervezésekhez egyre pontosabb adatok rendelkezésre állása szükséges. A közelmúlt rohamos technikai fejlődése szerencsére széles körben lehetőséget is biztosít a szerkezeti állapot megfigyelésére (structural health monitoring – SHM).

A tartószerkezeti diagnosztikát szokás az orvoslás analógiáján keresztül bemutatni. Élve az összehasonlíthatóság lehetőségével, ahogyan az elmúlt évtizedben az okoseszközök is eljutottak például az élsportból a hobbisportolókig, és mára bárki a karóráján képes pulzusa és napi lépései számának (vagy alvásciklusának) nyomon követésére, úgy a szerkezeti diagnosztika mérési módszerei is egyre inkább hozzáférhetőek.

Különösebb nehézség nélkül építhetők be szenzorok a teherviselő szerkezetekbe, így biztosítva egyes jellemzők (akár folytonos) megfigyelésének lehetőségét. A mérési eredmények (akár jelentős mértékben automatizált) kiértékelésével megbízhatóan tájékozódhatunk a mindenkori állapot megfelelőségéről és különösen az állapotváltozás folyamatáról (az esetleges avulás üteméről, mértékéről). Ezen ismeretek megléte – mint a fentiekben is láthatuk – sok esetben kulcskérdés.

A tervezők számára már most is javasolható jelentősebb új létesítmények esetén a jövőbeni folytonos megfigyelést biztosító technológiák telepítésének előírása. Számos minőség-ellenőrző szervezet (így tipikusan a nagyobb, nemzetközi tanúsítók) rendelkeznek már kidolgozott eljárással a megfelelő monitoringrendszerek kialakításának terén.

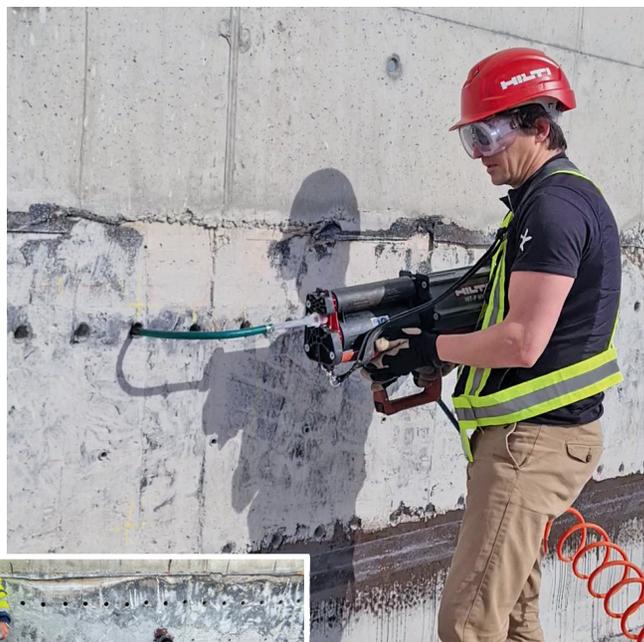
# A nem mindennapi utólagos betonacél-beragasztás

Sokszor teszik fel nekünk a kérdést, hogy egyszerű beszállítóként a termékek értékesítése mellett milyen szolgáltatásokat tudunk nyújtani az építőiparban dolgozó kollégák részére. Erre a válasz közel sem egyszerű, hiszen területi mérnökeink és szaktanácsadóink feladata meglehetősen összetett. Ebben kulcsfontosságú szerepet kap a kivitelezések rendszeres látogatása, projektek teljes körű műszaki támogatása, a tervezőkkel és kivitelezőkkel való folyamatos együttműködés, mellyel akár napi szinten hozzájárulnak a megfelelő műszaki tartalom kialakításához, optimalizálásához és szakszerű megvalósulásához.

Így történt ez a korábbi közvágóhíd területén jelenleg építés alatt lévő City Pearl nevezetű új városnegyed építkezésén is. Az első, mára szerkezetkész épületnél a Tura Kft. (Tura Group) Szerkezetkivitelező céggel kiépített jó kapcsolatnak köszönhetően, a második fázis kezdetén szakmai segítségünket kérték a két épület 70 méter hosszú, 1400 mm vastag alaplemeznének összekötésében. A török megrendelő mérnökei alsó és felső oldalon egyaránt 1350 mm hosszú lehorgonyzással, összesen 970 db Ø25 utólag beragasztott betonacélt javasoltak elhelyezni 150 mm-es tengelytávolsággal. Területi mérnökeink, a kivitelezésen illetékes felelős magyar szerkezettervező irodával, valamint a török tervező kollégákkal együttműködve megvizsgálták a lehetőségeket, majd újabb, betonacél-elméleten alapuló számításokat végeztek. Mivel a HILTI HIT-RE 500 ragasztó tapadószilárdsága biztosította, hogy nem a beragasztott kapcsolaton alapuló tönkremenetel lesz a mértékadó, hanem az acél megfolyása, ezért az acél folyáshatárára történt a méretezés. Így a Hilti ragasztóval megfelelő furattisztítás és érdesítés alkalmazásával sikerült lecsökkentenünk 640 mm-re a beragasztási mélységet. Ezzel az optimalizációval a megrendelő számára egy műszakilag megfelelő megoldást nyújtva a költségeinek 2/3-át sikerült megtakarítani.

A Hilti több mint pusztá ragasztóbeszállító, így a tervezőkkel közös munka után a kivitelező támogatására helyeztük a fókuszot, szem előtt tartva a műszakilag megfelelő és biztonságos, de gyors kivitelezés elősegítését. Ezen okból a City Pearl esetében a gyémántfúrás mellett döntöttünk, mert mind a négyélű fúrószárral, mind a magyar fejlesztésű körüreges, pormentes fúrószárral való fúrás lassabbnak bizonyult az adott feltételek mellett, ilyen mélységben, betonacél-átmérőhöz tartozóan Ø32 átmérőben. A Tura Kft. számára a gyémántspecialistánk a helyszínen leoktatta, bemutatta a műszakilag megfelelő kialakítást és ezt követően a teljes kivitelezési szakasz alatt segítette a csapatot. A kivitelező a 970 db, 640 mm mély furatot mindössze két hét alatt készítette el.

A ragasztott kapcsolatok kialakítása során rendkívül fontos a furattisztítás és gyémántfúrás esetén a megfelelő furatérdesítés. Ennek szakszerű kivitelezését, valamint a mélyberagasztást tapasztalt területi mérnökeink a helyszínen bemutatták a kivitelező részére. Ragasztóként a mélyberagasztáshoz, valamint elsődleges tartószerkezetek sz seizmikus követelményeinek is megfelelő bevizsgálással rendelkező epoxialapú HILTI HIT-RE 500-as termékünket alkalmaztuk. A beragasztott betonacélok megfelelő tartóértékének megrendelő felé történő bizonyítása érdekében a ragasztó teljes kötésiideje után mérnökeink próbaterhelést végeztek, melyben 180 kN húzóerőt adva az egyes vasakra, tönkremenetelt nem tapasztaltak. A munkálatok végéig Kollégáink az építkezést 2-3 naponta rendszeresen látogatják, felmerülő műszaki és gyakorlati kérdésekben a Kivitelezőket támogatják.



Egy összetett műszaki feladatról volt szó, ahol rendkívül fontos volt, hogy a lehető legköltséghatékonyabb de műszakilag kifogástalan megoldás születhessen. Ezt csak úgy volt lehetőségünk megvalósítani, hogy rendszeres és folyamatos támogatást nyújtottunk mind a tervezőknek,

mind a kivitelezőknek, a projekten és irodában is. Emellett biztosítani tudtuk a teljes technológiai folyamatot a nagy tapadószilárdságú ragasztótól a rendkívül precíz és megbízható gyémántfúrásig bezárólag. Bízunk benne, hogy a HILTI csapat lelkiismeretes és támogató munkáján keresztül egyre több elégedett tervezővel és kivitelezővel dolgozhatunk együtt a jövőben, akik szívesen ha gyatkoznak szakértelmünkre.

*Nagy-Kármán Anikó  
területi mérnök, okleveles építészmérnök*



Gondolatok a tervezésről – egy sikerekben gazdag életút margójára

# Egyenes csak a papíron létezik, a valóságban nem...

Dr. Bánszky József, az MMK tagja, okleveles építőmérnök a közel-múltban vehette át a Csonka Pál-émlékérmét, amelyet a nemzetközi hírvű tudós és több építészgeneráció tanítómestere tiszteletére és emlékezetére a Magyar Építőművészek Szövetsége alapított 1988-ban. Dr. Bánszky gazdag életútja bővelkedik a sikerekben, amelyeket már akkor a most roppant divatos life-long learning filozófiára alapozott, amikor erről a fogalomról Magyarországon még nem is hallottunk.



Rozsnyai Gábor

1977-ben végzett a BME építőmérnöki karán, pályáját az Agrober tervezővállalatnál kezdte. „Szerencsém volt, mert egy jó hírvű és tapasztalt tervező, Guba Lajos mellett dolgozhattam három évig. Ezalatt a Mezőhegyesi Vetőmagüzem technológiai felújításában, a gyomai halüzem mélyépítési nagyműtárgyainak és a Gabonaforgalmi Vállalat silóberuházásaiban vehettem részt. Közben elvégeztem a vasbetonépítési szakot is, ahol olyan neves tanárok oktattak, mint a beton nemzetközileg elismert tudósa, Palotás László professzor, Mistéth Endre, Orosz Árpád, Kézdi Árpád, de említhetném az iparterves Komlóssy István és a TTI-is Dulácska Endre nevét is. Különböző egyéniségek voltak, de abban hasonlítottak egymásra, hogy nem csak a tananyagot, hanem a mérnöki szemléletüket is átadták, aminek nagy hasznát vettem a pályám során.”

A még mindig fiatal mérnök ezt követően egy olyan céghez került, melynek 60 fős kivitelezőosztálya volt. Úgy fogalmaz, hogy „nem szegényen, de sokat tanultam az ácsoktól is, akik előtte Pakson, az atomerőmű építésén zsaluztak. Mindig is azt vallottam, illetve a mai napig azt gondolom, hogy a magas szintű elméleti tudás

csak akkor hasznosítható, ha gyakorlati ismeretekkel párosul. 1985-ben készült el egy silótelep, ahol a mikrocsölpök próbateljesítése után kiderült, hogy csak a tervezett érték felét bírják el a csölpök. A kérdés úgy vetődött fel: dupla mennyiségű csölpel vagy inkább együttműködő vasbeton lemezzel kell az alapokat megerősíteni. A BME Geotechnika Tanszékének oktatója, dr. Marczal László volt a korábbi tankörvezetőm. Ő segítette a szakirodalom felkutatásában és alkalmazásában. A megoldás az lett, hogy egy gazdaságos, csölpökkel gyámoltított vasbeton lemez méretezését terveztem meg. Mindez 1985-ben történt, a számítógépek elterjedése előtt.”

Ugyanebben az évben nyújtotta be doktori értekezését a gabonataralók témakörében, melynek egyik érdekes része a mikrocsölpökkel kombinált lemezalapozás számítási módszere volt. Abban az időben a statikai számítások számítógépes modellezése épp hogy csak elkezdődött, sem komoly számítógépek, sem fejlett programok nem álltak még rendelkezésre. Dr. Bánszky a fokozatos közelítés módszerével modellezte a csölpöket összefogó vasbeton lemezre jutó térszíni terhelésből adódó nagyobb köpenysúrlódást. A megnövelt köpenysúrlódás miatti nagyobb csölpereő és a bekapcsolódó térszíni terhelés arányát módosítva jutott el a közelmúltban átadott MOL campus épületénél is alkalmazott megoldás alapelveihez, amelynek lényege rö-

viden a fent leírtak alkalmazása, csak nagyobb méretekkel és más dimenzióban.

1990-ben, a rendszerváltás időszakában ő is kemény dilemma előtt állt: az acél vázszerkezeteket gyártó cég, ahol akkoriban dolgozott, csődbe ment. Döntenie kellett, hogy vállalja – gyakorlatilag egyedül – a folytatást, a gyártás újraszervezését, vagy veszni hagyja az addig felhalmozott fejlesztési munkákat és tapasztalati tőkét. Ma már ismert a folytatás: a nehezebb utat választotta, húsz év kemény munkájával közel 300 000 m<sup>2</sup> vázat gyártott az általa alapított Struktúra-Bau Kft. keretei között. Ennek köszönhetően épülhetett meg országsszerte 35 tornaterem (erre még visszatérünk), számos ipari csarnok és tárolóépület. Közben a tanulást sem hagyta abba; nem csupán vasbetonépítési szakmérnöki diplomát szerzett, de mivel sokszor kellett az építésvezetőt helyettesítenie, járatos lett például a bádogos-lemezelési munkák területén is, ami a csomóponttervezések alapját jelenti.

„Napjaink komoly hiányosságának tartom, hogy a kezdő mérnököket nem tanítják meg az alapvető csomóponti kialakításokra, a szerkesztési elvekre. A körülöttem dolgozó mérnököket arra biztatom, hogy minél többet járjanak ki a kivitelezésekre, vizsgálják meg a gyakorlatban elérhető méretpontosságokat, mert egyenes csak a papíron létezik, a valóságban nem. Az építési anomáliákat tudni kell kezelni ahhoz, hogy a végeredmény színvonalas legyen. Ezek ismerete nélkül nem lehet jó csomópontokat tervezni.”

## Sikerek és tanulságok

1990-ben indult az országos tornatermi program, dr. Bánszky József és csapata az akkori Testnevelési Főiskolán mutatta be az íves vázszerkezetre alapozott terveit. Ott rögtön, azonnal megrendeltek tőlük hat tornatermet, amit több tucat másik követett, de – és ezt ma is érezhető büszkeség-



jön létre a fürdő belső tereiben. És hogy mi ezekből a munkákból eredő tanulság? Különösen pályázatoknál fontos, hogy az engedélyezési terv alapján készített költségvetési keretből akár 2 év múlva is megépíthető legyen egy-egy beruházás. Ehhez nagy tervezői adatbankra, jó csomóponti kialakításokra és olyan gondolatokra van szükség, ami jóval több munkával jár, de megéri a szellemi befektetés. Van persze olyasmi is, amit ma másképpen csinálna, de inkább csak az anyaghasználatra vonatkozóan. „Mi is alkalmaztuk a bitumenes zsindelyfedést íves ablakoknál, de ez sok esetben 5 év után tönkrement. Jó volt a termék bevezető kampánya, nem tudtuk, hogy igen rövid az élettartama, és nem is alkalmaztuk többet.”

### Az építésnél jelentkező időzavar ellenszere a nagyon alapos előkészítés

Dr. Bánszky szerint mára a tervezési folyamatok elgápiresedtek, kevés a személyes és érdemi egyeztetés az egyes szaktervezők között. A folyamatos időzavar miatt nincs elegendő idő az alternatívák kidolgozására és ez a teljes tervezési folyamatot jellemzi. Pedig a koncepcióterveknek nemcsak a szakhatósági egyeztetéseknél van nagy jelentősége, hanem az építész- és statikus tervezők közötti érdemi kapcsolat kialakításában is döntő jelentőségű. Ekkor dől el az épület formája és tömegképzése, de adott esetben a vázszerkezet megválasztásának lehetősége mellett a kivitelezés egyes részleteinek átgondolására is ekkor van lehetőség. Az építész és statikus tervezők már a talajmechanikai vizsgálatok alapján látják a síkalapozás-mélyalapozás megválasztásának szempontjait és a funkcióvázlatok alapján a tömegvázlatokra is megfelelő súlyt tudnak helyezni. A mérnök szerint a statikus tervezésnél nem az a legjobb gyakorlat, amikor a statikusra csak az építész által elképzelt épületmetszet szerkezeti méreteinek kiszámításában számítanak. Ha nem közösen gondolják át az épület megépítésének részleteit, nem gondolkoznak el az egyes csomóponti megoldásokon, akkor kényszermegoldásokat erőltetnek a kivitelezőkre. Véleménye szerint nagyobb szerepet kellene biztosítani a korábbi gyakorlat szerinti tervbírálatoknak, ahol még érdemi lehetőség nyílik a módosításokra. Ebben a fázisban a gyors megépíthetőség mellett még a költséghatékony megoldások is szóba kerülhetnek.

gel a hangjában mondja – nincs köztük két egyforma. Nem a szocreál stílust követték, mertek váltani, változtatni a „bevált” sémákon. A tornatermeket sok esetben faluházával kombinálva, közösségi célokra is használják, Ásotthalmon, Kunszentmiklóson, Gödön, Monoron, Kókán, Rimócon és szerte másutt az országban. Azt meséli, hogy ahol megfelelően karbantartják a 18×30 m, illetve 22×44 m-es játéktérű kézilabda pályákat is magukba foglaló épületeket, ott ezek ma is megfelelően kiszolgálják a közösség igényeit, legyen szó lakodalomról, versenyről, tornaóráról, falunapról vagy bármi másról. Mi ez, ha nem egy igazi sikertörténet?

„2008-ban kerestek meg Csíkszeredából azzal az elképzeléssel, hogy az erdélyi Karcfalva jégpályáját – 11 öltözővel, 450 fős lelátóval és kiszolgálóhelyiségekkel – le kellene fedni, de úgy, hogy a beruházás büdzséjé-

nek korlátja 3 millió euró. Elkészítettük a lefedés szerkezeti terveit 40 méteres fesztávval, a román szabvány szerinti hőteherre és földrengésre méretezve. A 20 kg/m<sup>2</sup> fajlagos acélfelhasználású íves rácsos acélszerkezetet Magyarországon gyártottuk le, amit kivittünk és a helyszínen összeszereltünk. 2,8 millió euróból megépült.” Másik, a szakma és a közönség elismerését is kivívó munkája a Gyomai Liget Gyógyfürdő részlegesen befogott íves faszervezete, az elliptikus alaprajz fölé emelt fa tetőszerkezettel. Az építészeti és belsőépítészeti munkák Papp László építésztervező munkáját dicsérik. A magas talajvízállásos részen megépült fürdő ledréneztet vasbeton oldalfala és az egyes praktikus statikai megoldásai 20 évvel az átadása után is jól funkcionálnak, és nem melleleg a létrejött szerkezet hozzájárul ahhoz, hogy kedvező térelmény jöj-

„Eretnek gondolatként a rendelkezésre álló költségkeret meghatározását is figyelnünk kell a tervezőknek, mert ha csak a kiadott terv végén szembesül az építető azzal, hogy ezt ő már nem képes finanszírozni, már túl késő. Ez vezet a kivitelezési kényszermegoldásokhoz.” Dr. Bánszky szerint ugyanez játszódik le a családi házak kivitelezésénél is: már a nulladik fázisban összhangba kell hozni az elképzeléseket és a pénzügyi keretet. A fenti gondolatmenet felveti a tipizált szerkezetek alkalmazásának szükségességét, mert kár lekötöni a szaktervezőket minden részlet kidolgozásával akkor, amikor könnyen megépíthető, jól kidolgozott csomópontokkal sokkal egyszerűbben lehet a kivitelezési méretpontatlanságokat kiigazítani. Dr. Bánszky ezért mindig azt javasolja a vele, illetve körülötte dolgozó fiataloknak, hogy járjanak többet ki az építkezésekre, nézzék meg az egyes technológiai folyamatokat és legyen fogalmuk a szerkezetépítés méretpontoságáról. „Enélkül nem lehet jó csomópontot szerkeszteni, és ez visszaüt a kivitelezésre” – hangsúlyozza ismét nyomatékosan.

Szerinte a sikerek titka az előkészítés. Amikor a Lindab meghívására Svédországban járt tanulmányúton, azt látta, hogy egy féléves kivitelezési munkát másfél éves, mindenre kiterjedő, magyar szemmel nézve hihetetlenül precíz előkészítés előz meg. Nálunk is van erre precedens, a Békés megyéhez világszerte makacsul ragaszkodó mérnök az orosházi üvegyár új kemencéjének építését hozza fel példának. Nagyon rövid idő állt rendelkezésükre. Először lecsapolták az üveget, ami három napig tartott. Utána 11 nap alatt elbontották a régi kemencét, a helyére tervezett új kemence alapozásának és vázszerkezetének felépítésére 8 napot szántak, de ahogy az ilyenkor lenni szokott, menet közben kiderült, hogy nem megfelelő szilárdságú az aljzat, muszáj volt hozzányúlni a tervekhez.

„Ácskereszével rajzoltam fel a falra, amit ott, a helyszínen kitaláltam. Haladnunk kellett. Annál is inkább, mert az olasz beruházó megkérdezte, hogy meg tudjuk-e oldani a feladatot nyolc helyett hat nap alatt. Nem kötbérral fenyegetett, hanem prémiumot kínált, mivel ő úgy számolt, hogy minden egyes óra, amivel korábban készülünk el, egymillió forint pluszbevételt jelent számára. Megcsináltuk, és erre maig büszke vagyok. Az építési munkákat Károlyi László vezette. Jó szakemberekkel, kivá-



ló lakatosokkal, megfelelő hozzáállással és jó együttműködéssel nincs lehetetlen.”

Apropó Békés megye: a helyi mérnöki kamara 2019-ben neki ítélte Az év mérnök címet.

### A vidékieknek egy kicsit mindig többet kell letenni az asztalra

Dr. Bánszky szerint a '77-es diplomaosztó óta sokat változott a szakma, és ahhoz, hogy vidéki vállalkozóként is piacépes legyen, illetve maradjon, folyamatosan tanulnia és fejleszteni kellett. A rendszerváltás után előtérbe került a kivitelezés gyorsasága, és persze a gazdaságosság. „Nekünk nem csak kisvárosi szinten kell a legjobbaknak lennünk, hanem országosan kell, hogy ismerjenek és elfogadjanak ahhoz, hogy hosszú távon is eredményesen tudjunk dolgozni. Ehhez a szakirodalmat kell ismerni, és a legkorszerűbb programok használatával lehet a tudásunkat szinten tartani és állandóan fejleszteni. Enélkül egy mérnöki iroda nem tud hosszú távon dolgozni.”

Jó szívvel említi a szintén Békés megyei Dunai László professzort, aki a közelmúltban tartotta akadémiai székfoglalóját. Vele mindig tudott konzultálni, egyebek mellett a vázszerkezetek számítógépes méretezésével kapcsolatban. „Az optimumszámításokkal, a fajlagos acélfelhasználás csökkentésével napjainkban kevesen élnek, pedig a korszerű számítógépek és programok nyújtotta lehetőséggel élni kell. Komoly számítógép-kapacitások és fejlett programok állnak rendelkezésre, és mégis sokszor a kivitelezésnél csapódnak le azok a fontos részletkérdések, amelyeket már a tervezés letelején kezelhetők lennének” – figyelmeztet.

A tapasztalt mérnök szerint egy régi dilemma még mindig élő probléma: a

hazai egyetemek magas szintű képzést nyújtanak, de kevés a gyakorlat, a friss diplomások 3-4 évig még tanulják a szakmát, egyébként egyszerűen másképp nem tudnák alkalmazni az elméletet. „A kettő együtt működik csak, az elmélet önmagában nagyon kevés, gyakorlat nélkül a mérnök nem tud hatékony tervezőmunkát végezni, költségszámítást végezni, ami aztán úgy jelentkezik, hogy alulárzottak lesznek a projektek. Fiatal kollégáknál esetenként hiányolom az ambíciót, hogy a kivitelezés közelében legyenek, legalább mint tervezői-művezetők annak érdekében, hogy megismerjék azokat a csomóponti megoldásokat, amelyek valóban működnek. Ha egy fiatal kolléga méretettérrel szembesül, annak a megoldásához rutin kell, amit csak az építkezésen lehet megtanulni. Kivitelezési tapasztalat kell hozzá, nem elég a számítógép előtt ülni.”

Dr. Bánszky kritikája építő jellegű – esetünkben szó szerint: tudását szívesen adja át fiatal kollégáknak, olyanoknak, akik értelmesen nyúlnak a szakmához. Támogatja és bátorítja őket abban is, hogy szélesebb körű ismeretet szerezzenek, ne csak a szoros értelmű szakmai irányt vigyék tovább. Úgy véli, aki széles alapot épít magának, és magasra emeli a tekintetét, túl a horizonton, annak mindig lesz munkája.

Dr. Bánszky József impozáns, sikereiben, tanulásban és munkával teli mérnöki pályát tudhat magáénak. Azt mondja, az egyetemi és a szakmérnöki évektől sokat kapott, amit aztán a konkrét kivitelezési gyakorlat tett teljessé, így lett komplett a mérnöki pályafutása, amelynek során a legszívesebben acélszerkezeteket tervezett, változatos homlokzatokkal. 45 éves tervezői munkája során mindvégig figyelemmel volt a legendás Pogány Frigyes professzor tanításának alapelveire: érvényre kell juttatni az anyag-szerkezet-funkció-forma kölcsönhatását és összhangját. Az, hogy a közelmúltban elismerésre méltónak tartották, nem jelenti azt, hogy ne lenne továbbra is aktív. Jelenleg is több sílótelep komplett alapozási-kiviteli terveinek elkészítésével foglalkozik, emellett egyedi acélszerkezetek, acéltornyok honosításával is megbízták. „Minden tervezési megbízást egyedi feladatként kezelek annak érdekében, hogy a kivitelező átgondolt, magas színvonalú tervet kapjon kézhez. Ezt a metódust ajánlom a tervezőkollégáinknak is.”

# Duli90

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

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



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

A demjéni termálvölgy mérnöki bravúrja

# Fürdő a hegy gyomrában

Hosszú évtizedekig a barlangfürdő egyetlen jelentett Miskolctapolcával, ahol 1959-ben nyílt meg a fürdő. Ötvenhat évvel később aztán – nem kis mérnöki bravúrral – elkészült a demjéni barlang- és élményfürdő, amely 770 méter hosszú barlangrendszerével és másfél ezer négyzetméternyi vízfelületével Közép-Európa legnagyobb barlangfürdője.



Dubniczky Miklós

Az Egertől 12 kilométerre fekvő Demjén község határában létesült barlangfürdő története 2004-ig nyúlik vissza, amikor a beruházónaksikerült megszereznie a korábbi - 1390 óta jegyzett és működő - érseki kőbánya tulajdonjogát. Még abban az esztendőben felsőoktatási intézmények és tervezőirodák részvételével kétnapos szakmai konferenciát tartottak az egykori bánya hasznosításáról, illetve a közeli egerszalóki termálkúthoz hasonló működő kút létesítéséről.

– Akkoriban a Műegyetem Mérnökgeológiai Tanszéken oktattam, és konferencia-előadásom után a tulajdonos nekem szegte a kérdést, hogy lehetne-e a területen megfelelő vízhozammal rendelkező kutat fúrni. Semmi akadálya, válaszoltam, csak mélyebbről kell felhozni a meleg vizet, és arra kell vigyázni, nehogy belefúrjanak a másik kút vízvédelmi pillérébe – mesél az első lépésekről dr. Szabó Attila okl. geológus, a BME egykori egyetemi docense.

A demjéni Hegyeskő-völgyben 2006-ban létesített termálkút 690 méter mélységből végül 68 Celsius-fokos víz tört fel, percenként 850 literes hozammal, ráadá-

sul a nátrium-kalcium-hidrogén-karbonátos, kemény fluoridos, kénes termálvíz – mivel teljesítette az 1000 mg/ásványianyag-tartalom kritériumot – gyógyvízzé lehetett minősíteni.

– Demjén első fürdői 2008-ban szupernovaként robbantak be a hazai turisztikai attrakciók közé, a vendégszám a kezdeti hétezerrel két esztendő alatt évi háromszázezerre futott fel – folytatja a történetet dr. Szabó Attila. – Amikor a siker láttán a tulajdonosi kör elhatározta a fürdőbővítést, azt a célt tűzte ki, hogy a folytatás ne legyen mindennapi, ugyanakkor törekedjen a teljességre, illetve vonulasson fel mindent, amit csak az írott történelem hatezer évének fürdőkkultúrája napjainkig felmutatott. A tervezőmérnökök munkához is láttak, az első lépés az volt, hogy a sok eltérő funkciójú építmény egymást zavaró formavilágát megpróbálják valamiféle egységbe kovácsolni, ezért a beruházóval közösen úgy döntöttek, minden a föld alá fog kerülni. Kialakítunk egy mesterséges barlangrendszert, amelyben helyet kap számos medence összesen ezeröttszáz négyzetméternyi vízfelülettel, ötszázötven méter összhosszúságú csúszdapark, sóbarlang,

szaunaegyüttes, vízbár és persze étterem is. Amikor kézhez kaptam az első terveket, az volt a feladatomban, hogy racionalizáljam a térkapcsolatokat, próbáljam meg lerövidíteni a közlekedőtereket, hogy a föld alatt végzett korántsem olcsó munkákat gazdaságilag a „még elfogadható keretek” között tudjuk tartani. A korábbi kőzetfizikai vizsgálatok eredményeinek kiértékelése pedig azzal szembesítette a mérnököket, hogy a terület geológiai adottságai miatt további komplikációkkal kell majd számolniuk. A középső miocén korú, vulkáni eredetű riolittufa alacsony szilárdsága és rapszodikus, foltokban történt mállottsága mellett további problémát jelentett a milonitos agyag tömeges jelenléte, valamint a Hegyeskőbérc délnyugati nyúlványának – ami magában foglalja a fürdőkomplexumot is – csekély, mindössze húszméteres magassága. Mindezek figyelembevételével elsőként a föld alatti terek és vágatok maximális szélességét és a közöttük lévő pillérek teherbírását kellett meghatározni.

A tervezőként, majd a kivitelezés során építésvezetőként tevékenykedő, valamint felelős műszaki vezetői feladatokat is ellátó dr. Szabó Attila a barlangfürdő megvalósítá-



### A DEMJÉNI TERMÁLVÖLGY RIOLLITUFÁJÁBAN KIALAKÍTOTT BARLANGFÜRDŐ STÁBLISTÁJA:

**Építész tervezők:** Péczeli István, Tuloki István  
**Statikus tervezők:** Styaszny Sándor, dr. Szabó Attila  
**Épületgépész tervező:** Cservenyák Gábor  
**Kivitelezők:** N. B. Cellárs Kft., Keller Közmű Kft., Lyukó Szén Kft.  
**Építésvezetők:** Fejes László (magasépítés), dr. Szabó Attila (mélyépítés)

sáról szólva elmondta: a fejtőgép ellipszoid alakú vágatokat vájt ki, ezért az ébredő feszültségeket is erre a geometriára kellett kiszámolni. A tektonikailag kvázi zavartalan felületeken a főté (a vágat „mennyezte”) felfüggesztéses biztosítása látszott a legkedvezőbb megoldásnak, a törésekkel és keresztvetődésekkel szabdalt zónákat viszont TH gyűrűkkel, kapuívakkal és vasbetonnal kellett stabilizálni, vagyis olyan tartószerkezeteket beépíteni, amelyek szükség esetén a vágatok feletti rétegek teljes súlyát képesek biztonsággal elviselni.

– Mivel a tufa gyenge állékonysága miatt lehetetlen lett volna a semleges vagy feszültségmentes térbe bekötni a horgonyokat, a főtefelfüggesztés újdonsága az volt – magyarázza dr. Szabó Attila –, hogy egy nagyobb átmérőjű lyukat fúrtunk a húzott nyomott zónában, beletettük a 18 tonnás szakítószilárdsággal rendelkező nyílbor-dázott acélhorgonyt, majd az egész palástot „tufabarát” római cementtel töltöttük ki. A biztonság kedvéért a vágatokra még két

centiméternyi löttbetont fújtak, végül pedig kapott egy poliuretánhab burkolatot. Ilyen főtefelfüggesztést tudomásom szerint még sehol másutt nem csináltak. Miközben keresztülfúrtuk a hegyet, és haladtunk előre, szinte lépésről lépésre változott a helyzet. Ötméterenként résmintákat vettünk, majd minden kőzetmintát bevizsgáltattunk. Végül összesen 770 méternyi vágat készült. A termálvíz jelenléte miatt rettenetesen sok helyen agyagos a terület, amit ki kellett kerülnünk. Akadt olyan rész, ahol mindössze 70 cm-es volt a pillér, de azért találták ki a matematikát, hogy a mérnök ki tudja kiszámolni, megfelelő lesz-e a szerkezet.

A barlangfürdőhöz csatlakozik a hegybe süllyesztett, 25 méter átmérőjű és 25 méter mélységű, trópusi vulkánt idéző csúszdatorony, amihez nem kevesebb mint 550 méternyi csúszófelület tartozik.

– Hatalmas kihívás volt, hogy a minden előjel nélkül lecsúszó, töredezett domboldalrész előtt még le kellett mélyíteni a földet. A barlangfolyosók vasalását ezért

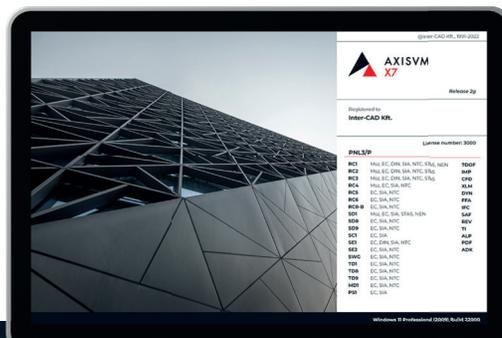
úgy alakítottuk ki, hogy mélyen a dombba legyen „karmolva”, a húzott szerkezet maga az alsó medence legyen, a barlang elejét pedig a mennyezet vasalása fogja – tájékoztat Styaszny Sándor statikus tervező, aki épp a napokban vehette át a mérnöki kamara Zielinski Szilárd-díját. – Magyarán a barlangi vágatok adják a domb horgonyzását. Olyan óriási erőkről beszélünk, amikhez képest a betonacél vagy egy sima horgony teherbírása elenyésző lett volna. Tartószerkezeti szempontból két lényeges dolgot kellett egyszerre megoldani: a vágatok biztosítását, illetve a folyamatosan mozgó lecsúszó részek hátrakötését. Tanulságul szolgálhat, hogy egy összetöredezett, gyenge szilárdságú kőzetnél is garantálni lehet a biztonságot és a stabilitást úgy, hogy a felület megerősítését mélyebb horgonyzásokkal kombináljuk. Ennek eredményeként létre tud jönni egy stabil szerkezet, illetve ezeket a vágatokat fel lehet használni egy hegyrész stabilizálásához is anélkül, hogy ez további pluszköltségeket okozna, ugyanis maga a szerkezet vasalható be úgy, ahogy egy vonórúd képes biztosítani a rendszer állékonyságát.

– A kivitelezés rengeteg helyszíni tervezői művezetéssel, improvizációval, áttervezéssel járt együtt – veszi át a szót dr. Szabó Attila –, de sosem volt kételyünk a projekt megvalósíthatóságával kapcsolatban, annak ellenére sem, hogy naponta szembe-sültünk a vágatok harántoló törésvonalakkal, a vetőlapok között lévő millonitos agyagon jelentkező csúszásnyomokkal, és



## Megjelent az X7

- RC8-S modul: vasbeton felületszerkezetek tűztervezése
- Kihajlási analízis részletmodellre
- Lemez/falsarok átszűrődásvizsgálat kiterjesztése
- Alaptest tervezése felemelkedés ellen



Bővebb információ: [axisvm.hu](http://axisvm.hu)



Vízhűtésű kompresszor hulladék hője

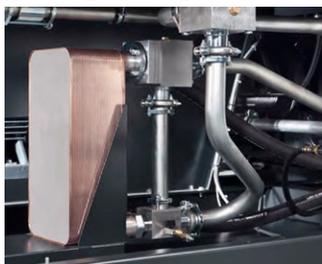
# Több célra hasznosítható

A Mérnök Újság 2023. január–februári számában<sup>1</sup> egy ábrán szemléltettem a hulladék hő-hasznosítás tervezésének lépéseit. Első lépésként szerepelt a hőforrás beazonosítása, annak megállapítása, hogy mikor mennyi hő keletkezik. Második lépés a tervezés során a felhasználás lehetőségének feltárása: hol, mikor, mennyi hőre van igény. Ezt követi a rendszerbe illesztés lehetőségének elemzése, majd a gazdasági értékelés. Már a címben is megállapítottam, hogy a vízűtésű kompresszor hulladék hője több célra hasznosítható, mint a léghűtésűé. A Mérnök Újság 2023. márciusi számában<sup>2</sup> fűtési tartamdiagramon szemléltetve bemutattam a várható energiamegtakarítás meghatározásának módját léghűtésű kompresszor esetében. Az alábbiakban a vízűtésű kompresszorok hulladék hőjének hasznosítása által elérhető megtakarítás meghatározásának módját egyszerűsített számítással ismertetem. Felhívom ugyanakkor a figyelmet arra, hogy a folyóiratunk előző számában tartamdiagrammal szemléltetett módszer a vízűtésűnél is alkalmazható, illetve fordítva, a most ismertetett módszer a léghűtésű kompresszorok esetében is alkalmazható.

Dr. Zsebik Albin okl. gépészmérnök

## A vízűtésű kompresszorok hulladék hője

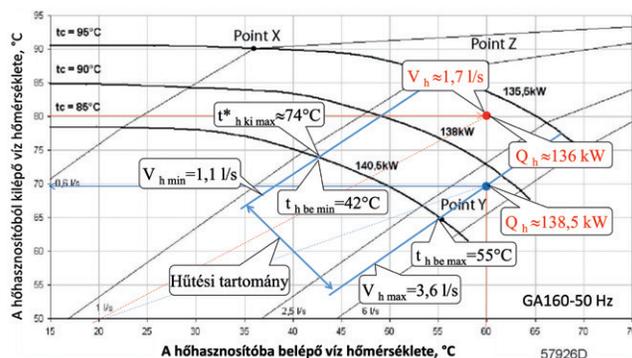
A kompresszorgyártók a komprimálás során keletkező hő hasznosítását hőcserélők beépítésével segítik. Erre mutat példát az 1. kép, amelyen egy a kompresszorblokkhoz a megrendelésekor igényelhető, a hulladék hő hasznosítására szolgáló lemezes hőcserélő látható. Ennek a hőcserélőnek a csonkjaihoz kell csatlakoztatni a hasznosítás céljára szolgáló közeget vezetőket.



A hőhasznosítás rendszerbe illesztéséhez fontos a vízűtésű kompresszor hűtési jelleggörbéjének ismerete. Ezt a gyártók a kompresszorok műszaki dokumentációjaként a használati utasításokban szokták közzétenni. Az 1. ábrán látható, a hőhasznosítóba belépő hűtővíz hőmérsékletének függvényében a hőhasznosítóba kilépő hűtővíz hőmérsékletét ábrázoló jelleggörbeszerűen bejelöltem, hogy ha az adott kompresszor hulladék hőjének hasznosítására beépített hőcserélőbe 1,7 l/s térfogatáramú, 60 °C hőmérsékletű víz lép be, a névleges teljesítményen üzemelés esetén 136 kW hőteljesítmény hasznosítása által 80 °C hőmérsékletre fog felmelegedni. Tekintsük szép tervezési feladatnak a jelleggörbék ismeretében a hulladék hő hasznosításának rendszerbe illesztését, a lehetőségek és az igény összerendelését.

## A várható megtakarítás meghatározása

A hulladék hő használati vagy egyéb technológiai melegvíz-igény kielégítésére történő hasznosítása esetén a hasznosíthatóságot



folyamatos kompresszor-üzemvitelt feltételezve két alapesetre mutatjuk be:

A rendelkezésre álló hulladék hő,  $\Sigma Q_{kh}$  nagyobb, vagy azonos a napi átlagos használati meleg víz igényével, illetve más technológiai melegvíz-igénnyel,  $Q_{HMV}$ , azaz  $\Sigma Q_{kh} \geq Q_{HMV}$ .

A rendelkezésre álló hulladék hő kisebb, mint a napi átlagos használati meleg víz igénye, illetve más technológiai melegvíz-igény, azaz  $\Sigma Q_{kh} < Q_{HMV}$ .

Mindkét esetben azt feltételezzük, hogy a kompresszorok üzemideje egyenlő vagy nagyobb, mint a melegvíz-felhasználás üzemideje,  $\tau_{ke} \geq \tau_e$ .

Feltételezzük továbbá, hogy a vizsgált esetben a használati meleg víz fogyasztása, hozzá kapcsolódóan a víz melegítése a kompresszorok üzemidejével párhuzamosan történik.

A fentiekkel összhangban a hasznosítható hőt az igény vagy lehetőség és a hasznosított hő fogadásának éves üzemideje,  $\tau_e$  szorzataként kell meghatározni.

A fentiek figyelembevételével a hulladék hő hasznosítása által elérhető megtakarítás:

$$E^*_h = Q_{HMV} \tau_e, \text{ kWh/év, ha } \Sigma Q_{kh} \geq Q_{HMV}, [\text{kWh/év}]$$

$$E^{**}_h = \Sigma Q_{kh} \tau_e, \text{ kWh/év, ha } \Sigma Q_{kh} < Q_{HMV}, [\text{kWh/év}]$$

ahol

$Q_{HMV}$ , a hulladék hő fogadására alkalmas használati vagy egyéb technológiai melegvíz-igény átlagos hőteljesítménye, [kW]

$\Sigma Q_{kh}$ , a hulladék hő hasznosításába bevont, párhuzamosan üzemelő kompresszorok hulladék hője, [kW]

$\tau_e$ , a hasznosított hő fogadásának éves üzemideje, [h/év]

Az Energiahatékonysági Kötelezettségi Rendszerben (EKR-ben) elszámolható energiamegtakarítás egyszerű energetikai számítással a hulladék hő használati vagy egyéb technológiai melegvíz-igény kielégítésére történő hasznosítása esetén

$$\Delta E_e = E_{*h} \text{ vagy } E_{*h} / \eta_k \cdot 3,6 / 1000 \text{ [GJ/év]}$$

ahol

$E_{*h}$ , a hulladék hő hasznosítása által elérhető megtakarítás, ha  $\Sigma Q_{kh} \geq Q_{HMV}$ , [kWh/év]

$E_{*h}$ , a hulladék hő hasznosítása által elérhető megtakarítás, ha  $\Sigma Q_{kh} < Q_{HMV}$ , [kWh/év]

$\eta_k$ , a hőhasznosítással kiváltott hőtermelő berendezés(ek) átlagos hatásfoka, [%]

Fűtésre történő hasznosítás esetén a hasznosítható hőt a  $q = \Sigma Q_{kh} / Q_{fm}$  arány függvényében az 1. táblázatban található hőhasznosítási mutatóval,  $H_n$  a következő képlettel kell meghatározni

$$\text{Ha } q = \Sigma Q_{kh} / Q_{fm} \leq 0,25 \quad E_{fha} = \Sigma Q_{kh} \cdot t_{kf}, \text{ [kWh/év]}$$

$$\text{Ha } q = \Sigma Q_{kh} / Q_{fm} > 0,25 \quad E_{fha} = Q_{fm} \cdot H \cdot t_{kf}, \text{ [kWh/év]}$$

ahol

$\Sigma Q_{kh}$ , a hulladék hő hasznosításába bevont, párhuzamosan üzemelő kompresszorok hulladék hője, [kW]

$H_n$  az 1. táblázat szerint a hőhasznosítási mutató, [-]

$t_{kf}$ , a kompresszorok átlagos éves üzemideje a fűtési idényben, [h/év]

1. táblázat: A hőhasznosítási mutató értékei

$q = \Sigma Q_{kh} / Q_{fm} [-]$	$H_n [-]$
$0,25 \leq 0,3$	0,27
$0,3 \leq 0,4$	0,34
$0,4 \leq 0,5$	0,42
$0,5 \leq 0,6$	0,48
$> 0,61$	0,51

A földgázban jelentkező, az EKR-ben elszámolható energiamegtakarítás egyszerű energetikai számítással a fűtésre történő hasznosítása esetén

$$\Delta E_e = E_{fha} / \eta_k \cdot 3,6 / 1000 \text{ [GJ/év]}$$

ahol

$E_{fha}$ , a hulladék hő hasznosítása által elérhető megtakarítás, ha  $\Sigma Q_{kh} \geq Q_{HMV}$ , [kWh/év]

$E_{*h}$ , a hulladék hő hasznosítása által elérhető megtakarítás, ha  $\Sigma Q_{kh} < Q_{HMV}$ , [kWh/év]

$h_k$ , a hőhasznosítással kiváltott hőtermelő berendezés(ek) átlagos hatásfoka, [%]

Az elszámolható energiamegtakarítás fűtésre történő hőhasznosítás esetén

$$\Delta E_f = E_{fha} / \eta_k \cdot 3,6 / 1000 \text{ [GJ/év]}$$

ahol

$\Delta E_f$  a kompresszorok fűtésre történő hulladékhasznosítása által elszámolható megtakarítás [GJ/év]

$E_{fha}$ , a fűtésre hasznosítható hő [kWh/év]

$\eta_k$ , a hőhasznosítással kiváltott hőtermelő berendezés(ek) átlagos hatásfoka, [%]

## Példák a fentiek alkalmazására

### A hulladék hő használatára vízmelegítésre

Legyen

- a hulladék hő hasznosításába bevont, párhuzamosan üzemelő kompresszorok hulladék hője  $\Sigma Q_{kh} = 56 \text{ kW}$ ,

- a hulladék hő fogadására alkalmas egyéb rendszer (pl. szárító, vízhevíítő) átlagos hőteljesítmény-igénye  $Q_{HMV} = 40 \text{ kW}$ ,

- a hasznosítható hő fogadásának éves üzemideje,  $\tau_e = 4800 \text{ h/év}$ ,
- a hőhasznosítással kiváltott hőtermelő berendezés(ek) átlagos hatásfoka  $\eta_k = 92 \%$ .

Mivel a rendelkezésre álló hulladék hő nagyobb, mint a napi átlagos HMV, illetve más technológiai melegvíz-igény, azaz,  $\Sigma Q_{kh} \geq Q_{HMV}$ , a hasznosítható hő éves várható mennyisége, a hulladék hő  $\tau_e = 4800 \text{ h/év}$  időtartamban teljes mértékben kielégítené az igényt, a megtakarítás

$$E_{*h} = \Sigma Q_{kh} \cdot \tau_e = 40 \cdot 4800 = 192\,000 \text{ kWh/év}$$

Az EKR-ben elszámolható energiamegtakarítás használati vagy egyéb technológiai melegvíz-igény kielégítésére történő hasznosítása esetén

$$\Delta E_{e\text{teljes/év}} = E_{*h} / \eta_k \cdot 3,6 / 1000 = 192\,000 / 0,92 \cdot 3,6 / 1000 = 751,30 \text{ GJ/év}$$

Ha a hulladék hő fogadására alkalmas egyéb rendszer (pl. szárító, vízhevíítő) átlagos hőteljesítmény-igénye  $Q_{HMV} = 200 \text{ kW}$ , azaz,  $\Sigma Q_{kh} < Q_{HMV}$  lenne, ezt hulladék hővel csak részben lehetne kiszolgálni.

Ekkor a megtakarítás a részben történő kiszolgálás ellenére az előzőnél nagyobb, azaz  $E_{*h} = \Sigma Q_{kh} \cdot \tau_e = 56 \cdot 4800 = 268\,800 \text{ kWh/év}$ , ill.  $\Delta E_{e\text{teljes/év}} = 1051,83 \text{ GJ/év}$  lenne.

### A hulladék hő használatára fűtésre

Legyen

- a hulladék hő hasznosításába bevont, párhuzamosan üzemelő kompresszorok hulladék hője  $\Sigma Q_{kh} = 140 \text{ kW}$ ,

- a hulladék hő fogadására alkalmas fűtési rendszer hőszükséglete, azaz a rendszer hőteljesítmény-igénye a  $t_k = -15 \text{ °C}$  külső levegő hőmérsékletnél  $Q_{fm} = 600 \text{ kW}$ ,

- a kompresszorok átlagos éves üzemideje a  $\tau_{ke} = 8000 \text{ h/év}$ ,
- a kompresszorok átlagos éves üzemideje a fűtési idényben,  $\tau_{kf} = 4000 \text{ h/év}$ ,
- a hőhasznosítással kiváltott hőtermelő berendezés(ek) átlagos hatásfoka  $\eta_k = 92 \%$ .

Az éves üzemeltetési ciklusban rendelkezésre álló hulladék hő a hasznosításába bevont, párhuzamosan üzemelő kompresszorok hulladék hőjének és a kompresszorok átlagos éves üzemidejének szorzata:

$$E_h = \Sigma Q_{kh} \cdot \tau_{kf} = 140 \cdot 4000 = 560\,000 \text{ kWh/év}$$

A hulladék hő fogadására alkalmas rendszer éves hőigénye fűtés esetén

$$E_{fh} = Q_{fm} \cdot 2000 = 600 \cdot 2000 = 1\,200\,000 \text{ kWh/év}$$

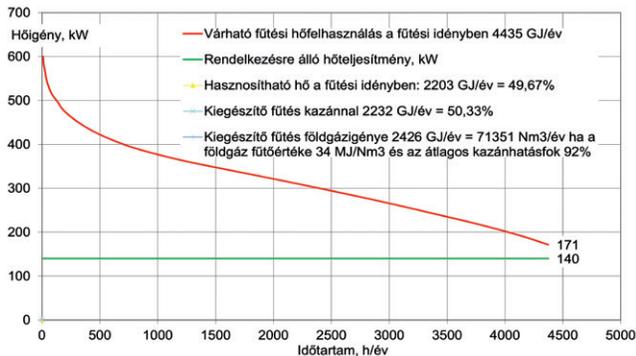
A hasznosítható hulladék hő és a fűtési hőszükséglet aránya,  $q = \Sigma Q_{kh} / Q_{fm} = 0,23$ .

Tekintettel arra, hogy  $q \leq 0,25$  a hasznosítható hulladék hő

$$E_{fha} = \Sigma Q_{kh} \cdot \tau_{kf} = 140 \cdot 4000 = 560\,000 \text{ kWh/év}$$

Az EKR-ben elszámolható energiamegtakarítás

$$\Delta E_{e\text{teljes/év}} = E_{fha} / \eta_k \cdot 3,6 / 1000 = 560\,000 / 0,92 \cdot 3,6 / 1000 = 2016 \text{ GJ/év}$$



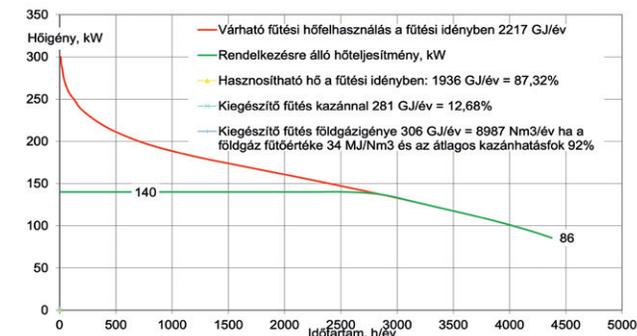
A 2. és a 3. ábra a zöld vonallal jelzett hasznosítható hulladék hőt a fűtési tartamdiagramba illesztve szemlélteti. Az ábrákon megadott várható fűtési hőfelhasználás a fűtési időszakra az annak idején szabványban meghatározott +4 °C külső levegő átlaghőmérsékletének feltételezésével meghatározott érték, a piros görbe alatti terület. A hasznosítható hő a kompresszorok hulladékhőjéből hasznosítható rész, a zöld vonal alatti terület. Értéke eltérő az egyszerűsített módszerrel meghatározottól, mert ez esetben a program nem  $\tau_{kf} = 4000$  h/év időtartammal, hanem a teljes fűtési időszak hosszával számol.

Ha a hulladék hő fogadására alkalmas fűtési rendszer hőszükséglete  $Q_{fm} = 300$  kW,  $q = \Sigma Q_{kh} / Q_{fm} = 0,47$  nagyobb, mint 0,25 lenne.

Ekkor a megtakarítás számításához figyelembe kellene venni a  $H_h$  hőhasznosítási mutató 1. táblázatban található  $H_h = 0,42$  értékét és a várható megtakarítást ezzel a következő közelítő képlettel számolni:

$$E_{fna} = Q_{fm} \cdot H_h \cdot \tau_{kf} = 300 \cdot 0,42 \cdot 4000 = 504\,000 \text{ kWh/év}$$

Az EKR-ben elszámolható energiamegtakarítás  $\Delta E_e$  teljes/év = 1972,2 GJ/év lenne.



## Összefoglalás

A léghűtésű sűrített levegős kompresszor hűtőlevegője teljesítmény szempontjából nagyobb arányban (~96%) hasznosítható, mint a vízhűtésű (~76%). Tekintettel azonban arra, hogy a vízhűtésű kompresszoré vízmelegítésre akár egész évben rendelkezésre áll, a hulladék hője a fűtési időnyen kívül is hasznosítható, alkalmazása mind energia-, mind költségmegtakarítás miatt kedvezőbb lehet a léghűtésűnél.

### IRODALOM

- 1 Zsebik A.: Sűrített levegős kompresszor hulladék hőjének hasznosítása. Mérnök Újság, 2023. január-február, 26-27.
- 2 Zsebik A.: Léghűtésű kompresszor hulladék hőjének hasznosítása. Mérnök Újság, 2023. március, 30-32.
- 3 Atlas Copco GA 160 APF184921 típusú vízűtes kompresszor használati utasítása, www.atlascopco.com

# TECH CONTROLLERS

# Sinum

Zóna és kazánházi vezérlések:

- akár 40 zóna vezérlése
- hűtés/fűtés vezérlés
- vezetékes és vezeték nélküli kiépítés
- széles termosztát kínálat
- moduláris bővíthetőség
- keverőszelep és szivattyú vezérlés
- teljes kazánházi vezérlés

Teljes irányítás a sinum rendszerrel:

- hűtés/fűtés vezérlés
- zónaszabályzás
- kazánházi vezérlés
- keverőszelep vezérlés
- világítás és árnyékolás
- levegő minőség érzékelés és szellőztetés
- mozgás és füstérzékelés
- nyitásérzékelő
- elárasztás védelem
- távoli elérés

tech-controllers.hu

sinum.eu

Az építkezések hatása a klímaváltozásra

# Ne bonts!

A Keleti Márton tragikomédiájában elhangzott, már-már legendás mondatra sokan emlékszünk: „Az oroszok már a spájzban vannak.” Mosolygunk rajta, megfélemedezve a jelzett tragikus történelmi tény máig ható eredményéről. Most viszont mondhatni, „a klímaváltozás már a spájzban van!”, aminek még súlyosabb és globális méretű következményei lehetnek akkor is, ha a háború, az infláció és még ki tudja, mi minden más információs hangzavarában a fenyegető, tényszerű klímaváltozás és az ellene szükséges lépések megjelenítése halkabbnak tűnik.



Bezegh András

Igaz, Magyarországon egykor a mérnöki munkánál a fizikai munkát becsülték többre, ahogy ma a menedzserek, közgazdászok és jogászok tevékenységét. Mégis, tekintve, hogy szinte kivétel nélkül minden, ami ma körülöttünk van, mérnöki alkotás, ezért a mérnökök tehetnek legtöbbit a klímaváltozás fenyegetésének mérsékléséért, a fenntarthatóbb, klímaállóbb megoldások kialakításáért.

Fordult a kocka. Eddig a közfelfogás az volt és a szakpolitikák is ezt támogatták, hogy bontsák le a régi, rosszul szigetelt otthonokat, üzlethelyiségeket és irodákat, és cseréljék le őket olyan épületekre, amelyeknek kevesebb fűtésre-hűtésre van szükségük. Ezzel szemben nemrég – részben a sokéves „Refurbish Don't Demolish” mozgalom hatására – a brit parlamentben olyan törvények bevezetését kezdeményezték, amelyek csökkentenék a lebontott épületek számát, mert a bontások és az új építések jelentősen hozzájárulnak a klímaváltozáshoz. Nem véletlenül helyezkedtek a honatyák erre az álláspontra: kiderült, hogy az építkezéseknek, illetve az épületeknek meglepően nagy a szén- vagy karbonlábnyoma, amit úgynevezett beépült karbonként (embodied carbon), néha beépült energiaként fejeznek ki.

A beépült karbon az építőanyagok nyersanyagának kitermeléséből és terméké alakításából, az anyagok szállításából, a felhasznált és az elpazarolt anyagokból, az építési műveletekből keletkező szén-dioxid-kibocsátások összege, tetéztve az ezekhez az anyagokhoz kapcsolódó működési és élettartamvégi kibocsátásokkal. Ezt így együtt általában kihagyhatónak tekintik az épületek (vagy más termékek) szénlábnyomának mérlegelésekor, mert inkább az anyagokban és a gyártási folyamatokban van elrejtve, „megtestesülve”, vagyis nem a termékek (ebben az esetben épületek) használata során bocsátják ki.

George Oliver, aki annak az épületgépeszeti világcégnek a vezérigazgatója és elnöke, amely részt vett például az Empire State Building felújításában, vagy olyan új építésekben, mint a dubaji Burdzs Kalifa, így nyilatkozott: „Tekintettel arra, hogy az épületek adják a világ üvegházgáz-kibocsátásának közel 40%-át, az épületek karbonmentesítése kulcsfontosságú a jövőnk szén-dioxid-mentesítéséhez, hogy az elkövetkező nemzedékek egészséges, biztonságos és fenntartható bolygón élhessenek.”

## Pró és kontra

Egy épület bontásának fenntarthatósági előnyei és hátrányai számos különböző tényezőtől függenek: az épület korától, állapotától, az építkezés során felhasznált anyagoktól, a bontás módjától, valamint a terület bontás utáni rendeltetésétől. A bontás mellett szólhat, hogy a földterületek magas értékét csak a rajtuk

lévő épületeket lebontva és helyükön jóval nagyobb épületeket építve lehet kihasználni. Bontással eltávolíthatók a veszélyes anyagok. Ha az épület veszélyes anyagokat, például azbesztet tartalmaz, a bontás csökkentheti az emberi egészség és a környezet károsodásának kockázatát. Javulhat az energiahatékonyság: a régebbi épületeket nem úgy tervezték meg, hogy azok energiahatékonnyak legyenek, ezért az épület felszámolása megszüntetheti az ebből eredő pazarlást. Hosszabb időtávon egy modern, alacsonyabb energiaigényű, így alacsonyabb szén-dioxid-kibocsátású épület képes lehet ellensúlyozni a bontásból – a beépült karbon elvesztéséből – és az új építéséből származó többletkibocsátásokat. Sok épületet pedig egyszerűen nem lehet megtartani, mert nem lehet átalakítani. Ugyanakkor egy történelmi vagy kulturális szempontból jelentős épület lebontása a kulturális örökség és fontos építészeti emlékek elvesztéséhez vezethet.

Összességében egy épület lebontása biztosíthat néhány környezeti-fenntarthatósági-klímavédelmi előnyt – mint például az energiahatékonyság javulása, eltávolíthatók a veszélyes anyagok –, de a beépült karbon elvesztése mellett számos más hátránya is van, mint például a hulladékkeletkezés (elszállítás + lerakás!), a levegőszennyezés, a bontás gépeinek szén-dioxid-kibocsátása és a kulturális örökség elvesztése. Nagyon fontos, hogy gondosan kell mérlegelni a bontási projekt lehetséges környezeti hatásait, feltárni és értékelni az alternatívákat, mielőtt megkezdenénk a bontást.



## Épületreciklálás

Sok fantáziát, kreativitást igényel az, hogy egy épület új funkciót, új identitást kapjon. Számos jó példa van az épületreciklálásra. Legelterjedtebbek a loftok: ipari, kereskedelmi, termelő- vagy raktárépületek, amelyeket lakásokká alakítottak át. Fontos kulturális emlékeket is recikláltak már. Ilyen a firenzei Le Murate, amely egykor kolostorként szolgált, ahol a „befalazottak”-ként emlegetett apácák laktak. Később, 1883 és 1985 között börtön lett, és most az épület többcélú tér művészeti eseményekhez, és egyúttal lakóhelyként is szolgál. Eközben a Le Murate a meglévő anyagokkal együtt megőrzi saját identitását.

A Utah állambeli Salt Lake Cityben az 1800-as évek végétől villamosremízként működő hatalmas épület ma az egyik leglátogatottabb bevásárlóközpont. Az 1970-es években az akkorra funkció nélkülivé vált remízát átépítették és azóta Trolley Square néven egyedülálló vásárlási, étkezési és szórakozási lehetőséget kínáló központ, hangulatos, történelmi légkörben. 1973-ban Utah állam történelmi helyszínként regisztrálta, és 1996-ban felvették az amerikai Történelmi helyek nemzeti nyilvántartásába.

A MIPIM-nek, az ingatlanszakértők nemzetközi seregszemléjének Cannes-ban kihirdetett 2023. évi díjazottja a Claude Vasconi Szajna-parti műemlék épülete, egykori Renault-gyár. Az eredeti 57 Metal épület teljes

szerkezetátalakításon és kibővítésen ment keresztül azért, hogy sikeresen alkalmazkodjon új funkciójához – irodaépületként használhassák. Vasconi tervezésének védjegyét, a fűrészfogú tetőt megőrizték és egy végső fekete horganyréteggel vonták be, ezzel megmentve az eredeti anyagokat, és a korabeli ipari épületet idézik.

A sikeres felújítások-átépítések sora hosszan folytatható, és ahogy a klímaváltozás elleni fellépés egyre erősebb lesz, a felújítások száma is növekedni fog. Az épületek felújítása igen komoly lehetőség az éghajlatváltozás mérséklésére irányuló erőfeszítések terén.

## Ha már új, milyen legyen?

Számos útmutatás szól az épületek és infrastruktúra tervezése környezeti hatásainak csökkentéséről. Az épület életciklus-környezeti hatásait nagymértékben a tervezési folyamat során meghozott döntések határozzák meg. A környezetbarát épülettervezési döntések meghozatalának előfeltétele annak megértése, hogy mely tervezési változók befolyásolják az épület környezeti hatásait annak életciklusa során.

Akár régi felújításáról, akár új építésről van szó, a felhasznált anyagok kiválasztása kritikus fenntarthatósági tényező, különösen, ha a beépült karbonot is tekintjük. Általánosságban a fenntartható tervezés szempontrendszerét kell figyelembe ven-

ni, amelybe beletartozik az energiahatékonyság, a megújuló erőforrások, illetve a kis környezeti hatású és fenntartható anyagok használata. Olyan anyagok kiválasztása szükséges, amelyek alacsony energiaigényűek, helyi forrásból származnak és csekély a környezetterhelésük. Ilyenek az újrahasznosított anyagok, a fenntartható módon kitermelt fa és a gyártásuk során is alacsony kibocsátású termékek, mint például a kendertégla.

A beépült karbonnal kapcsolatos gyarapodó ismeretek rávilágítottak arra, hogy az épületek vagy az infrastruktúra mely részei felelősek a beépült karbon nagyobb részéért. Bár ez az építkezés típusától függően változhat, néhány általános vonás azonosítható. Ezek segíthetik a beépült karboncsökkentési célkitűzések megvalósítását.

Az olyan épületelemek, mint az alapok, a teherhordó elemek és más felépítmények, gyakran a legnagyobb mértékben járulnak hozzá a beépült karbonhoz, nem utolsósorban az általuk felhasznált nagy tömegű anyag miatt. Emellett ezek az elemek gyakran tartalmaznak karbon-intenzív teherviselő szerkezeti anyagokat, mint például acél, beton és falazat. A homlokzatok is jelentősen hozzájárulhatnak, ha nagy mennyiségű alumíniumot és üveget használnak fel, mindkettő gyártása széndioxid-intenzív folyamat.

Figyelembe kell venni azt is, hogy a különböző szerkezeti elemek gyakran külön-

böző ideig tartanak – egyesek gyakori cserét igényelnek, míg mások túlélhetik az épületet, és újra felhasználhatók.

A megfelelő anyagok kiválasztásához szükséges munkaráfordítás gyorsan növekszik, ahogy az alternatívák száma és köre nő. A tervező azon képességét, hogy alacsonyabb beépült karbon alternatívát találjon, korlátozzák az elemzésre rendelkezésre álló források és az idő. Sok útmutató és szabvány segít ebben. Talán túl sok, így nehezzé válhat az eligazodás, és a sok különböző kezdeményezés lehetőséget biztosít a válogatásra, az önkényes alapon történő alkalmazásra.

A legnépszerűbb megoldások az alábbiak:

- LEED: amerikai épületminősítési rendszer, a zöld épületek tanúsítási programja és az igényes zöld épületek és városrészek tervezésének, építésének és üzemeltetésének világszerte elismert szabványa. A manapság legnépszerűbb és leggyakrabban használt változat a LEED BD C V4, amely az energiahatékonyság, a víztakarékosság, a helyválasztás, az anyagválasztás, a nappali világítás és a hulladékcsökkentés terén állít fel követelményeket.

## Építőanyagok fenntarthatósági jellemzői

Átlagos beépült karbon	kg/m <sup>3</sup>
puhafa fűrészáru	110
keresztlaminált gerenda	219
agyagtégla	345
vasbeton	635
üveg	3600
szerkezeti acél	12 090
alumínium	18 009

Forrás: <https://pliteq.com/news/building-vs-carbon-footprint/>

- BREEAM: az európai épületminősítési rendszer szintén segít az épületek fenntarthatósági szintjének meghatározásában és javításában. Az épületek minősítési folyamata során figyelembe veszik az anyagok kiválasztását és az épület működését is.

- EPD (Environmental Product Declaration): talán a legfontosabb az építőanyagok környezeti tanúsítási rendszere. Az EPD az ISO 14044 jelű életciklus-elemzési és az ISO 14025-ös, a környezeti címkézésre és terméknnyilatkozatokra vonatkozó szabványokra épülő rendszer, amely részletesen



A rövid távú üzleti és politikai szemlélet következtében egyre nagyobb a szakadék a célkitűzések és az eredmények között. ”

leírja az építőanyagok környezeti hatásait. Az EPD dokumentum tartalmazza az anyagok előállításának és használatának összes környezeti hatását, beleértve a gyártásuk során az üvegházhatású gázok kibocsátását és az energiafelhasználást (így a beépült karbon jelentős részét), a vízfogyasztást és az anyagok használatának hatásait. Az EPD dokumentumok a szabványosított formájuknak köszönhetően összehasonlíthatók, így könnyebb az építőanyagok környezeti hatásainak egybevetése. Az akkreditáltan hitelesített EPD-k jelentős szerepet játszanak az említett fenntarthatóságértékelő rendszerekben.

Ajánlhatók még a World Green Building Council kiadványai.<sup>1</sup>

## A jövő

A „Ne bonts!” megközelítés nem csak arról szól, hogy ne kelljen építési-bontási hulladékokkal foglalkozni, a beépült karbont valahova eltemetni. Valójában a körforgásos gazdaság koncepció sajátos megvalósítása: a helyben reciklálás.<sup>2</sup>

A klímaváltozás már a spájzban van. Látványos, hogy a klímaváltozás megfékezésére tett kísérletek nem sok eredménnyel jártak eddig. A rövid távú üzleti és politikai szem-

lélet következtében egyre nagyobb a szakadék a célkitűzések és az eredmények között. A világszerte tapasztalható sokéves klímaszkeptikusság – vagy klímaérzékletlenség – hihetetlen károkat okozott eddig is, és még többet fog.<sup>3</sup> Ez derül ki alapvető következtetésként a napokban bemutatott jelentésből, amelyet a világ legtekintélyesebb éghajlattudományi testülete, az ENSZ Klímaváltozási Kormányközi Testülete (IPCC) tett közzé. A jelentés, amelyet hivatalosan A hatodik értékelés összesítő jelentésének neveznek, azt mutatja, hogy az elmúlt évtizedben a kibocsátások elérték az emberiség történetében legmagasabb szintet, súlyosabb és szélesebb körű zavarokat és károkat okozva az életünkben, infrastruktúránkban és ökoszisztémánkban, mint azt valaha gondoltuk volna.

Ennek a kritikus állapotnak az előjelei valamennyire érzékelhetőek voltak, a pénzügyi nyomására az EU is reagált a helyzetre. A pénzügyi támogatások klímasemlegességi követelménye<sup>4</sup> mellé egy új jogszabályt alkottak,<sup>5</sup> amely a fenntarthatósággal kapcsolatos vállalati beszámolást írja elő.

Így jött létre az a kivételes helyzet, hogy a bankárok és a nem bankárok (nevezzük őket köznépnek) érdekei sajátos módon egybeesnek. A bankok, pénzügyi intézetek a pénzüket, befektetéseiket, a többiek az egészségüket, jólétüket féltik a klímaváltozástól. Ezt a motivációbeli különbséget mérnöki szempontból nem kell figyelembe venni. A mérnöki feladat a minimális beépülő karbon tervezése a felújításra váró, esetleg új, klímaváltozás-álló épületekbe, infrastruktúrába.

<sup>1</sup> <https://www.worldgbc.org/>

<sup>2</sup> A. Bezegeh: Maintenance for Sustainability. XXVII. Karbantartási Konferencia, Veszprém, 2015. április.

<sup>3</sup> <https://www.ipcc.ch/meeting-doc/ipcc-58/>

<sup>4</sup> (EU) 2021/1060.

<sup>5</sup> (EU) 2022/2464.



A csomópontot naponta több mint 300 ezer közlekedő érinti

# A Nyugati téri felüljáró és a városi közlekedés közös sorsa

A Nyugati tér funkcióváltásának ötlete, megvalósításának módja azt jelzi: felerősödött az a gyakorlat, amely különböző célokat a közlekedési lehetőségekre gyakorolt hatások teljes figyelmen kívül hagyásával kíván elérni, és e törekvést már a közösségi közlekedésre is kiterjeszti. Sajnálatos, hogy az élhető város kritériumai közé a működőképes közlekedés biztosítása nem került be, pedig egy város élete e nélkül ma már elképzelhetetlen.



Pintér László

Lassan harminc éve figyelem növekvő aggodalommal azokat a törekvéseket, amelyek a forgalomcsillapítást a közlekedési lehetőségek korlátozásával próbálják elérni, ehhez pedig gyakran a közlekedéstől teljesen független érveket keresnek. Ezek egyike az élhető város elérése keretében az „adjuk vissza a lakosságnak a közterületet” (mintha az autót használók zöme nem a helyi lakosok közül kerülne ki), vagy „legyen a tér zöld találkozási pont”. Arra a kérdésre azonban még soha nem jelent meg értékel-



A Nyugati (Marx) tér 1976-ban (Fortepan, Uvaterv)

hető válasz, hogy e célra miért néhány – a közlekedés számára nélkülözhetetlen – csomópontot kell kiszemelni? Bármelyik kerületben erre tucatnyi tér található. Sajnos már megszokottá vált, hogy a közlekedés szempontjai még a közlekedést súlyosan érintő kérdésekben sem érvényesíthetők, legtöbbször szóba sem kerülnek. E törekvések elve akkor született, amikor reménykedni lehetett még abban, hogy lokális korlátozásokkal is eredményesen csökkenthető a gépkocsiforgalom. Ma azonban, amikor Budapesten az 1990-es évek „nagy forgalomfelvétele” napi 3,5 millió gépkocsival lebonyolított mozgást talált – ami azóta tovább növekedett –, e módszerrel esélytelen eredményt elvárni. Ezt igazolja az a tény is, hogy a probléma megjelenése után hatvan évvel sem sikerült sehol még elindítani sem a gépkocsiforgalom érdemi csökkentését.



A Marx téri aluljáró és a felüljáró építési munkálatai 1978-ban

## A funkciók ismerete nélkül

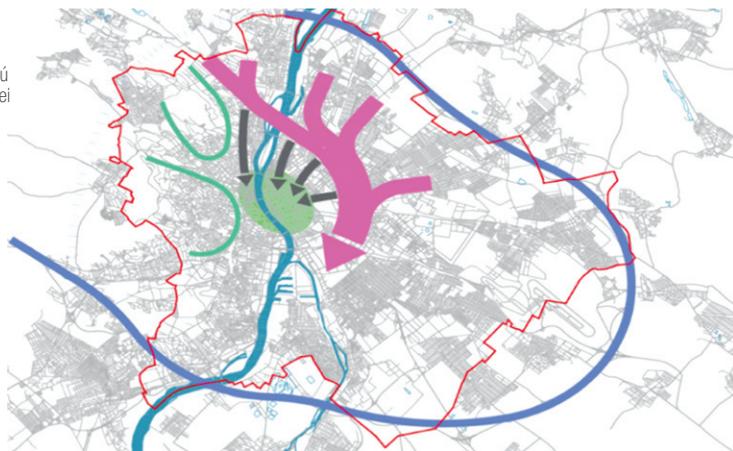
Kedvezőnek ítékelhető körülmény, hogy az eddig hozott, a közlekedési szempontokat figyelmen kívül hagyó csillapító intézkedések (behajtási tilalmak, forgalmisáv-csökkenések) táblákkal, felfestésekkel jelentek meg, így nagyobb baj esetén könnyen visszavonhatók. A tavaly elkezdett aquincumi Duna-híd tervezése keretében megjelent változatok azonban már jelezték a helyzet romlását. A fővárosi közlekedés 2000-ben jóváhagyott fejlesztési tervében

a városközpont tehermentesítésének egyik legfontosabb eszközeként megjelölt hídnak a villamos- és kerékpáros-közlekedésen felül legfeljebb erősen korlátozott helyi célú közúti forgalom fogadására alkalmas, erős propagandával kívánatossá tett változatai az eredeti cél elérésében semmiféle szerepet nem tudnának játszani. A reális átadásig előreláthatóan még jelentős idő kell, így a helyzet nem kilátástalan a közlekedés számára. A Nyugati téri felüljáró bontása azonban reálisan közeli lehetőség, ezért mindenképpen érdemes javasolni a téma átgondolását a közlekedés mindeddig mellőzött szempontjai alapján.

Az eddigi indoklások szembetűnő hibája, hogy hiányzik a felüljáró és az érintett úthálózat funkcióinak áttekintése, így nem került sor a funkciók fontosság szerinti besorolására sem. A funkciók ismerete nélkül pedig esélytelen bármilyen változtatás hatásának következményeit előrebecsülni. Az 1981-ben átadott felüljáró építését az tette szükségessé, hogy a csomópontban megjelenő forgalom – ami meg sem közelítette a jelenlegi – túllépte a jelzőlámpával irányítható mértéket. A keletkező torlódások egyre gyakrabban akadályozták a már akkor világrekorder forgalmú körúti villamos közlekedését is. Megoldást csak valamelyik forgalmi irány csomópontból való kiemelése hozhatott, mivel egyik funkció más helyre való áthelyezésére sem volt reális lehetőség. Aluljáró építését a metró jelenléte kizárta, így a Váci út – Bajcsy Zsilinszky út közötti felüljáró építésére született döntés. Érdemes a döntés által érintett útvonalak funkcióját áttekinteni. Legfontosabb a Nagykörút. Minden gyűri irányú út meghatározó feladata a gyűrűn kívüli területekről érkező forgalom összegyűjtése és szétosztása a belső területeken lévő célok felé úgy, hogy az a belső hálózatot a lehető legkisebb mértékben terhelje. A főváros e szempontból kedvezőtlen épített adottságai következtében azonban a Nagykörút e feladatot csak erősen korlátozottan tudja ellátni, a pesti oldalon a főútvonalakról a balra kanyarodás jellemzően csak a mellékutcák igénybevételével lehetséges, melyek kapacitása e feladatra nem alkalmas, így az ott lakók életét is jelentősen zavarja. Az elosztási lehetőség hiánya is oka annak, hogy a kívülről érkező forgalom a városközpont hálózatára zúdul.

Ráadásul a felüljáró építése időszakában a Nagykörút a főváros egyetlen gyűrű-

Az észak–déli irányú forgalom lehetőségei (Főmterv)



je volt. Az azóta kiépült Hungária gyűrű egy része még kétszer egy nyomú volt, déli Duna-híd nélkül, az M0 pedig távoli álom. Egy korábbi távlati terv már a Hungária gyűrűt jelölte meg a forgalomelosztás legfontosabb elemének, remélve, hogy hatása elegendő lesz a nagykörúti gyűrű jelentős tehermentesítéséhez. Az erősebb forgalomnövekedés következtében azonban ez nem teljesült. A helyenként kialakult részgyűrűk nagy része csak a szomszédos bevezető utak között teremtett kapcsolatot. E körülmények mellett a körútra merőleges irányú forgalom körútra terelése a korábbinál nagyobb mértékben a Nyugati téren szóba sem jöhetett.

### A legveszélyeztetettebb elem: a körúti villamos

A Nyugati tér forgalmi jelentőségét még egy adottság befolyásolta. A külső Váci út által összegyűjtött, Közép- és Dél-Buda felé tartó forgalom számára az Árpád hídon való átkelés – a budai úthálózat adottságai miatt – kedvezőtlen volt. A budai alsó rakpart a hídról csak ellenkező irányba indulva, jelentős kerülővel volt elérhető, így továbbhaladásra csak a Pacsirtamező u. – Lajos u. útvonal maradt, amely saját forgalmát is nehezen, jelentős torlódásokkal tudta már akkor is kiszolgálni, és érdemleges szétosztási lehetőséget csak a Margit híd budai hídfőjében talált. Emiatt az észak-pesti forgalom többsége a Váci út – Margit híd útvonalat használta, így számára a kapacitáscsökkenés szintén nem volt elfogadható. Mindezek igazolják, hogy a felüljáró építésének szükségességét megfelelő közlekedési megfontolások alapozták meg.

A felüljáró bontására vonatkozó felvetésre közlekedési szempontból elkerülhe-

tetlen első lépés annak vizsgálata, hogy mennyiben módosultak a létesítését indokoló körülmények? Azonnal kiderül, a forgalom további jelentős emelkedésén felül gyakorlatilag semmi nem változott. Az időközben kiépült Hungária gyűrű a főváros torlódásokkal legjobban terhelt egyik útvonalává változott, így még az Észak-Pest – Dél-Buda irányú forgalom számára sem jelent vonzó alternatívát. (Ehhez jelentősen hozzájárult, hogy szolgáltatási színvonal a dél felé haladva fokozatosan romott, csökkentve átbocsátóképességét.) A budai oldalon dél felé vezető eddigi útvonalak közül az alsó rakpart megközelítési hatékonysága ma is azonos, a Pacsirtamező u. – Lajos u. útvonal átbocsátóképessége nem változott, az útvonalon új elosztó csomópont sem létesült.

A pesti oldalon a Nagykörút fogadóképessége az egyes szakaszain kijelölt kerékpársávok következtében csökkent. A párhuzamos pesti alsó rakpart felvetődött csillapítási elképzelése pedig – egyéb lehetőség hiányában – annak forgalmának nagy részét is a felüljáróra terelné. A Váci úttól érkező forgalom számára kínált elkerülési lehetőségre pedig fenti körülmények és a közlekedés működési feltételei figyelembevételének teljes hiánya jellemző. Az elképzelés a Lehel téren a Ferdinánd hídon át a Podmaniczky utcára terelné a forgalmat, mai átbocsátóképességének növelése nélkül (amit adott körülmények között valóban nehéz lenne megoldani). Eltekintve attól, hogy az útvonal ma sem üres, az érintett csomópontok működőképessége meglehetősen kétséges. A Lehel téren a forgalom elfordítása a Lehel u. – Váci úti irány számára biztosítható időt (és ezzel a kapacitást) jelentősen csökkenti, miközben a tervben megjelenő villamosátveze-



Látványterv a felüljáró nélküli Nyugati térről (Főmterv)

tés is ezt terheli. A Podmaniczky u. – Nagykörút csomópontban az egyenes irányba szükséges idő megadása mellett kanyarodó fázis – a nagykörúti irány sérelme nélkül – valószínűtlen. A Bajcsy-Zsilinszky úti csomópontban pedig a Podmaniczky utcába átkerült főirány ismét keresztezi az új vilamos.

A megoldás legveszélyeztetőbb eleme a körúti villamos. A Podmaniczky utca előtt egy új megálló utasforgalmi igénytel nehezen indokolható, ugyanakkor lassító hatású. E hatás megálló nélkül is fennáll, egy mainál lényegesen nagyobb keresztezőforgalom mellett a körúti összehangolás eredménytelenségének kockázata megnő, gyakoribb lesz a villamosok keresztezés előtti várakozása.

A Nyugati téri csomópontban a megmaradó kanyarodó forgalmak mellett – a vilamos miatt – ismét megjelenik a keresztező egyenes irány is, szintén a Nagykörút rovására. A három csomópont összehangolhatósága jelentősen függ a távolságoktól (ami épített adottság), így konkrét terv nélkül kétesélyes, de a *siker* tartománya lényegesen kisebb a *nem sikerült*nél.

Az elmúlt időszak tapasztalatai alapján a várható reakció, hogy a forgalomcsillapí-

tás ezen érveket automatikusan megszünteti. E remény realizálását viszont a közösségi közlekedés állapotának és lehetőségeinek áttekintése erősen megkérdőjelezi. Minden jel azt mutatja, hogy a témával a bontás ötletének kezdeményezői nem nagyon foglalkoztak. Itt is markánsan megmutatkozik az utóbbi évtizedekben elterjedt téves elképzelés arról, hogy a közösségi közlekedés bárhol, bármilyen nagyságú újabb utascsoportokat bármikor, gond nélkül ki tud szolgálni. Jelen esetben a „bármikor” is fontos, mert a törekvések a felüljáró lehető legrövidebb időn belüli bontására utalnak.

Mivel a Nyugati pu. és környezete a fővárosba bejáró forgalom által legjobban érintettek egyike, a gépjármű-közlekedés csillapításának egyik legfontosabb segítő eszköze a vasút lenne. A körzetet kiszolgáló vasútvonal, különösen a pályaudvarhoz közvetlenül csatlakozó szakasz kapacitása azonban a mai forgalom kiszolgálását is nehezen tudja teljesíteni, e vonal igényelte elsősorban a közelmúltban megjelent emeltes vonatok beszerzését. A vasút szerepe többször felmerült a Káposztásmegyeri lakótelepről induló gépjárműforgalom csökkentése érdekében is, új vasúti megálló kövételével. E lehetőség azonban súlyos

tévedés, a kezdeményezők a vasútvonal utasforgalmának összetételét figyelmen kívül hagyják. A megálló a vonal „összeszedő szakaszán” lenne, az első érdemleges le szálló csoportot fogadó Rákospalota-Újpest állomás előtt. Mivel a lakótelepről remélt felszállók száma legalább azonos a már vonaton levőkkel, esélytelen csúcsórában a ma is telítettséghez közelítő vonatokra való felszállásuk, a jelenlegi hálózat pedig járatsűrítést nem tud fogadni. A bejelentett vasúti fejlesztések e körzetet érintő eleme az összekötő vasúti alagút remélt megvalósítása viszont legalább 10-15 év. E nélkül viszont a vasúttól – mérhető mennyiségű – gépjárműcsökkentést nem lehet várni.

## Híd, szembefordított végállomás

A villamosközlekedés elképzelt módosítása is kérdéseket vet fel. Már évtizedes követelés az angyalföldi vonal összekötése az újbudai hálózattal a Bajcsy-Zsilinszky úton. A Nyugati tér felújításához kapcsolva most egy Lehel tér – Deák tér vonal merült fel. Mindkét változat jelentős problémája a Nagykörút szintbeni keresztezése, aminek várható következményét a körúti villamosra a csomóponti lehetőségeknél már emlí-

tették. A két távoli vonalcsoport összekötése azonban feltehetően olyan problémák miatt lassult le, amelyek a felüljáró sorsával nincsenek összefüggésben. A két vonalcsoporton eltérő járműtípusok közlekednek, de a Szabadság hídon csak a jelenleg is arra járó ipari csuklós típus menetrend szerinti közlekedése lehetséges. Oka egyrészt úrszelvény, másrészt a híd bizonytalan terhelhetősége miatt elrendelt súlykorlátozás. E típusból az összekötés utáni hosszú viszonylat kiszorgálásához nem áll rendelkezésre a szükséges mennyiség. A megoldás a híd teljes, az eddigieket jóval meghaladó volumenű felújítása, vagy a járműpark cseréje lenne, de mindkét lehetőség időigénye hosszú. A híd megkívánt mértékű felújítása nem véletlenül maradt el, költsége és időtartama jóval meghaladná az eddigiekét. A kielégítő kötöttségeket biztosító paraméterű járműtípus már nem szokványos, így beszerzésének várható költsége is nagyobb lesz. Ráadásul ilyen járműtípus ellentétes az érvényes járműfejlesztési terv előírásaival és szándékával is. Az új vonalváltozat a hidat nem érinti, viszont mindkét végállomásán két-

irányú fordítási lehetőséget igényel, melynek megépítése (különösen a nemrég átépített Deák téren) nehezen elképzelhető, feltételei sem ismertek. Ráadásul az ilyen típusú, többletátzállást indukáló, szembefordított végállomások megszüntetése az elmúlt időszak kiemelt célkitűzése volt.

Az autóbusz-végállomás eltávolítása a térről pedig már az eddig támogatott közösségi közlekedés működésképeségét sem tartotta érdemesnek átgondolni. Az itt végállomásozó járatok a Margitsziget és Rózsadomb közösségi közlekedésének pesti kapcsolatát biztosítják. A végállomás járatok összekötésével való (ma már megszokott) kiiktatása itt csatlakozó viszonylat hiányában nem alkalmazható. A jelenlegi viszonylatok meghosszabbítása forgalmi szempontból egyik irányba sem indokolt, és a közelben végállomásra alkalmas hely sem található. Helyben való szétszórásuk várakozási lehetőség nélkül a megbízhatóságot zárja ki, aminek várható következménye a közösségi közlekedés további térvesztése, több autó megjelenése lesz a körzetben.

A Nyugati téri csomópontot jelenleg naponta több mint 300 ezer közlekedő érin-

ti (a mélyvezetésű metró nélkül), miközben a meghirdetett célok használói ennek tizedét is nehezen érik el. Tisztelni kell azt az érvelést, hogy sok ember számára biztosított előnyök nem okozhatnak a kisebbség számára jelentős hátrányokat, de nem megengedhető a fordítottja sem, ahol a többség szenved napi életét érintő súlyos hátrányokat a kisebbség számára nyújtott előnyöktől. A felüljáró bontása a forgalom időszakonkénti teljes leállítását is elérő torlódások kockázatát jelenti, és elkerülhetetlenül érinti a közösségi közlekedés, benne a legfontosabb fővárosi villamosvonal megbízható közlekedésének lehetőségét is. Ezen következményeket kellene összevetni a várt eredmény társadalmi súlyával.

Nem szabad elfelejteni: a közlekedés a legbonyolultabb rendszerek egyike, bármely szakszerűtlen beavatkozás visszaüt, gyakran teljesen váratlan, felkészületlen helyeken. Mindezek alapján a kockázatok csökkentése és sok kellemetlen meglepetés elkerülése érdekében mindenképpen célszerű lenne nemcsak a Nyugati tér, hanem az egész forgalomcsillapítás koncepcióját alaposan átgondolni.

## ÚJ, fenntartható SikaGrout®-800 cementbázisú habarcs a SikaGrout®-334 helyett

Az első fenntartható betonjavító termékcsalád bevezetésének nagyszerű sikere után most itt a folytatás. Hasonlóan a Sika MonoTop termékcsaláddhoz, az új SikaGrout®-800 értékelését is a Sika elvégezte az SPM (Fenntarthatósági Portfóliókezelés) módszer szerint és az eredmények azt mutatják, hogy az új összetétel nemcsak lenyűgöző CO<sub>2</sub>-kibocsátás csökkenést (kb. 30% CO<sub>2</sub>-kibocsátás-csökkenés a korábbi összetételhez képest), hanem jelentős javulást eredményez a termék műszaki teljesítményében is.

### NAGYOBB TELJESÍTMÉNY

- Nagyobb rétegvastagság
- Magas végső szilárdság
- Szulfát- és tengervízálló

### FENNTARTHATÓBB

- Alacsonyabb CO<sub>2</sub> kibocsátás
- Csökkentett porképződés
- Megfelel a LEED v4 követelményeinek

Az SPM értékelés eredményei bizonyítják, hogy az új fenntartható cementbázisú habarcs hozzáadott érték minősítést kapott a fenntarthatóságra és kiemelkedő minősítést a teljesítményre vonatkozó értékelés szerint.

### Főbb teljesítménybeni előnyök:

- Nagy rétegvastagság, alkalmas akár 300 mm-es vastagságban történő feldolgozásra kivérzés és szétválasztódás nélkül
- Magas végső szilárdság, 28 nap után 80 MPa-nál is magasabb szilárdság
- Szulfát- és tengervízálló teljesítményvesztés és károsodás nélkül

### Főbb fenntarthatósági előnyök:

- Alacsonyabb CO<sub>2</sub>-kibocsátás, kb. 30%-kal alacsonyabb a piaci referenciaértékhez képest
- Csökkentett porképződés keverés közben, kb. 70%-kal alacsonyabb a piaci referenciaértékhez képest

Az új SikaGrout®-800 habarcs optimalizált, újrahasznosított anyagokat tartalmazó összetétel alapján készül. A termék kiemelkedő innovációját és teljesítményét tanúsítja az is, hogy feldolgozható akár 300 mm-es rétegvastagságban szilárdságvesztés nélkül. A termék megfelel az összes vonatkozó szabványnak, a tanúsítványok pedig igazolják, hogy alkalmas kiöntő- és javítóhabarcsként történő felhasználásra.



Amennyiben kérdése van, szeretne többet tudni termékünkéről, kattintson weboldalunkra!



A pénzt jó helyre kellene rakni

# Hunnia és Pannónia összekötése

A majdnem nulla forgalmú irány fejlesztési elképzelései helyett megépíthetők lennének a Pannónia és Hunnia kapcsolatát biztosító utak – ahogyan a mérnökök egy csoportja már évtizedek óta ajánlja.

**Dr. Rigó Mihály** aranydiplomás erdőmérnök és okl. építőmérnök, a BME műszaki doktora

## Egy magas labda a mérnököknek

Orbán Viktor miniszterelnök évertékelő beszédet tartott 2023. február 18-án, amelyben többek között kimondta: „Ma- rad a keleti országrész felzárkóztatásának terve is. Ideje, hogy végre gazdaságilag és az életszínvonal tekintetében egyesítsük Hunniát és Pannóniát. Ezért hidakat építünk a Dunán, a paksit mindjárt befejezzük, a mohácsit hamarosan megkezdjük. A Győr-Szombathely-Veszprém ipari övezet mellé beemeljük a Debrecen-Nyíregyháza-Miskolc háromszöget.”

Ismerős lehet ez a gondolat a mérnökök között? Igen, hiszen a mérnökök egy csoportja már évtizedek óta ezt ajánlja, de a miniszteriális hatalmasságok a többször elhangzott mérnöki érveket figyelemre sem méltatták. Kíváncsi vagyok, megtehetik-e majd ezek után ugyanezt, ugyanígy – tekintettel a magas rangú mentorra.

## Hol van/volt Pannónia és Hunnia?

Ehhez elég a Duna vonalát megkeresni, és máris látható: Pannónia a Dunántúl, Hunnia pedig a magyar Alföld – hazánk két fele. E két nagy tájunk egymás mellett fekszik, tehát nagyon fontos a nyugat-kelet irány kiemelése. A kettőt a Duna választja el, összekötésükhöz először is hidak kellene. A táblázatból kitűnik, hogy a hidak sűrűsége

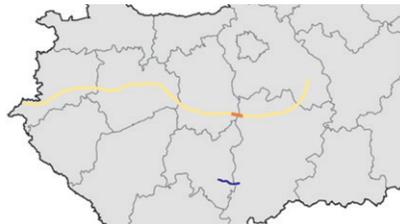
megfelelő, további építkezés nem szükséges. Ebben jók lennénk. Akkor mi a baj? Hogy a meglévő hidak nincsenek bekötve a hazai úthálózatba, forgalmuk is csekély.

hídnév	hely	táv különbség
M0	1632,8 fkm	60,8 km
Dunaújváros	1572,0 fkm	11,4 km
Dunaföldvár	1560,6 fkm	40,2 km
Kalocsa-Paks	1520,4 fkm	21,6 km
Szekszárd	1498,8 fkm	18,6 km
Baja	1480,2 fkm	32,0 km
Mohács	1448,2 fkm	

A Duna-hidak távolsága egymástól

A rajz mutatja a Nagykanizsától Szegedig (Ausztriától Romániáig) elképzelt autópálya eddig elkészült, óriásinak nem nevezhető szakaszát. A megépült szakasz a rajzon alig látható, Szekszárd mellett van, és a színe kék. Ugyanilyen siralmas az M8 megépült szakasza is a dunaújvárosi híddal. A sárga vonal segít a tájékozódásban, amely egy elképzelt vonal, míg a pár mm-es piros az, ami ebből megvalósult. Bár a Dunántúl jobb a helyzet, az Alföldön semmi sincs. Látható, hogy hatalmasak a hiányok. Lenne hol építkezni, ha ezek helyett nem épülnének soha meg nem térülő, majdnem értelmetlen gyorsforgalmi útszakaszok, rendkívül alacsony kapacitáskihasználtsággal.

Pannónia és Hunnia valóban nincs összekötve.



## Mi a mérnökök szakmai javaslata?

Az 1. ábra Magyarország területére olyan gyorsforgalmi úti hálózatot képzel el, amely hálózatos, azaz raszteres rendszerű. A piros

vonalak mutatják az észak-déli irányúakat. (A témával külön dolgozat foglalkozik a <https://civilcafe.hu> oldalon.)

A miniszterelnök elvárásainak az előbbi ábrán a kék színű vonalak felelnének meg, amelyek hazánkon áthaladva összekötik az osztrák és a román autópályákat. Ehhez azonban be kellene következnie a hálózatfejlesztési rendszerváltozásnak, amely évtizedek óta késik.

A kék vonalak rendre:

- az M1–M3 egyesített vonala I-gyel jelölve,
- az M8–M4 együttese III-mal jelölve,
- az M9 déli, harántoló szakasza az M43-mal együtt, IV-essel ellátva.

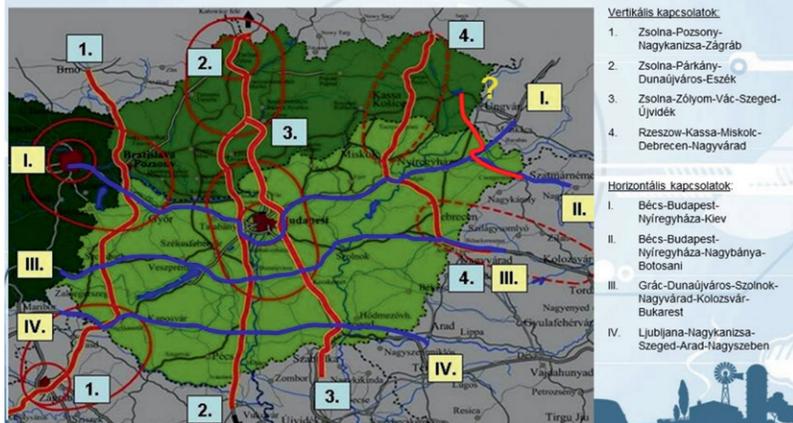
Ebben több évtizedes a szakmai egyetértés. Ugyanez, de kissé általam finomítva:

Az előbbi térképen nagy a különbség a Dunántúl és az Alföld autópálya-hálózata között. Javasolom megépíteni a rajzon zölddel jelölt autótutat, amely jól illeszkedik az M5 és a román-magyar határ mellett épülő Via Kárpátia nevű nemzetközi autópálya (Nagyvárad–Arad–Temesvár) kékkel jelölt vonalához (2. ábra). Ez olcsóbb lenne, mint az utóbb elképzelt Szeged–Békéscsaba–Debrecen gyorsforgalmi út kiépítése. A zöld vonal kapcsolatot teremtene Szlovákia második legnagyobb városa, Kassa és Románia második legnagyobb városa, Temesvár között, közben feltárná a magyar Alföld most nagyon elhanyagolt közepét. Ez a hálózat lényegében azonos lenne a hazai utak minimális méretű raszteres hálózatával, mely később párhuzamos vonalakkal bármikor bővíthető volna.

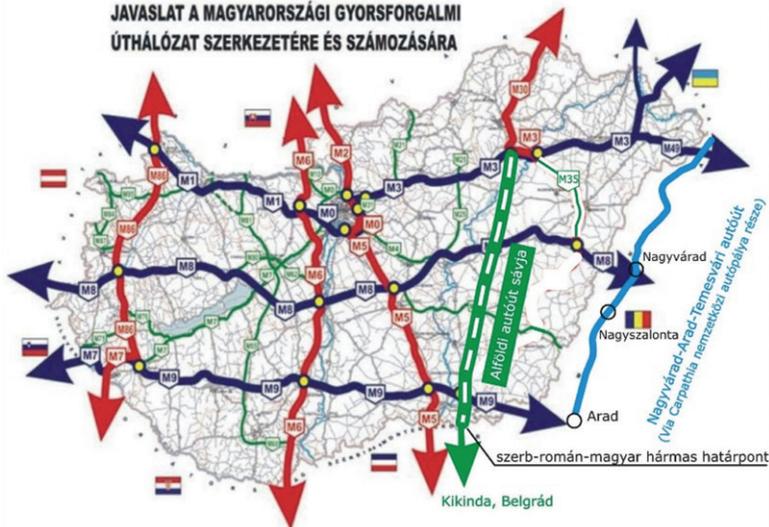
A zöld nyomvonal tele van Natura 2000 területtel. Az éghajlatváltozás miatt, ha ezt tényként ismételtetjük, a vizes élőhelyek az egyre nagyobb szárazság következtében – bennük a halak, békák, vízimadarak – mind eltűntek. A nagyon szigorú védettség tehát okafogyottá vált. Be kellene jelenteni, hogy a védettségeket leveszik a földhivatalokban a telkekről, ami nagyban megkönnyítené a zöld nyomvonal kijelölését. (Bővebb terjedelmű cikkemben az eddigiek alátámasztását lásd a [mernokvagyok.hu](http://mernokvagyok.hu) oldalon.)

## Javasolt nemzetközi folyosók

### Javasolt Magyarországon átmenő nemzetközi folyosók

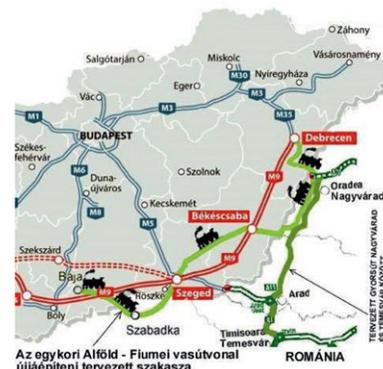


### JAVASLAT A MAGYARORSZÁGI GYORSFORGALMI ÚTHÁLÓZAT SZERKEZETÉRE ÉS SZÁMOZÁSÁRA



Van itt fejlesztési forrás, csak rossz helyekre folyik el! Óriás szállítási kapacitás kiépítése értelmetlen a román-magyar határszakasszal párhuzamosan. A mai helyzet (3. ábra).

Látható, hogy a forgalom iránya merőleges a román-magyar határszakaszra, ezért nem érthető az erre éppen merőleges irányú, majdnem nulla forgalmú irány fejlesztési elképzelései, amelyeket alább mutatok be:

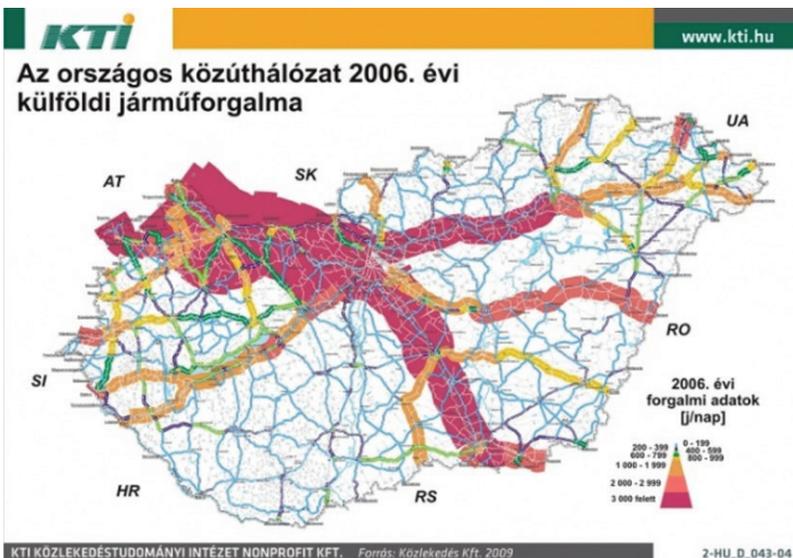


Mi minden van ugyanis ide tervezve?

- Egy nemzetközi autópálya Romániában, Via Kárpátia néven, a Nagyvárad-Arad-Temesvár vonalon (sötétzöld színű);
- egy egykori vasútvonal újáépítése a Debrecen-Nagyvárad-Békéscsaba-Hódmezővásárhely (tram-trainos)-Szeged-Szabadka-Baja- esetleg Dombóvár vonalon (világoszöld színű);
- az M9-nek nevezett M47 (piros színű), a Szeged-Hódmezővásárhely-Békéscsaba-Debrecen-Nyíregyháza vonalon;
- az M47-tel párhuzamos 47 sz. másodrendű főút helyi, a nagyvárosok előtti és utáni négy-sávossá tételével (nem jelöltem, mert az M47 lefedi).

Ma csak ez utóbbi van meg! Ugyan minek ide ez az iszonyatos szállítási kapacitás az előbb látott majdnem nulla forgalomra? Sem áru, sem személy. Ennél a kavalkádnál jóval olcsóbb lenne a Miskolc és a román-szerb-magyar hármashatár közötti alföldi autópálya, melyet az ábrákon zöld vonal mutat.

Mintha nem azonos minisztériumhoz tartozna a vasút és az út. Ekkora pazarlás ebben az országban még sohasem történt! Nincs, aki ellenőrizné és leállítaná ezt a felelőtlen költséges? Az ide értelmetlenül lekötött tervezett tőkéből jórészt megépíthetők lennének a Pannónia és Hunnia kapcsolatát biztosító utak, csak a pénzt jó helyre kellene rakni. (Dr. Rigó Mihály írása teljes terjedelemben a [mernokvagyok.hu](http://mernokvagyok.hu) oldalon olvasható. A szerk.)



Elektromos járművek tárolásának és töltésének tűzvédelme – 1.

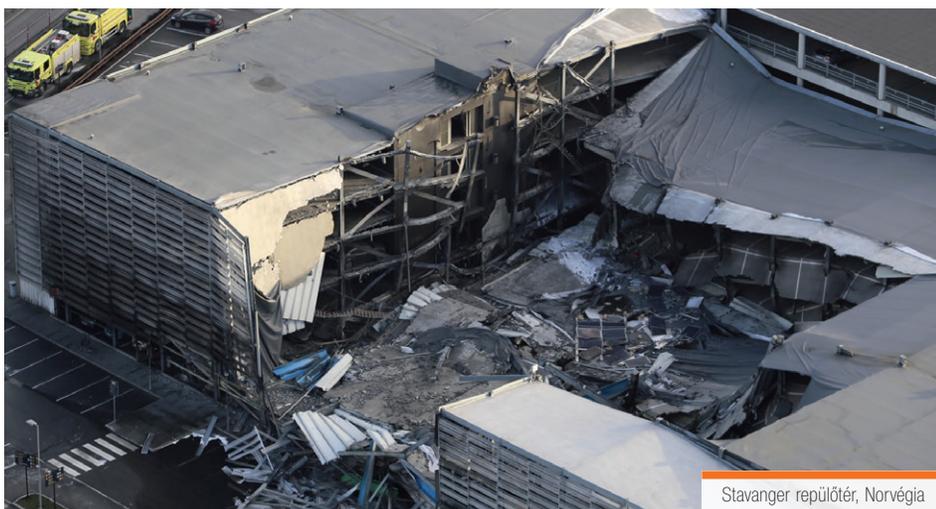
# Járművek tüzeinek vizsgálata

Az e-mobilitás, azon belül a lakossági használatú, részben vagy teljesen elektromos hajtású járművek gyors terjedésével a hagyományos járművektől eltérő, az akkumulátorokból kiinduló tüzesetek is megjelentek. Bár a mai napig nem mutattak ki különbséget a hagyományos robbanómotoros meghajtású járművek és az elektromos járművek tűzkeletkezésének gyakorisága között, azonban az elektromos járművek tüzeinek lefolyása alapvetően eltér a hagyományos meghajtású járművekéétől.

**Farkas Flóra okl. építészmérnök,  
okl. tűzvédelmi tervezési  
szakmérnök**  
**Szikra Csaba okl. épületgépész  
mérnök**  
**Dr. Takács Lajos Gábor okl.  
építészmérnök, okl. tűzvédelmi  
tervezési szakmérnök**

Jellemző a tűz teljesítményének gyors növekedése mellett a rendkívül nehéz olthatóság, továbbá a tűzoltást követő újragyulladás, ami az akkumulátorok, illetve azok járműveken belüli elhelyezésének tűzvédelmi sajátosságaiból adódik. Építményeken belül, parkolóházakban a tűzoltás még nehezebben végezhető el, mert sűrűn álló járművek és szűk belső tér mellett a jelenleg ismert megoldások – tűzoltó takaró, vagy a jármű vízzel telített konténerbe emelése – nem alkalmazható. Mindezek miatt egy zárt garázsban bekövetkező elektromos autótűz esetében a tűz jelentős kiterjedésével kell számolni.

A gyors tűzfejlődés, az extrém magas hőmérséklet és a súlyosan mérgező füstgázok miatt a zárt garázsban tartózkodó személyek menekítése nem garantálható a jelenlegi tűzvédelmi szabályok betartása esetén. A zárt mélygarázsban bekövetkező elektromos autótűznek a magas hőmérséklet és a tűz kiterjedtsége miatt az épületszerkezetek jelentős károsodásával, sőt megsemmisülésével, az épület működésképtelenné, használhatatlanná válásával kell számolni. Ezen a téren már sajnos konkrét példák is rendelkezésre állnak. A zárt garázsokban történő elektromos autó tárolásnak és töltésnek aránytalanul nagy életvédelmi és anyagi kockázatai vannak. A szabályozási oldalon ezzel szem-



Stavanger repülőtér, Norvégia

ben, elsősorban az európai uniós normákhoz történő igazodás miatt olyan előírások születtek, amelyek kifejezetten előírják a zárt garázsok számára az elektromos autók befogadásának kötelezettségét és a töltőhelyek biztosítását. Ez a technológia olyan gyors fejlődésben van, hogy az ezzel kapcsolatos biztonsági, tűzvédelmi, és egyéb előírások többéves lemaradásban vannak, ami megnehezíti a biztonságos használattal kapcsolatos ajánlások elkészítését. Kijelenthetjük: a nagy teljesítményű akkumulátor tüzek – különösen ideértve az elektromos járművek tüzeit – a jelenleg ismert módszerekkel nem vagy nagyon kis hatékonysággal olthatók el.

## Gépjárműtárolók tüzeseti tapasztalatai

2017 szeptember éjszakáján Liverpoolban egy nyitott gépjárműtárolóban keletkezett tűz. A liverpooli tüzesetben érintett nyitott

gépkocsitárolóban sem automatikus tűzjelző berendezés, sem tűzszakaszolás nem volt. A tűz szilveszterkor keletkezett, így későn vették észre; a tűzoltás során oltóvízellátási problémák is felléptek. Összesen 1400 autó semmisült meg, egyes helyeken a vasbeton földemek is súlyosan károsodtak. 2020 januárjában a norvégiai Stavanger repülőtér területén található parkolóházban keletkezett tűz. A norvégiai tüzesetben egy 3000 jármű tárolására szolgáló acélszerkezetű gépjárműtároló volt érintett. Sprinkler berendezés nem volt, viszont tűzszakaszolás létesült – összesen 300 autó megsemmisült, az épület egy részén 5 emelet omlott össze, továbbá az aznapi összes repülőjáratot törölni kellett a tűz során keletkező füst miatt. A tűz emberéletet nem követelt.

A lengyelországi (Górczewska) tüzeset egy lakóépület pincésztíjén keletkezett, ahol sem beépített tűzjelző berendezés, sem hő- és füstelvezetés, sem beépített

oltórendszer nem volt. 15 autó semmi-sült meg, a fűdémszerkezet javíthatatlaná vált, a csatlakozó lakóépület két hétre áram és víz nélkül maradt, ráadásul a biztosító nem fizetett, mivel az épület biztosítása nem terjedt ki az elektromos autókra.

A példákban jól látható: a járműtüzek az épületekre, épületszerkezetekre jelentős hőfelszabadulással, magas hőmérsékleti hatásokkal járnak.

## Elektromos járművek tüzeinek lefolyása

A lítiumion-akkumulátorok tűzkezelésének folyamata az akkumulátor meghibásodását követő gázfeljődéssel kezdődik (HF, CO, CO<sub>2</sub>, POF<sub>3</sub> stb.), amely eleinte az akkumulátoron belüli nyomást növeli meg, majd a nyomáslevezetőkön keresztül a környezetbe jut. A gázok megjelenése a tűzjelzés szempontjából is fontos. Emellett melegedés kezdődik, amely az akkumulátort alkotó anyagok termikus bomlását eredményezi, amelynek során füst keletkezik. A termikus bomlást követi a meggyulladás, a tűz.

Ha egy akkumulátor melegedni kezd, 60°C fölött, általában 100°C körüli kritikus hőmérséklet felett megállíthatatlan láncreakció indul el, amelynek során az akkumulátorban tárolt energia felszabadul és az akkumulátorban az éghető elektrolit meggyullad. Ezt a folyamatot thermal runaway-nek, hőmegfűtésnek nevezzük. Ha az egyik cella sérül, szinte biztosan átterjed a szomszédos cellákra a tűz. Jelenleg nincs bizonyítottan hatásos technológia a hőmegfűtés cellán belüli megállítására.

Az elektromos járművek akkumulátoraiból felszabaduló gázok és a melegedés kritikus fontosságú információ a tűzkezelés megelőzésében. A melegedést a jelenlegi műszaki lehetőségek mellett legkönnyebben infrakamerákkal lehetne érzékelni, azonban ezek ára a tűzjelző rendszerek jelenlegi érzékelőihöz képest jóval magasabb. Az akkumulátorcsomagok felügyelete (battery management system - BMS) felel a túltöltés megelőzéséért, ezen rendszerek információit is lehetne használni a veszélyek beazonosítására.

Az amerikai The Fire Protection Research Foundation 2013-ban készített átfogó kutatást a lítium-ion akkumulátorokkal összefüggésben. Ennek keretén belül többféle vizsgálat zajlott, volt amelyik kizárólag az akkumulátorra és annak tűzben való viselkedését vizsgálta (pl. tűz közben

felszabaduló gázok felszabadulása), voltak továbbá járművek, illetve járművek modelljeinek valós léptékű tüztesztjei is. Felépítettek egy valós léptékű autómódellet (vehicle fire trainer - VFT), amelynek a kialakítása nagyban hasonlít elektromos autóra. A modell 150 cm magas, 178 cm széles és 520 cm hosszú. Hasonló a kialakítása, mint egy városi terepjárónak és hátul hozzáférhető. Két különböző akkumulátorral is elvégezték a kísérleteket. Mind a két akkumulátor lítium-ion technológián alapul. Az egyik vizsgált akkumulátor 4,4 kWh teljesítményű volt, amit a csomagtartó alá helyeztek el. Ez egy tölthető hibrid jármű (plug-in hibrid) esetén tipikus jellemző akkumulátor. A másik vizsgált akkumulátor egy 16 kWh-s, amelyet a padlólemez alá hosszában helyeztek el T alakban kialakítva, jellegzetesen a hatótáv-növelő robbanómotorral rendelkező elektromos autóban alkalmazott akkumulátorokra. Mind a két akkumulátor 100%-os töltöttségi szinttel látták el a kísérlet során. A tüzteszt során az akkumulátorok felületén mért maximális hőmérsékletek 797°C és 1513°C között mozogtak. Az eredmények összefoglalva:

- A mért hőmérsékletek magasabbak voltak, mint a hagyományos járművek tüzeire jellemző hőmérsékletek, illetve jelentősen meghaladták az ISO 834 zárttéri hőmérséklet-idő kitéti görbét (a vizsgálat 7,5-22. percei között).
- Minden tesztben pattogó hangok voltak megfigyelhetők, valamint fehér füst jelent meg a sérült akkumulátorokból szivárgó elektrolitok égése miatt.
- Vízet használtak az oltás során, több időre és jóval több vízre volt szükség az oltáshoz, mint egy hagyományos jármű esetében.

Valós léptékű esztekkel kimutatták, hogy az akkumulátorok töltöttségi szintje nagymértékben befolyásolja a tűz teljesítményének csúcsertékét és időbeli alakulását.

## Hagyományos és elektromos járművek tűzkezelési okai

A hagyományos meghajtású járművek leggyakoribb tűzkezelési oka az üzemanyagrendszer meghibásodása; ha az üzemanyag a forró motorblokkra jut, meggyullad. Tűzkezelési ok lehet súrlódás is, amely jellemzően a fékek meghibásodása révén jelentkezik, vagy a kipufogórendszer meghibásodása; jellemző még a katalizá-

tor által termelt hőtől meggyulladó éghető anyag, akár a jármű alatti száraz aljnövényzet. A hagyományos járművekben is jelentős tűzkezelési ok az elektromos hiba. Sajátos meghibásodás oka egyes dízelüzemű járművek kartergáz visszavezető rendszeréből a szívócsőrendszerben lerakódó olajos korom, ami az EGR hűtőt eltömve az egyébként is forró gázok, lerakódások további melegedését, majd meggyulladását okozza, amely az éghető műanyag szívócső meggyulladásával a teljes motortérre kiterjedő tüzet eredményeznek.

Az elektromos járművek tűzkezelési okai a hagyományos járművekéhez képest eltérnek. Az elektromos hibák, a fékek meghibásodása mellett a hagyományos hajtásláncú járművekre jellemző üzemanyagtüzek, a kipufogórendszer tüze az elektromos járművekre természetesen nem jellemző. Az elektromos hibákból eredő tüzek közül a legkomolyabb az akkumulátorok tüze; a napjainkban legjellemzőbb lítium-ion-akkumulátorok az alábbi okok miatt gyulladhatnak meg:

- Az akkumulátor olyan mértékű sérülése, amely kihat a szeparátor integritására. A sérülés baleset vagy az alváz egyéb okból történő sérülése (pl. járdaszegélyen történő fennakadás, vagy útközben nagyméretű akadályon történő áthajtás) következtében jöhet létre. Az akkumulátorok a járművek alsó részén, védett helyen vannak, és ütközésekre méretezik őket, illetve többféleképp is tesztelik a járműveket, az akkumulátorok külső behatás okozta sérülése mégsem zárható ki teljes mértékben.
- Túltöltés, amely a fémes lítium kiválásából okozza az anódon, miközben a katód szén-dioxid gázt fejleszt. Utóbbi az égést ugyan nem táplálja, de addig növeli a belső nyomást, amíg a burkolat felhasad; a levegőben lévő nedvesség reagál a lítiummal és ez vezet az akkumulátor meggyulladásához. Túltöltést és tüzet okozhat a töltőberendezés szabályozó rendszereinek szoftveres módosítása, hackelése is.
- Mélykiszülés, amelynek során az elektrodák kristályok (dentrítek) képződnek, amelyek átszűrják az anódot és a katódot elválasztó vékony szeparátort, ami zárathoz, a zárlat pedig melegedéshez, végül az akkumulátor meggyulladásához vezet. Megjegyzés: mind a túltöltést, mind a mélykiszülést az akkumulátorokat kezelő rendszer (BMS) felügyeli az akkumulátor töltöttségének, állapotának figyelemmel

kísérésével, a másodlagos adatok kiszámításával, az adatok jelentésével, a környezeti viszonyok kiértékelésével és ezek alapján szükség szerint beavatkozással.

- Ha az akkumulátor pólusai fémtárgyakhoz érnek, akkor hő keletkezhet, illetve az elektrolit kifolyhat, amely gyúlékony anyag (általában metil-karbonátok keveréke). Ez bekövetkezhet mechanikai hatás (pl. ütközés, ütődés) esetén is. A mechanikai hatás a szeparátor sérülését is eredményezheti. Emiatt az akkumulátorok pólusait tárolás közben védeni kell (leggyakrabban műanyag fedelekkkel, takaróelemekkel).

- Külső magas hőmérséklet vagy tűzkitét. Ekkor az anódot és a katódot elválasztó szeparátor elolvadhat, ami zárathoz, a zárlat pedig melegedéshez, végül az akkumulátor meggyulladásához vezet.

Különösen fontos körülmény, hogy a szakirodalom szerint az elektromos járművek tüzei jelentős hányadban töltés közben keletkeznek; az VdS3471 3885 szerint ez elérheti az 50%-ot is.

Tűzvédelmi szempontból további kihívást jelent, hogy lítium-ion akkumulátorok égéséhez szükséges oxigén megfelelő mennyiségben keletkezik az anód és a katód bomlásából adódóan, tehát a környezetből történő oxigén elvonás nélkül is képesek égni. A bomlástermékekből származó gázok az akkumulátoron belüli nyomást megnövelik, amely az akkumulátor burkának felhasadásához vezet, így a gyúlékony elektrolit is ki tud jutni a környezetbe.

Jellemző továbbá a balesetet követő tűzkeletkezés is. Ebben is van különbség a hagyományos meghajtású és az elektromos járművek között. Míg előbbieknél ütközéskor bekövetkező tüzek jellemzően az üzemanyagellátó rendszer sérüléséből származnak, az elektromos járművek tüzei az akkumulátor sérüléséből erednek. Ezt a veszélyt csökkenti az akkumulátorok minél védettebb elhelyezése a jármű alsó részén, továbbá a jármű szerkezetének és az akkumulátor szerkezeti megerősítése, azonban adódóan az elektromos járművek nemcsak közvetlen a balesetet követően tudnak meggyulladni, hanem akár jóval később is. Az akkumulátorcsomag kisebb sérülése esetén ugyanis a melegedés lassan is elindulhat, jóval későbbi hőmegfűtést és tűzkeletkezést eredményezve. Kisebbségi ütközés, koccanás esetén ez nem zárható ki akár egy parkolóházban vagy épülethez tartozó mélygarázsban sem.

## Hagyományos gépjárművek tűzlefolysa

A különböző tüzek épületszerkezetekre gyakorolt hatását azok teljesítmény-idő diagramjaival, vagy a hőmérséklet-idő kitéti görbékkel lehet legjobban leírni. A tartószerkezetek tüzeseti méretezésénél a hőmérséklet-idő kitéti görbék használata elterjedtebb, ezeket támogatják a tartószerkezetek tüzeseti méretezését tartalmazó Eurocode szabványok.

A különféle épületszerkezeteken végzett szabványos tűzvédelmi vizsgálatokat az ISO 834 ún. cellulóz hőmérséklet-idő görbe szerint végzik. Eszerint 30 perc elteltével 842 °C, 60 perc elteltével 945 °C, 90 perc elteltével 1006 °C a hőmérséklet kitéti, amely a szabványos vizsgálatoknál egyenesen, 5% túréson belül éri a vizsgált szerkezetet.

Hu, Y., Zhou, X., Cao, J. kutatásukban egy kisbusz tüzesetének hőmérséklet-idő kitéti diagramját mutatják be. A tűz a kísérlet tapasztalatai alapján 750 s, azaz már 12,5 perc elteltével elérte az 1000 °C-ot és hosszú percek után, 1600 s-ig tartja is. A kísérlet alapján már a hagyományos járművek tüze során mérhető hőmérsékletek is az ISO 834 zárttéri hőmérséklet-idő kitéti görbék fölött futnak, ami két problémát vetít elő: az egyik az ilyen magas hőmérsékletek tartószerkezetekre gyakorolt hatása, a másik a tartószerkezetek méretezési problémái az ISO 834 zárttéri hőmérséklet-idő kitéti görbénél magasabb hőmérsékletekre; az Eurocode szabványok méretezési módszerei ugyanis általában az ISO 834 kitéti görbe szerintiek.

## Elektromos járművek tűzoltási kérdései

Elektromos járművek tüzeinek oltása jelentős mértékben eltér a hagyományos, belsőégésű motorral hajtott járművek tüzeinek oltásától. Ez két tényezőről múlik:

- az egyik az akkumulátorcsomagok tűzoltási szempontból kedvezőtlen elhelyezkedése a járművek alvázában integrálva,
- a másik különösen kedvezőtlen tényező, hogy az akkumulátorok tüzeit hagyományos eszközökkel nem lehet oltani; nagy mennyiségű vízzel történő hűtés során ha a lánggal égés megszűnik, a hűtés megszüntetése esetén az akkumulátor visszagyulladhat, akár az oltást követően sokkal később is, amíg töltés van benne.

Kézi oltókészülékek akkumulátorok tüzeinek oltására csak korlátozottan alkalmazhatók, bár megjelentek olyan oltóké-

szülékek, amelyeket a gyártók kifejezetten akkumulátortüzek oltására javasolnak. A nagy mennyiségű vízzel történő oltás csökkenti a tűz teljesítményét, azonban nem zárható ki a visszagyulladás. Az akkumulátorokból felszabaduló mérgező gázok jelenléte és az áramütés veszélye miatt nem javasolt, hogy a tűzoltóság kiérkezése előtt, védőfelszerelés nélküli személyek megkezdjék a tűzoltást.

A hatékony módszerek közé az elektromos járművek tüzeinek oltására szolgáló tűzoltó takaró és a jármű vízzel teli konténerbe történő helyezése tartozik. Mindkét módszer helyigénye jelentős, a tűzoltó takarót épületen belül nehezen, nem minden esetben lehet alkalmazni; szűk helyen, ahol az égő jármű mellett más járművek is parkolnak, csaknem lehetetlen a használatuk. Eltávolításuk során számítani kell visszagyulladásra. A vízzel teli konténer alkalmazása épületen belül kizárható a helyigénye miatt.

A Rosenbauer érdekes, elektromos járművekre specifikusan kifejlesztett tűzoltó berendezést fejlesztett, amely épületen belül, szűk térben is alkalmazható. Kifejlesztésénél figyelembe vették, hogy a járművek akkumulátora a karosszéria alsó részén található, így lehetőleg könnyebben – bár nem a legkönnyebben – alulról közelíthető meg. A berendezés két részből áll: a vezérlőegység és a túske; a berendezés tuskéjét a kigyulladt elektromos jármű akkupakkja alá tolják. A csövekkel és vezetékekkel a vezérlőegységhez csatlakoztatott túske ezután átfúrja az akkupakkok falát, és vízzel árasztja el a villanyautó akkumulátorterét.

## Elektromos járművek tűzkeletkezési gyakorisága

A szakirodalom és a statisztikák áttekintésével nem jelenthető ki, hogy az elektromos járművek parkolóházakban történő töltése miatt nagyobb gyakorisággal keletkezne tűz. Ugyanakkor egyes adatok szerint az elektromos járművek tüzeinek 50%-a töltés közben következik be. A töltőberendezésekre vonatkozó elektromos szabályok megfelelőek; különösen fontos, hogy töltésre nem megfelelő aljzatokból ne történhessen töltés. Ezzel együtt sok a bizonytalanság a töltők tűzveszélyességéről és kialakításának megfelelőségéről, így a töltők épületen belüli elhelyezését konzervatív szemlélettel, a biztonság javára történő korlátozásokkal javasoljuk.

Elektromos járművek tárolásának és töltésének tűzvédelme - 2.

# Építményszerkezetek tűzvédelmi jellemzői

A gépjárműtárolók leggyakrabban alkalmazott szerkezeti anyaga a monolit vagy előregyártott vasbeton, de acélszerkezetek és egyes esetekben faszervezetek alkalmazására is van példa. A monolit és az előregyártott vasbeton szerkezetű épületrészek, épületek vagy építmények esetén a tartószerkezetek tűzállósági méretezése az MSZ EN 1992-1-2 (Eurocode 2) szabvány szerint lehetséges.

Farkas Flóra okl. építészmérnök,  
okl. tűzvédelmi tervezési  
szakmérnök  
Szikra Csaba okl. épületgépész  
mérnök  
Dr. Takács Lajos Gábor okl.  
építészmérnök, okl. tűzvédelmi  
tervezési szakmérnök

A méretezés legegyszerűbb módja a táblázatos értékek alkalmazása (minimális szerkezeti méretek, illetve fővasalás tengelyéig értelmzett betonfedés minimum értékeinek biztosításával), de lehetséges az izotermás módszer szerinti méretezés is. A tervezés során különös tekintettel kell lenni az alábbiakra:

- az előregyártott szerkezeteknél az általános keresztmetszeti méretezés mellett kiemelt figyelmet kell fordítani az elemkapcsolatok megfelelő tervezésére;
- különösen a nagyszilárdságú előregyártott szerkezeteknél és az öntömörödő betonoknál ügyelni kell a betonreceptúrára a spalling (hirtelen betonfedés-leválás) megelőzésére; szükség esetén műanyag szálak keverésével kell elérni a betonszerkezet esetén, hogy a tűz során keletkező gőz spalling okozása nélkül le tudjon vezetődni; ez különösen fontos azon helyeken, ahol az ISO 834 zárttéri hőmérséklet-idő kitéti görbénél nagyobb hőmérsékletek várhatók (pl. elektromos járművek töltői melletti pillérek, falak alsó részeinél);
- amennyiben numerikus tűzszimulációval határozzák meg a tartószerkezetekre jutó hőmérséklet-idő kitéti görbéket, a szokásos helyek, például a födémek és gerendák alsó síkja mellett a pillérek teljes magasságában meg kell határozni a hőmérsékleti adatokat (különösen elektromos járművek tűzénél az akkumulátor tüze



oldalirányban szúrólángot okozhat a pillérek, falak alját a megszokottnál nagyobb igénybevételnek kitéve).

## Beépített tűzjelző berendezés

Beépített tűzjelző berendezés telepítése nélkül korszerű tűzvédelemről nem beszélhetünk; a létesítési előírások az OTSZ 14. mellékletében található, azonban ettől eltérően már számos beruházó, ingatlanfejlesztő dönt beépített tűzjelző berendezés telepítése mellett akkor is ha az nem kötelező.

Az épületek részeként létesülő mélygarázsok, zárt gépkocsitárolók beépített tűzjelző berendezésekkel ellátottsága napjainkra általánossá vált, amely általában a födémek alsó síkjára telepített pontszerű hőmaximum vagy kombinált hősebesség és hőmaximum érzékelőkből és kézi jelzésadókból áll. Nyitott gépjárműtárolókban is terjednek a beépített tűzjelző rendszerek, az előzőekben leírt kiépítettséggel.

A lítium-ion akkumulátorokkal ellátott elektromos járművek esetén a tűz korai észlelése döntő jelentőségű. Mivel a tűzkeletkezést gáz fejlődés, majd füst fejlődés előzi meg, ami az akkumulátorok nyomáslevezető szellőzőjéből kiáramlik, a veszélyhelyzet korai jelzése lehetséges. Mivel a fejlődő gázok között hidrogén, szén-monoxid és szén-dioxid egyaránt megtalálható, a tűzjelző rendszer mellett gázkoncentráció érzékelő rendszer gyorsíthatja a tűzjelzés folyamatát. Megfelelő érzékenységű aspirációs tűzjelző rendszer ugyancsak szerepet játszhat a gyors tűzjelzésben. Az akkumulátorok meghibásodását jelző melegedés, majd hőmegfutás már a korai szakaszban is detektálható infravörös kamerával. A kamerás tűz- és füstérzékelő rendszerek (VFD) videokamerákból és kiértékelő rendszerből állnak; a kamerák nagy térfogatú, eltérő átlátszóságú zónákat érzékelnek anélkül hogy a füst közvetlenül elérné őket, ezért nagy nyitott terek védelmére, monitoringozására alkal-

masak. Az elektromos járművek tárolására szolgáló építmények, épületek esetén ez a módszer a szabványos tűzjelző rendszert egészítheti ki hatékonyan.

Az elektromos járművek tárolására szolgáló építmények, épületek esetén minden esetben javasoljuk beépített tűzjelző berendezés telepítését (például a csehországi CSN 73 0804 szabvány 10 gépjármű tárolása fölött írja elő beépített tűzjelző berendezés telepítését). A gépkocsitárolókban napjainkban szokásos, pontszerű hőmaximum vagy kombinált hőmaximum és hősebeség érzékelőkből álló tűzjelző rendszerek az elektromos járművek akkumulátortüzeit közvetlenül megelőző folyamatokat nem jelzik időben, ezért ugyanakkor megfontolandó a gázfejlődést és a melegeledést, majd hőmegfutást a korai fázisban érzékelő tűzjelző rendszer alkalmazása. Ezen fizikai folyamatok korai jelzésére a vonali füstérzékelők és a hőmaximum érzékelők kevésbé vagy egyáltalán nem alkalmasak.

## Beépített oltóberendezés

A beépített oltóberendezés létesítésének kötelezettségére vonatkozó előírások az OTSZ 14. mellékletében található. A beépített oltóberendezés gépkocsitárolókban lehet sprinkler vagy vízköddel oltó, amely az alábbi szabványok szerint tervezhető:

- MSZ EN 12845:2015+A1. Beépített tűzoltó berendezések. Automatikus sprinkler berendezések. Tervezés, kivitelezés és karbantartás

- MSZ EN 14972-1:2021 Beépített tűzoltó berendezések. Vízköddel oltó berendezések. 1: Tervezés, kivitelezés, felülvizsgálat és karbantartás.

Fentiek mellett befektetők dönthetnek külföldi irányelvek alkalmazásáról is, ilyen például a VdS3856:2019-06 (01) Sprinklerschutz von Lithium-Batterien vagy különböző, a témával foglalkozó tanulmányok, kutatási jelentések. Ezek általában nagyobb betárolandó vízmennyiséget és térfogatáramot, nagyobb védőfelületet eredményeznek mint az európai sprinkler szabvány. Az FM Global 2-0, 3-0, 3-26 és 7-15 adatlapjai alapján méretezett sprinkler rendszert az MSZ EN 12845:2015+A1 szabvánnyal egy gépészeti helyiséggel együtt kialakított mélygarázs példáján összevetve (15×30 m alapterület, 3 m alatti belmagasság, gépészeti helyiség 90 m<sup>2</sup>) az alábbiakat állapíthatjuk meg: táblázat

Látható, hogy az FM Global irányelvek legújabb, 2022-es változataiban a mai járművek és az elektromos járművek tűzlefo-lyásának különbségét figyelembe vették. Nem zárható ki az európai sprinkler szabvány ez irányú módosítása sem. Egyéb oltórendszerek között a gázzal oltók életvédelmi okok és a gépkocsitárolók nagy terei miatt kevésbé alkalmasak. Az oxigén redukciós rendszerek esetén az alkalmazáshoz szükséges valós léptékű tűztesztek is hiányzanak; ezen rendszerek a lánggal égést ugyan hatékonyan megakadályozzák, de a hőmegfutást, a pirolízist nem, a hatékonyságukat pedig a lítium ion akkumulátorok pirolízise közben keletkező oxigén jelentősen ronthatja. Gépkocsitárolók esetén a gyakori kapunyitás a kívánt oxigén koncentráció csökkenéshez jelentős energiabefektetést igényel, de akár lehetlenné is teheti.

## Hő- és füstelvezetés kialakítása

A hő- és füstelvezetés gépkocsitárolókban az alábbi módszerekkel történhet:

- természetes hő- és füstelvezetés és természetes légpótlás;
- gépi hő- és füstelvezetés és természetes légpótlás;
- gépi hő- és füstelvezetés és gépi légpótlás;
- természetes hő- és füstelvezetés és gépi légpótlás.

Sajátos eset a hő és füst elleni védelemről szóló TvMI 3.2. pontja, amely nyitott gépjárműtárolók esetén dedikált hő- és füstelvezetést nem ír elő.

A gépi hő- és füstelvezetés és gépi légpótlás mélygarázsokon belül – amelyek homlokzati felülettel nem rendelkeznek – az alábbi kialakítású lehet:

- hő- és füstelvezetés gépi elszívással, gépi légpótlással, kiegészítő légcsatorna hálózattal vagy anélkül;
- szabályozott hő- és füstelvezetés (smoke control system) gépi elszívással, gépi légpótlással, JET ventilátorokkal vagy terelőventilátorokkal, reverzibilis kialakítással vagy reverzibilitás nélkül.

Mélygarázsokban egyre elterjedtebb JET ventilátorokkal vagy terelőventilátorokkal.

A támogatott gépi hő- és füstelvezető rendszernek előnye a hagyományos légcsatornákkal üzemelő hő- és füstelvezetéshez képest, hogy a JET ventilátorok nemcsak a hő- és füstelvezetésre szolgáló, de kialakításuknál fogva a CO-elszíváshoz szüksé-

A hagyományos tűzjelző rendszerek nem feltétlenül biztosítják az akkumulátorokból származó sajátos veszélyek

korai jelzését. ”

ges légcsatorna hálózatot is gazdaságosan helyettesíthetik. Reverzibilis kialakítás tapasztalataink szerint nagyméretű (3-5000 m<sup>2</sup> szintenkénti alapterületű vagy annál nagyobb) gépjárműtárolóknál különösen előnyös, mivel ekkor a tér két vagy több részre osztott és a JET ventilátorok a tűzkeletkezéssel érintett térrész felé terelik a füstöt, ahol a gépi hő- és füstelvezető rendszer ventilátora elszívó üzemmódban dolgozik, míg a többi térrész felől a frisslevegő érkezik, az itteni ventilátorok légpótló üzemmódban dolgoznak. Mindez tehát nemcsak a JET ventilátorok, hanem a gépi hő- és füstelvezető és légpótló ventilátorok részéről is reverzibilis kialakítást tesz szükségesé. Ez különösen előnyös lehet elektromos járművek tüzeinél, a túlzottossági beavatkozás feltételeinek biztosításánál, mivel a reverzibilis kialakítású gépi hő-és füstelvezetés esetén jóval könnyebb a tűzkeletkezés helyszínének megközelítése; a tűzkeletkezéssel érintett térrész ugyanis füsttel telített, a másik térrész ugyanakkor füstszegénynek tekinthető. A módszer hátránya, hogy tervezéshez tételes (leíró) képletek nem állnak rendelkezésre, a JET ventilátorok elrendezését, kiosztását, a vezérlési zónákat numerikus tűzszimulációval kell megtervezni és ellenőrizni, továbbá minden ventilátort vagy légcsatornát a tető fölé kell vezetni, hogy a kiáramló füst ne veszélyeztesse az épület környezetét.

A JET ventilátorokkal vagy terelőventilátorokkal támogatott hő- és füstelvezetés megfelelő vezérlésével kiemelten szükséges foglalkozni, különösen beépített vízelöltő rendszerrel védett mélygarázsban. A JET ventilátorok vagy terelőventilátorok működése mellett ugyanis a tűzkeletkezéssel érintett térrész füsttel telített, a másik térrész marad füstszegény, ami a kiürítést veszélyeztetheti, ezért a hő- és füstelvezetés és légpótlás azonnali indítása mellett a JET ventilátorok vagy terelőventilátorok indítását mindenképp kés-

lletetni kell, legalább a jogszabály szerinti kiürítési szintidőig vagy a kiürítéshez szükséges időig (RSET, Required Safe Egress Time). A sprinklerok aktiválódása azonban ennél is hosszabb időt vehet igénybe, így a késleltetéssel a sprinklerok aktiválódását is meg kell várni, ellenkező esetben nem a tűzkezelési hely fölött, hanem attól távolabb aktiválódhatnak sprinklerfejek. Ezt legegyszerűbben a sprinkler gépházban beépített vízáramlás érzékelővel lehet vizsgálni, azonban ez az első sprinklerfej aktiválódását követően bekapcsol, így a tűzfészekről távolabb eső sprinklerfejek aktiválódása továbbra is bekövetkezhet. A mértékadó védőfelülethez tartozó sprinklerok aktiválódási ideje szintén numerikus szimulációval vizsgálható, amelynek során az is vizsgálható, hogy a hő- és füstelvezetés és légpótlás, valamint a JET ventilátorok vagy terelőventilátorok késleltetése ne legyen kedvezőtlen hatással a tűzoltósági beavatkozás hatékonyságára.

## Az elektromos járművekkel kapcsolatos általános tűzvédelmi jellemzők összefoglalása

A közeljövőben az elektromos üzemű járművek további elterjedése, emellett az akkumulátorok kapacitásának növekedése, sőt a járművek elektromos energia tárolásba történő bevonása, illetve az épületekben a járműveken túl további akkumulátortelepek létesítése egyaránt várható. Az elektromos járműveket nem lehet a mélygarázsokból, parkolóházakból kitiltani; vannak létesítmények ahol az elektromos járművek aránya a 100%-ot is elérheti. Emiatt érdemes összegyűjteni azokat a műszaki – tűzvédelmi megoldásokat, amelyekkel a tűzkezelés veszélye csökkenthető, a tűzterjedés veszélye mérsékelhető és a tűzoltóság számára tűz esetén a beavatkozási feltételek biztosítottak. Ugyan statisztikai adatokkal nem támasztható még alá, hogy a töltés során a tűzkezelés veszélye a jármű tárolásnál megszokottnál nagyobb lenne, de különös figyelmet kell szentelni a töltők kialakításának és elhelyezésének.

## A szakirodalom feldolgozásából származó eredmények összefoglalása

Elektromos járművek valós léptékű tűzteszti során kiderült, hogy az akkumulátortorcsomag felületén mérhető hőmérsék-

letek lényegesen magasabbak, mint az ISO 834 zárttéri hőmérséklet-idő kitéti görbe szerintiek. Mivel az Eurocode szabványozó tartószerkezetek tűzállósági méretezési módszerei közül a táblázatos és az izotermás módszerek alapvetően ez utóbbin alapulnak, elektromos járművek tárolására szolgáló épületek, építmények esetén felül kell vizsgálni a tartószerkezetek tűzállósági méretezésének jelenlegi gyakorlatát.

A tűzvédelmi mérnöki gyakorlatban a szimulációs bemenő adatként a hőfelszabadulás időbeni lefolyása a legfontosabb információ. Az elektromos járművek valós léptékű tűzteszti során e tekintetben is magasabb csúcserőtelmek adódnak: a hagyományos járművek esetén szokványos 5,3-9 MW közötti csúcserőtelmek helyett 9 MW körüli csúcserőtelmekkel kell számolni; ami még fontosabb, hogy a tűzkezelést követő 300 s után a hőfelszabadulás – különösen a nagyobb akkumulátortorcsomag-



gal rendelkező tölthető hibrid vagy elektromos járműveknél – 1200 s-ig jellemzően 6 MW fölött, azaz 5–20 perc közötti időtartamban végig jelentős mértékben a hagyományos üzemű járművek tűzteszti során mért hőfelszabadulás fölötti. Mindez a tartószerkezetekre jutó tűzterhelés, illetve hőmérséklet-idő kitéti görbék érvényességének átgondolását, illetve további vizsgálatát teszi szükségessé.

## Műszaki-tűzvédelmi javaslatok

*Tételes (leíró vagy preszkriptív jellegű) műszaki-tűzvédelmi javaslatok gépkocsitárolókhoz*

– **Jelentős többletköltség nélkül járó javaslataink:**

Épületen, építményen (pl. nyitott gépkocsitároló) belül villám- vagy gyorstöltők alkalmazását nem javasoljuk. Mivel az elektromos járművek meggyulladására nagyobb – bár jelenleg még nem számszerűsíthe-

tő – valószínűségű amikor töltőn vannak, a töltők elhelyezésére az alábbi szempontok együttes figyelembevételét javasoljuk:

- olyan sérült elektromos járművek épületen, építményen belül nem tárolhatók, tehát nem hajthatnak be, amelyeknél egyértelműen nem zárható ki az akkumulátor sérülése,

- az elektromos járműveknél – beleértve az elektromos kerékpárokat is – csak a nekik megfelelő töltőeszköz alkalmazható,

- a töltők lehetőség szerint a gépjárműtároló bejárata közelében legyenek, hogy tűz esetén a tűzoltók minél könnyebben közelítsék meg,

- többszintes, terepszint alatti gépjárműtároló esetén a töltők lehetőség szerint a legfelső pincszinten legyenek (szintén tüzeseti megközelíthetőségi szempontból), ahol egyébként a belmagasság is nagyobb a szokásos 2,20–2,60 méternél, így a hő- és füstelvezetés is hatékonyabb lehet,

- terepszint fölötti parkolóházban a töltők a legfelső, kültérnek számító tetőszinten legyenek, mivel itt az elektromos járművek tüzesete során keletkező hő és füst elvezetése a leghatékonyabb,

- a töltőket a menekülésnél számításba vett kijáratok mellett nem szabad elhelyezni (a kiürítés megfelelő biztonsága, illetve a tűzoltósági megközelíthetőség biztosítása miatt),

- parkológépes, parkolóemelővel ellátott gépjárműtárolókban vagy kizárólag automatikus kiszolgálású gépkocsitárolókban töltőhelyek létesítését nem javasoljuk.

Az elektromos járművek töltése közben keletkező tűz terjedését 2-6 töltőhely csoportonként kialakított falakkal vagy az állások közötti növelt távolságokkal is lehet korlátozni; ez különösen beépített oltóberendezés nélküli gépkocsitárolókban javasolt megoldás.

A töltők környezetében javasoljuk hogy A1-A2 tűzvédelmi osztályú építési termékek, építményszerkezetek kerüljenek, a padlóburkolatok kivételével, ahol a Bfloor-s1 tűzvédelmi osztályú műgyanta burkolatok megfelelőek VdS3885:2020-12 (01).

Két- vagy háromszintes, nem automatikus kiszolgálású gépkocsitárolókban egymás fölött ne legyenek elektromos vagy plug-in hibrid járművek tárolva, kivéve ha a gépjárműtároló teljesen automatikus kiszolgálású. Teljesen automatikus kiszolgálású gépjárműtárolókban beépített tűzjelző és beépített oltóberendezés együttes tele-

pítése javasolt. Mivel sem menekülési feltételek biztosítása, sem tűzoltósági beavatkozás ezen létesítményekben nem szükséges, hő- és füstelvezetés elhagyhatósága – a beépített oltóberendezés telepítése mellett – megfontolható (a hő- és füstelvezetés kötelezettsége jelenleg az OTSZ által szabályozott).

A járművekkel kizárólag gépkocsiliften keresztül megközelíthető gépkocsitároló vagy az automatikus kiszolgálású gépkocsitároló esetén a tűzoltói beavatkozás lehetőségéi nagymértékben romlanak. Ilyen gépkocsitárolókba megfontolásra javasoljuk beépített tűzjelző rendszer mellett a beépített oltóberendezés létesítését is.

A gépjárműtárolókba az elektromos tüzek oltására is alkalmas kézi oltókészülékeket javasolunk elhelyezni. A mai gépjárműtárolókban videokamerás megfigyelő rendszer telepített, így a kézi oltókészülékek kihelyezése nem jelenti azok ettől való elvonásának veszélyét. A kézi oltókészülékeket jól elérhető helyen, a bejáratok, lépcsőházak közelében, de semmiképp sem a gépjárművek mögött, nehezen hozzáférhető helyen javasoljuk kihelyezni. A lítium-ion akkumulátorok tüzeinek oltására megfelelő kézi oltókészülékeken már külön erre utaló jelölés található; emellett az A (szilárd anyagok égése) és E (elektromos tüzek) oltására kell alkalmasnak lenniük. A kézi oltókészülékek mellett egy-egy elektromos járművek tüzeinek oltására szánt tűzoltó takaró kihelyezése is javasolt.

**– Megfontolásra javasolt, többletköltséget jelentő, illetve jelenleg nem elterjedt műszaki – tűzvédelmi megoldásokat is tartalmazó javaslatunk:**

A gépjárműtárolók tűzvédelmében alapvető és döntő fontosságú a tűz, illetve már az azt megelőző meghibásodások (gázosodás, melegedés) korai fázisban történő észlelése. Az akkumulátortüzek jellemzőiből adódóan a hagyományos tűzjelző rendszerek – pontszerű füstérzékelők, hőmaximum- és hősebesség-érzékelők – nem feltétlenül biztosítják az akkumulátorokból származó sajátos veszélyeknek megfelelő korai jelzést. A meghibásodások korai jelzése az alábbi intézkedések kombinációjával biztosítható:

- töltés közben az akkumulátorok állapotát figyelő BMS rendszer és a töltő között folyamatos a kapcsolat, az esetleges műszaki hibák korai észlelése a gépkocsitároló épületfelügyeleti rendszerére és a

diszpécser szolgálatra továbbításával biztosítható,

- a tűzkeletkezést megelőző gázosodás, melegedés megfelelő érzékenységgű aspirációs tűzjelző rendszerrel, illetve az azt kiegészítő CO<sub>2</sub>, CO/HC/H<sub>2</sub> gázkoncentráció érzékelőkkel, illetve kamerás tűz- és füstérzékelő rendszerrel (VFD) jelezhető,

- a járművek gépkocsitárolókba történő belépésénél javasoljuk az akkumulátor-csomag kezdődő melegedését jelző érzékelő telepítését (hőkamera vagy hőmegfűtás-érzékelő – thermal runaway sensor), amely az épületfelügyeleti rendszer felé is továbbítja a jelzést.

Beépített tűzjelző rendszer esetén abban az esetben is javasoljuk az automatikus tűzjelzést ha a gépjárműtároló és így a tűzjelző központ is 24 órás felügyelettel ellátott. Ezen felül javasoljuk, hogy a beépített tűzjelző berendezés elektromos járművek fölötti érzékelői bebillenésük esetén szakszerűen automatikusan a töltési folyamatot. Ezen felül javasoljuk a töltők tűzeseti automatikus elektromos leválasztását is.

### **Műszaki-tűzvédelmi javaslatok mérnöki módszerekkel tervezett tűzvédelmi kialakítású gépkocsitárolókhoz**

A mérnöki módszerekkel segített tűzvédelmi tervezés során a tervezés egyik legfontosabb paramétere a tűz teljesítményének csúcserőtelje és annak időbeni változása. Ez a hagyományos járművek tűzfolyásaitól jelentősen eltérhet elektromos járművek esetén. Amennyiben elektromos járműveket is tartalmazó gépjárműtároló tűzmodellezése készül, a tűz teljesítményének időbeni alakulásánál ezt a különbséget, a magasabb csúcsteljesítményt és az eltérő időbeli lefolyást a szakirodalomban is található adatok felhasználásával kell alkalmazni. A tűzmodellezésnél szokásos legveszélyesebb tűzkeletkezési helyek (pl. a garázs kijáratától legmesszebb eső, fal melletti vagy sarokban lévő parkolók, vagy a reverzibilis hő- és füstelvezetés reverzibilitási tengelye mellett lévő parkolók) mellett az elektromos járművek töltésére szolgáló parkolókban is javasolt tűzhelyszín vizsgálata.

A valós léptékű tűztesztet során a tűz teljesítményének időbeli változását dokumentálják, általában egy jármű vizsgálatával; egyes esetekben egy járműről a szomszédos járműre vagy két járműre történő

átterjedéssel együtt. A tűzmodellezés során ezen adatok felhasználása különös körültekintést igényel hagyományos, belsőégésű motorral hajtott járműveknél is, de elektromos járműveknél további megfontolásokat javasolunk attól függően hogy beépített oltóberendezéssel ellátott-e a gépjárműtároló vagy anélkül valósul meg. A Számítógépes tűz- és füstterjedési, valamint menekülési szimuláció c. TvMI 1.3.1. pontja alapján tűzmodellezés nem végezhető olyan létesítményben, amelyben nincs beépített tűzjelző berendezés, ezt gépjárműtárolók esetén különösen fontosnak tartjuk.

- Minden járműfajta esetén érvényes, de az elektromos járművekre különösen, hogy a tűz valós léptékű teszttel megállapított csúcsteljesítményét, illetve annak időbeli lefolyását a sprinkler nem befolyásolja, azaz az oltó hatás nem vehető figyelembe csak a hűtő hatás. A sprinkler hűtő hatása hagyományos meghajtású járműveknél megakadályozhatja a tűz szomszédos járművekre történő tűzátterjedést, ennek kijelentéséhez azonban még nem rendelkezünk kellő számú valós léptékű tűztesztelt elektromos járművek esetén. A Számítógépes tűz- és füstterjedési, valamint menekülési szimuláció c. TvMI J1 és J2 mellékletében szereplő módszerek tehát gépjárműtárolókban nem alkalmazhatók (a tűz teljesítményének sprinkler általi kontrollálása vagy oltó hatása).

- Ha beépített oltóberendezés nem telepített a gépjárműtárolóban, a tűz szomszédos járművekre történő átterjedése bekövetkezik, különösen akkumulátorokat is tartalmazó járművek esetén. Ebben az esetben a tűzszimulációt előre meghatározott tűz teljesítménnyel egyáltalán nem javasoljuk.

Szabályozott hő- és füstelvezetés (smoke control system) légcsatorknak helyett JET ventilátorokkal vagy terelőventilátorokkal támogatott, reverzibilis kialakítással csak részletes számítással (pl. CFD szimulációval) tervezhető, másképp nem állapítható meg a tervezett rendszer megfelelő működése, hatékonysága. Ha a gépkocsitárolóban beépített vízzelöltő berendezés telepített, javasolt a JET ventilátorok vagy terelőventilátorok indításának késleltetése a sprinkler aktiválódását követően (pl. áramlásjelzővel), különben nem a tűzfészek fölötti, hanem attól távolabbi sprinkler aktiválódnak.

# BÚCSÚZUNK



**Magyari László**  
1952–2023

A BME Közlekedésmérnöki Karán építő- és anyagmozgató gépek szakon végzett 1976-ban. Az egyetemi tanulmányaival párhuzamosan megszerezte a mérnök-tanári diplomát is. 1978-ban a Budapesti Műszaki Egyetem Építőmérnöki Karán megkezdte az acélszerkezeti szakmérnöki képzést, ahol két évvel később diplomát szerzett.

Első munkahelyén, a Csepel Művek Tervező Intézete gép- és berendezések tervezési osztályán az új daruk tervezése, régi daruk korszerűsítése, átalakítása volt a feladata. 1981-ben munkáját a Ganz Acélszerkezeti Vállalatnál folytatta, ahol 1995-ig dolgozott. Az első időszakban a darutervezői csoportban tevékenykedett. Munkája hasonló volt a Csepel Művekben végzett feladatához, de kiegészült a tervezőintézetekben dolgozó mérnökökkel való kapcsolattartással. Gyártmányfelelősként részt vett több híddaru, vagonbuktató és konténeremelő bakdaru tervezésében, kivitelezésében. 1983-ban a fejlesztési osztály vezetőjévé nevezték ki. Feladata volt az emelőgépek ajánlatának elkészítése, a tervezés irányítása, az alvállalkozói tervezőkkel való kapcsolattartás, majd a gömbtartályok menedzselése is. Tevékenységének elismeréseként két alkalommal Ganz Ábrahám-díjjal tüntették ki.

A rendszerváltást követően mérnök vállalkozó lett, 1992-ben saját céget alapított, a DINAM Kft.-t, melyet ügyvezetőként irányított. Szakmai profilja elsősorban emelőgépek és a hozzájuk tartozó acélszerkezetek, darupályák tervezése volt. Munkájának növekedése miatt 2002-ben megalapította a DARULINE Kft.-t, amelynek fő tevékenysége a daruk és darupályák szerelése volt. 1989 óta műszaki szakértőként is tevékenykedett, elsősorban daruk, darupályák felülvizsgálatával foglalkozott, ezenkívül emelőgépek tervezésénél felmerülő speciális problémák megoldásában vett részt.

Felismerve az emelőgép-szakértői munka nehézségeit, munkásságában mind nagyobb hangsúlyt kapott az emelőgépes szakmában a szakértők továbbképzése, érdekeik képviselése. Ezért 2005-ben közreműködött az Országos Emelőgépes Egyesület (OEME) megalapításában, ahol – felismerve szakmai elhivatottságát – az eddig végzett munkássága alapján főtitkárrá választották, és haláláig nagy odaadással és energiával töltötte be ezt a posztot. Mint tervező és szakértő tagja volt a BPMK-nak. 2013-ban az MMK Anyagmozgatógépek, Építőgépek, Felvonók Tagozatának elnökségi tagjává választották. Ebben a pozíciójában minden energiáját az emelőgépes szakma színvonalának emelésére fordította, amit jól tükröz a különböző FAP pályázatokon, közbeszerzésekben való részvétele. Sokféle szakmai tevékenységét mindig derűsen végezte, a felmerült problémákat higgadtan kezelte, mérhetetlen nyugalommal segítette kollégáit a nehezebb időszakokat átvészelni.

Személyében az emelőgépes szakma egyik ikonikus alakját és egyben annak támogatóját veszítettük el.

*Dr. Kása László ny. műegyetemi docens, az OEME tiszteletbeli elnöke*



**Dr. Szolnok Csaba**  
1932–2023

Mérnöki oklevelét 1954-ben szerezte, doktori címét 1979-ben kapta. 1954-től a Műegyetem I. sz. Vízépítéstani, későbbi nevén Vízgazdálkodási Tanszék oktatója, laboratóriumi kutatómérnöke, egyetemi adjunktus, majd az önálló Vízellátás-csatornázás Tanszék docense, 1994–1997-ben vezetője. 1991–1997 között a BME Építőmérnöki Kar dékánhelyettese. Erre az időszakra esett a kreditrendszerű építőmérnöki egyetemi oktatás megszervezése, melynek során a vizes képzés átalakításában jelentős szerepe volt.

Nyugdíjazása után az Építőmérnöki Kar tudományos tanácsadója és továbbra is a tanszék oktatója. Az arany- és gyémántokleveles mérnök értékes mérnöki tevékenységét a BME szenátusa 2019-ben vasdiploma adományozásával ismerte el.

Főbb oktatási és kutatási területei hosszú szakmai pályafutása során a vízellátás, csatornázás, hidraulika, víztisztítás-technológia, környezetvédelem, talajvízszint-süllyesztés, vízminőség-védelem.

Kiemelkedő kutatási eredményeket ért el a frissvíz-hűtésű erőművek környezeti hatásainak feltárásával, a folyóbeli szennyezés komplex folyamatainak meghatározásával. Munkássága a Paksi Atomerőmű és a vízi környezet összehangolását, környezetfejlesztését szolgálta. Ezzel kapcsolatos kutatási munkáját az MTA nivódíjjal ismerte el. Sokat tett a vízellátás-csatornázás önálló szakterületének megteremtéséért és fejlesztéséért. Szakmai, oktatási és társadalmi tevékenységéért számos elismerést, kitüntetést kapott: a BME Építőmérnöki Kar és az Oktatás Kiváló Dolgozója, Kiváló Oktatója cím, a Magyar Hidrológiai Társaság Vásárhelyi Pál-émlék-lap (1961), dr. Schafarzik Ferenc-émlékrem (2002) Pro Aqua emlékérem (1994).

Szakirodalmi munkáit több mint 100 kutatási jelentés, szakvélemény és mintegy 150 szakcikk jelzi. 10 egyetemi és főiskolai jegyzetet írt. Kiemelkedő szakirodalmi tevékenységének kimagasló eredménye „A folyók hőszennyezésének folyamatai”. „A hőszennyezés jellegzetes fizikai folyamatai hazai nagy folyóinkon, és a hőszennyezés fizikai és vízbiológiai folyamatainak kapcsolatáról” című cikksorozata a Hidrológiai Közöny 1980/8. és 9. számában, valamint az 1981/1. számában megjelent összefoglaló anyaga, mely az az évi Vitális Sándor Szakirodalmi Nivódíjat is megkapta.

Szakmai kutatási-fejlesztési tevékenységének egyik legjelentősebb területe a Paksi Atomerőműhöz, az erőmű és a Duna, valamint tágabb térségének vízgazdálkodási, vízi környezetvédelmi minőségének javításához kapcsolódik. Ezen munkái miatt ítélték meg részére – az elsők között – a Paksi Atomerőmű által az erőmű biztonságos üzemeltethetősége, a kitzűzött stratégiai célok megvalósítása, a társadalmi kapcsolatok fejlesztése érdekében végzett tevékenységek elismerésére 2000-ben alapított Héliosz-díjat. Az indoklásban külön is kiemelték az erőmű tervezésének első időszakától kezdve folyamatosan nyújtott szakmai segítséget a paksi erőmű és a környezetvédelem összehangolásának megalapozásánál és kapcsolódó környezetfejlesztéseknél.

*Raum László*

Hogyan kerülhetjük el a hibákat?

# A pontfelhők készítésének és alkalmazásának helyes gyakorlatáról

A pontfelhőt alkotó technikák robbanásszerű fejlődésének és terjedésének lehetünk tanúi napjainkban. Pontfelhőket állíthatunk elő többek között fényképekből, fotogrammetriai eljárással, statikus vagy mozgó platformra szerelt lézerszkennerekkel. A módszerek és eszközök tárháza igen széles. Árukat tekintve a spektrum egyik végén a néhány százezer forint értékű okostelefonok, másik végén a sok tíz-, esetenként százmillió forint értékű mobil térképező rendszerek és légi lézerszkennerek állnak.

**Takács Bence, Lovas Tamás**  
- BME Építőmérnöki Kar

A pontfelhőt alkotó technikák egyik közös tulajdonsága, hogy a teljes felmért felületről gyorsan, nagyon látványos terméket készíthetünk. Sok éve pontfelhőkkel foglalkozó tapasztalt szakemberek is rendszeresen rácsodálkoznak, hogy egy-egy pontfelhő mennyire látványosan adja vissza a felmért létesítményt, annak apró részleteit is. Ugyanakkor egy rosszul definiált feladat, a nem hozzáértő kezekbe kerülő eszköz, nem jól vagy egyáltalán nem dokumentált termék pont az ellenkező hatást válthatja ki. Nem véletlen, hogy a megrendelők egy része hallani sem akar pontfelhőkről.

## Pontfelhőt alkotó

A pontfelhő diszkrét pontokból áll és jellemzően olyan pontsűrűség érhető el, mely számos, korábban elképzelhetetlen mérnöki alkalmazást tesz lehetővé. A pontfelhő pontjainak lehetnek további tulajdonságai, többek között, szín, intenzitás, további feldolgozás után akár felülettől való eltérés vagy osztály (pl. talaj, növényzet, épület stb.). A pontfelhő alatt nagy mennyiségű, jellemzően milliós vagy milliárdos nagyságrendű pont halmazát értjük.

Pontfelhőt számos technológiával állíthatunk elő. Az egyik legelterjedtebb eszköz a földi lézerszkennelés, angol elnevezése alapján gyakran a magyar nyelvben is TLS (Terrestrial Laser Scanning) rövidítéssel illetjük. A műszer lézer impulzusokat bocsát

ki, méri a lézer térbeli irányát, valamint a szkennerek és a mért pont közti távolságot a visszavert jel futási ideje vagy a kibocsátott és beérkezett jelek fáziskülönbsége vagy a két távmérési technológia ötvözése alapján. A mért adatokból a feldolgozás során térbeli derékszögű koordinátákat számítunk, a műszer távmérési hatótávolságán belül eső pontokra, kivéve a szkennerek alatti takarásban lévő 1-2 m sugarú kört (ami viszont a szomszédos álláspontokból felmérésre kerül). Egy gyorsan forgó tükörrendszer és a forgó szkennerek fejezet segítségével másodpercenként adott felbontás mellett akár több, mint egymillió pont mérése is lehetséges. Léteznek a mérőállomások és földi lézerszkennerek hibrid változatai is, amelyek egyaránt használhatók mérőállomásként és lézerszkennerként is. Földi lézerszkennelés esetén a műszert általában állványra helyezzük. Lézerszkennereket mozgó platformra is szerelhetünk, ebben az esetben jellemzően profilszkennereket alkalmazunk. Földi járműre szerelt szenzorrendszer a mobil térképező rendszerek alapja. A drónok fejlődésének, valamint a szkennerek méretének és tömegének csökkenése következtében egyre inkább terjednek a drónlézerszkennerek, melyekkel kis magasságból gyűjthetők nagy sűrűségű pontfelhők. Legelőször a légi lézerszkennelés indult fejlődésnek, ezzel megalapozva a pontfelhő alkalmazások fejlődési irányait; a legelső pontfelhő szegmentáló és osztályozó algoritmusokat, sőt, az első egységes pontfel-

hő (az angol LASer elnevezés alapján LAS) formátumot is a légi lézerszkennelésnek köszönhetjük. A légi lézerszkennelés fejlődése töretlen, egyre nagyobb területi lefedettség mellett szolgáltatnak egyre sűrűbb pontfelhőket, a multispektrális lézerszkennelés is az ALS rendszerekben jelent meg először. Sok esetben, például beltérben vagy nehezen járható terepen, hordozható szkennerek alkalmazása szükséges, itt három irányba terjedt el: hátizsákos, kézzel tolható kocsis és kézben hordozható eszközök. Ezek a rendszerek jellemzően egy vagy több profilszkennert és kamerákat alkalmaznak, az inerciális mérőberendezések, valamint az egyidejű helymeghatározó és térképező algoritmusok fejlődésével mérnöki alkalmazásokat kiszolgáló pontosságát biztosítanak. A pontfelhők előállításának másik igen elterjedt módszere a fotogrammetria. A felméréndő tárgyról, épített vagy természetes objektumról, felületről különböző nézőpontokból számos, egymással átfedő képet készítenek, majd a jelentősen automatizált feldolgozás során, a több képen azonosított közös pontokból állítható vissza a képpontok 3D-s koordinátája. A mérnöki alkalmazásokhoz jellemzően sűrű pontfelhő szükséges, a feldolgozás következő lépéseként a tájékozott képek alapján végezzük el a pontfelhősűrítést. Általános tévhit, hogy a teljes folyamat automatizálható. A magas minőségű fotogrammetriai alapú pontfelhő előállításához nagy szakértelem kell, akár az adatgyűjtést, akár az adatfeldolgozást, akár a mo-



1. ábra: Drón-fotogrammetriai felméréssel készített pontfelhő, kamerapozíciókkal és -irányokkal

dellezést illetően. A fényképeket ma már készíthetjük akár jó kamerával rendelkező okostelefonnal, fényképezőgéppel vagy nagyon gyakran pilóta nélküli légi jármű kamerájával.

Hagyományos geodéziai méréssel reménytelen olyan részletes felmérést végezni, mint pontfelhőt előállító technikákkal. A terepi felmérés jellemzően a hagyományos módszerekhez viszonyítva gyorsabb, rövidebb ideig kell biztosítani a műszer és felmért terület közti zavaratlan összelátást, mások tevékenységeit (pl. kivitelezési helyszínen) vagy bűnügyi helyszínelés során kevésbé zavarják. De további előnyként említhető, hogy a mérések legtöbbször elvégezhetőek úgy, hogy a felmérést végző személyeknek nem kell a mérendő pontokhoz odamennie, azokra valamilyen eszközt (prizmát, szintezőlcet) odatennie. A pontfelhők több különböző célból is kiértékelhetők, akár a felméréshez képest jóval később is. Például egy építési hiba következtében később jelentkező kár szakértésekor elővehető a már eltakart szerkezetéről készített pontfelhő és a kár szempontjából releváns szempontok alapján kiértékelhető. Ugyanakkor a részletgazdag, látványos termékek hibás alkalmazása komoly kockázatokkal is jár.

## Geometriai alapok

A helyes gyakorlat egyik, talán legfontosabb kérdése a helyes geometriai alapok megteremtése. Ebben semmi újdonság nincs, klasszikus geodéziai módszerek alkalmazása esetén is akkor van geometriai rend egy beruházáson, ha a tervezést meg-

előző geodéziai felméréstől kezdve, a kivitelezésen át, az üzemeltetésig egymással összhangban lévő alapponthálózatokról dolgozunk. Ehhez célszerű a tervezést megelőző felmérés során az alappontokat úgy megjelölni, hogy azok a kivitelezés során is végig megmaradjanak. A felmérés, a kivitelezés, az üzemeltetés kis mértékben eltérő pontosságú és rendeltetésű alapponthálózatot igényel, de a helyes gyakorlat szerint a különböző alapponthálózatok egymással kapcsolatban és összhangban vannak. Így biztosítható többek között a tervezés és a kivitelezés geometriai összhangja. Ez ma egyre ritkábban teljesül. A közelmúlt több presztízsbetűzését is említhetjük példának, amelyek egységes geodéziai alapponthálózat hiányában valósultak meg. Érthetetlen, hogy miért. Az egységes geodéziai alapponthálózatot egyszer, az elején kell gondosan megtervezni és létrehozni, menet közben pedig rendszeresen ellenőrizni, karbantartani. Ehelyett ahány kivitelező, annyi alapponthálózat létesül, egymásnak feszülő geometriai ellentmondásokkal. Rengeteg problémát és összességében jelentős többletköltségeket generálva, nem beszélve az ebből fakadó geometriai hibákról. Nem véletlen, hogy a Geodéziai és Geoinformatikai Tagozat a FAP keretében 2018-ben készített egy segédletet *Mérnök-geodéziában alkalmazott alapponthálózatok* címmel, amelyben mintapéldákon keresztül mutattuk be a jó gyakorlatot.

A több különböző álláspontból vagy különböző időpontokban készült pontfelhőket a felhasználás előtt azonos re-

ferenciarendszerbe kell transzformálni, célszerűen a kivitelezéshez használt geodéziai alappontok koordináta-rendszerébe. A legpontosabb módszert a pontfelhők egyesítéséhez a jelölt kapcsolópontok és illesztőpontok alkalmazása biztosítja. Ezek megfelelő számban és térbeli elrendezésben történő alkalmazásával a felmért terület és környezet jellemzőitől függetlenül biztosítják a különböző álláspontokból rögzített pontfelhők összekapcsolását és geodéziai koordináta-rendszerbe illesztését. Megfelelő körülmények között, kellően változatos környezet mellett a lézerszenzorok és a pontfelhő kezelő szoftverek is képesek a pontfelhőt a pontfelhőhöz illeszteni a két pontfelhő automatikusan felismert azonos pontjai alapján. A felhő-felhő illesztési algoritmusok jellemzően az iteratív legközelebbi pontok (ICP) módszert alkalmazzák. Azonban a teljesen automatizált megoldások esetén, elsősorban az emberi hibák következtében könnyen hibás állományokat kaphatunk, melyek a képernyőn szemlélve „jónak” tűnhetnek. Ezért a munkaterület jellemző pontjain és egyenletes eloszlásban felvett ellenőrző és illesztőpontok használata ajánlott. A pontfelhők egymáshoz illesztése óhatatlanul geometriai torzulásokkal jár, amelyek jellemzően kedvezőtlenül halmozódnak. Hiába illeszkednek egymáshoz jól a szomszédos pontfelhők, a nagy számú azonos pont miatt akár extrém alacsony mérőszámokkal jellemezhető pontossággal, az egymással kapcsolatban nem álló pontfelhők között jelentős geometriai ellentmondások lehetnek. A jelenség elkerülhető, ha az álláspontként egymáshoz illesztett pontfelhőket homogén pontosságú, egységes geodéziai alapponthálózatról bemért illesztőpontok alapján transzformáljuk a létesítmény geometriai rendszerébe.

A helyes geometriai alapok másik fontos kérdése a vonatkoztatási rendszer helyes megválasztása. Örvendetes, hogy egyre többen ismerik fel az országosan egységes koordináta-rendszer használatának előnyeit, pl. vízszintes értelemben az Egységes Országos Vetület (EOV) definiálta koordináta-rendszert. A vonatkoztatási rendszerek a természetben nem léteznek, megvalósításuk ismert koordinátájú és magasságú alappontokkal történik, amelyek alapponthálózatot alkotnak. Ezek lehetnek országosan egységes hálózatok, vízszintes értelemben az Egységes

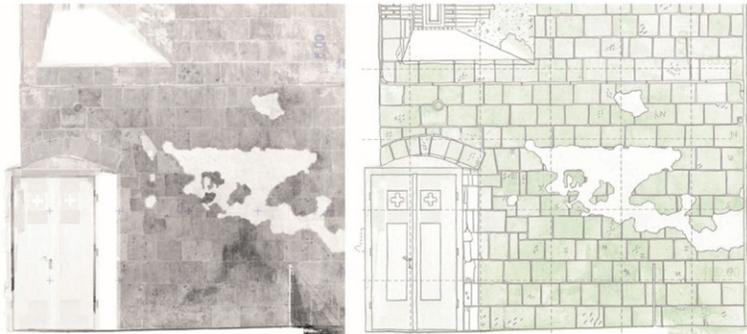
Országos Vízsíntes Alapponthálózat (EO-VA), magassági értelemben az Egységes Országos Magassági Alapponthálózat. Ma már léteznek korszerű, háromdimenziós alapponthálózatok is, pl. az Integrált Geodéziai Alapponthálózat, vagy az aktív GNSS (Global Navigation Satellite Systems) állomások alkotta GNSS-hálózatok.

A helyes mérnöki gyakorlat megkívánja a vetületi hossztorzulástól mentes és az országos alapponthálózatoknál jóval pontosabb alapponthálózatok, a továbbiakban építési hálózatok létesítést, alkalmazását. Az építési hálózatok elvárt pontossága több tényezőtől is függ, a gyakorlatban nem ritka, hogy az elvárt pontosság 100 m-en néhány mm. Ezt a pontosságot jó minőségű, rendszeresen kalibrált geodéziai műszerekkel mért és megfelelően feldolgozott mérésekkel lehet biztosítani. Ha a mérnöki létesítményeink építését, kitérését csak az országosan egységes alapponthálózatok pontjai alapján végeznénk, akkor a szerkezeti elemeink méretét a vetületi hossztorzulás értékével felszorozva kapnánk. Nem beszélve az országos alapponthálózatok pontjait terhelő kerethibákról, amelyek a szerkezeti elemek méreteiben a hibaterjedés következtében megengedhetetlen geometriai ellentmondásokat okozhatnak. Hasonló vagy még jelentősebb geometriai torzulásokat okoz, ha az illesztőpontokat kizárólag RTK (Real-time Kinematic) GNSS-mérésekkel mérjük meg. Az építési hálózatok és az országosan egységes alapponthálózatok közötti kapcsolat megteremtése szükséges. Általános gyakorlat, hogy a mérnöki létesítményeket országos alappontokról végzett kitéréssel helyezzük el, a szerkezeti elemeik kitérését, geometriai ellenőrzését pedig az építési hálózatról végezzük.

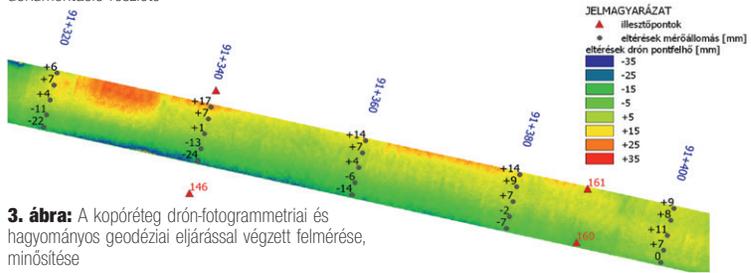
A pontfelhőket általában az építési hálózat rendszerébe kell illeszteni, vagyis az illesztőpontokat az építési hálózatra támaszkodva kell geodéziai módszerekkel és pontossággal meghatározni.

### Pontosság

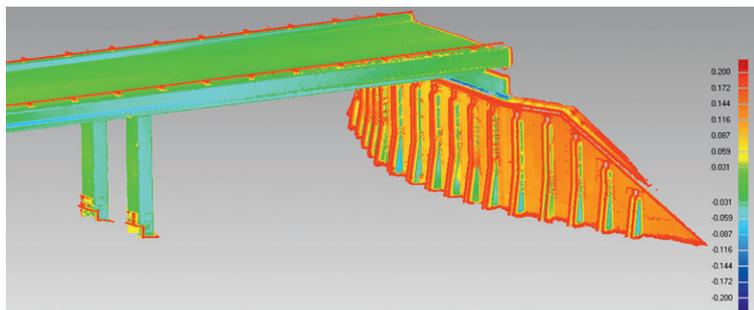
A geodéziai módszerekkel végzett mérések pontosságának ellenőrzése egyidős a szakmával. Példaként említhetnénk az odavissza függetlenül mért szintezési vonalakat, amelynek kezdő és végpontja is ismert magassági alappont. A mérések ellenőrzése a nagy tömegű, automatizált mérések, így a pontfelhőt alkotó technikák esetén is különösen fontos. A pontfelhők egymáshoz



2. ábra: Pontfelhőből levezetett, torzulásmentes falnézet ortofotó örkeresztekkel, és ebből készített építészeti dokumentáció részlete



3. ábra: A kopórég drón-fotogrammetriai és hagyományos geodéziai eljárással végzett felmérése, minősítése



4. ábra: Földi lézerszkenneléssel előállított pontfelhő, és eltérése a kiviteli tervben szereplő 3D modellől

és a vonatkoztatási rendszerbe történő illesztésének maradék ellentmondásait minden esetben meg kell határozni és megfelelő háttérismeretek birtokában értékelni szükséges. Sajnos a műszerek és a szoftverek egyre inkább abba az irányba „fejlődnek”, hogy a pontossági mérőszámokat elrejtik a felhasználó elől, illetve a felhasználónak egyre kevésbé van lehetősége az illesztés és a transzformáció folyamataiba beleavatkozni. Terjednek az egygombos műszerek, amelyek automatikusan illesztik a pontfelhőket egymáshoz, a felhasználó a mérés végén lényegében egy-két

pontossági mérőszám alapján döntheti el a kapott termék helyességét. Ilyen esetekben a vizuális ellenőrzés mellett közvetett módon is ellenőrizni szükséges a pontfelhő minőség (hossz- és keresztmetszetek felvételével, értékelésével és összehasonlításával, különleges, komplex geometriával rendelkező területeken eltérések mérésével). Az alkalmazott szoftverek algoritmusai nincsenek kellően dokumentálva, így a felhasználó alig rendelkezik ismeretekkel a háttérben zajló számításokról. A nagy tömegű adatnak köszönhetően a számítások reprodukálása a felhasználók több-

sége számára reménytelen. Ezzel egyre inkább együtt kell élnünk, emiatt is rendkívül fontos a kapott eredmények független ellenőrzése, minősítése. Ennek kézenfekvő módszere a pontfelhő egyes pontjainak mintavételes ellenőrzése hagyományos geodéziai módszerrel, az illesztőpontok mellett dedikált ellenőrzőpontok kijelölése. Hasonlóan a tahimetriával vagy RTK GNSS-technikával mért részletpontok ellenőrzéséhez, amit jogszabályi előírások is megkövetelnek.

### Modellezés, kiértékelés

Ma egyre több cég rendelkezik már pontfelhők létrehozására képes technikákkal. A mai műszerekre jellemző, hogy rövid idő alatt nagy mennyiségű adat gyűjthető. Ugyanakkor a felmérés eredményeként előálló nyers pontfelhő önmagában általában nem elegendő. A legtöbbször követett gyakorlat szerint a pontfelhőket a felesleges pontoktól megtisztítják, ALS és MMS állományok esetében a pontfelhő pontjait jellemzően osztályozzák, majd háromdimenziós modellt építenek. A folyamat, különösen a modellezés időigényes, megfelelő hardver és szoftver eszközöket, szakértelmet, tapasztalatot és a feladatok nagyon pontos megfogalmazását igényli. Az élőmunka kiváltására és a hatékonyság növelése érdekében a feldolgozás automatizálására törekszünk, várhatóan éveken belül a mesterséges intelligencia legkorszerűbb módszereire hagyatkozva.

### Dokumentálás

Pontfelhőkből számos értéknövelt termék állítható elő, és ahogy a legtöbb műszaki alkotás esetén, nem elegendő pusztán a terméket átadni a megrendelőnek. Kell, hogy tartozzon hozzá megfelelő tartalmú és részletességű műszaki dokumentáció. A műszaki dokumentáció tartalma többek között ki kell terjedjen az adatgyűjtés módszerének rövid ismertetésére, az alkalmazott eszközök és műszerek megnevezésére, lehetőség szerint kalibrációs jegyzőkönyveire, a felhasznált alappontokra, az alkalmazott vonatkoztatási rendszerre, a pontossági mérőszámokra, a pontosság ellenőrzésére végzett független mérések eredményeire, a felmérést végző cég adataira, a minőséget tanúsító személy elérhetőségére, ehhez szükséges tervezői jogosultságára és a felhasználás során figyelembe veendő speciális körülményekre, korlátokra.

### Alkalmazás

A drónlézerszkennelés a terepfelmérés egyik meghatározó technikájává kezd válni, köszönhetően annak, hogy a mérés nagyon gyorsan végrehajtható és a felvételezés poláris geometriájának köszönhetően növényzettel borított területen is kellő mennyiségű tereppont gyűjthető. Egyre több a kedvező tapasztalat, hogy a technológia olyan terepen is sikeres, ahol a hagyományos geodéziai technikák csak rendkívül sok emberi munkával alkalmazhatók, elsősorban a sűrű növényzet miatt. A drónlézerszkennelés alkalmazásának kulcskérdése, hogy vajon a visszaverődés tényleg a terepről történik, ha ez a modelltől nem állapítható meg és az előállítandó terepmodell pontossági igényei megkövetelik, a pontfelhő hagyományos geodéziai méréssel végzett ellenőrzése elengedhetetlen.

A drón fotogrammetriai eljárás hatékonyan alkalmazható földtömeg felmérés, bányák felmérése vagy akár épületek külső felmérése esetén. Újabb alkalmazások utak felmérésére is, akár a tervezést megelőző felmérésre, akár az építés közbeni ellenőrző mérésekre. Az eddigi tapasztalatok alapján alacsony repülési magasság, döntött kameratengely, az útpálya mindkét oldalán, sűrűn (pl. 50 méterenként) felvett és mm pontosan bemért illesztőpontok, illetve további szabályok betartása mellett a pontfelhő alapján előállított felületmodell lényegében kielégíti a hagyományos geodéziai részletmérési módszerekkel szemben támasztott pontossági követelményeket, ugyanakkor lényegesen részletesebb felmérést tesz lehetővé. Vannak még megoldandó problémák, amelyek elsősorban a távolról sem ideális körülményekből fakadnak, pl. kedvezőtlen fényviszonyok, textúra. Mindezek ellenére kimutathatók a burkolatok keresztszelvények közötti vagy geodéziai minősítési pontok közötti torzulásai, hibái, pl. a nyomvályúk, kátyúk.

Forgalmas utak geodéziai felmérése nagyon sok nehézséggel jár. A forgalom korlátozására ritkán adódik lehetőség, forgalom mellett pedig nagyon veszélyes. Egyre inkább a mobil térképező rendszerrel végzett felmérés jelenti a megoldást. A lézerszkennerek helyét és tájékozását GNSS-vevők és inerciális navigációs rendszerek fúziójával létrejövő komplex lokalizációs rendszerek biztosítják. De hiába a legkorszerűbb szenzorok és feldolgozási módszerek, gondosan bemért illesztőpontok hiányá-

ban a pontfelhő jellemzően „csak” üzemeltetési feladatokhoz nyújt kellő pontosságú geometriai alapot. A tervezéshez, minősítéshez szükséges pontosság eléréséhez a pontfelhők sűrűn felvett és mm-nagyságrendű pontossággal bemért illesztőpontok alapján végzett újrafeldolgozása szükséges, amely igen sok manuális munkával jár. És természetesen a végtermék független, hagyományos geodéziai méréssel végzett ellenőrzése, minősítése ebben az esetben sem nélkülözhető.

A pontfelhőt alkotó technikákat több szakterület is használhatja. Hasonlóan a hagyományos geodéziai műszerekhez, nem életszerű, hogy ezeket az eszközöket kizárólag csak földmérő szakképzettséggel rendelkezők alkalmazzák. Arra azonban nyomatékosan felhívjuk a figyelmet, hogy az eszközök és technológiák használata a földmérési és térképészeti tevékenységről szóló törvényben és egyéb vonatkozó jogszabályokban nevesített geodéziai feladatoknál szakképzettséghez és geodéziai tervezői/szakértői jogosultsághoz kötött tevékenység. A geodéziai mérőeszközök és a szoftverek zöme egyre inkább abba az irányba halad, hogy a felhasználó minél kevesebb ismerettel, gyorsan elsajátíthassa a használatát, „csak egy gombot kell megnyomni”. A szükséges szakmai ismeretek és a gyakorlat hiányában, a megfelelő minőség-ellenőrzés nélkül szarvashibákat követhetnek el a vállalkozók, ha az „ezt dobta a gép” felkiáltással vizsgálat nélkül küldik tovább a megrendelőnek az eredményt. A megfelelő minőségű ellenőrzés elvégzéséhez olyan szakmai ismeretek szükségesek, mint például vetülettan, hibaelmélet, hibaterjedés, kiegyenlítő számítások stb. Ezt erősíti a kormány 327/2015. (XI. 10.) rendelete az egyéb célú földmérési és térképészeti tevékenységgel összefüggő szakmagyakorlás részletes szabályairól. A rendelet 3. §-a felsorolja, mely geodéziai tevékenységek tartoznak a hatálya alá. Többek között geodéziai tervezői jogosultságot igényel az építménytervezés célját szolgáló tervezési alaptérképek készítése, az építmények megvalósításának geodéziai irányítása és ellenőrzése, a megvalósult állapot geodéziai műszaki dokumentációjának elkészítése, függetlenül attól, hogy mindezek milyen technológia alkalmazásával valósulnak meg. Azaz a pontfelhő-technológiák alkalmazása is geodéziai tervezői jogosultságot igényel a feladatok végzésénél.

Pontosan kiknek a kamarája vagyunk?

# A mérnökök társadalmi elismertsége II.

A szakma szabályozása garantálja azt a minőséget, innovációt és fenntarthatóságot, amit a társadalom és az ügyfelek tőlünk, mérnököktől igényelnek.



**Dr. Hajtó Ödön**  
alapító elnök

Az alapítók Hajtó Ödön köré csoportosult fele azt képviselte, hogy azoknak a mérnököknek a hivatásrendi köztestületei legyenek, akik – akár vállalkozóként, akár alkalmazottként – az épített környezet létesítésében, alakításában, védelmében műszaki szellemi szolgáltatást nyújtanak. Ez megegyezett a nyugati kamarák nemzetközi gyakorlatával, melyek a tanácsadó mérnökről (consulting engineer, Ingenieurkonzulent) szólnak. Akkor ez Magyarországon a mintegy 200 ezer felsőfokú végzettségű diplomás mérnök 10%-át érinthette, akikre a kötelező kamarai tagság és jogosultság megszerzése vonatkozott. A másik véleményt az alapítók dr. Kováts Gábor – akkor az MMK egyik első alelnöke – köré csoportosult fele képviselte, szerintük csak akkor fog a mérnökök közérzete, társadalmi elismertsége, anyagi helyzete javulni, ha a kamara képes lesz minden okleveles mérnök érdekét érvényesíteni. Nem lenne előnyös, ha a tervező és a szakértő mérnökök „elit” kamarájává válnánk. Ennek a fel fogásnak is nyilván voltak (vagy vannak is) hívei, hiszen 2001-ben dr. Kováts Gábort az MMK elnökévé választották.

## Békés dialógusban

A kétféle vélemény között soha nem volt meg nem értés, egyik fél sem követelte magának a mindentudás látszatát, békés dialógusban működtünk együtt, lehetőségeink irányt szabtak cselekedeteinknek. Mindkét véleménynek volt és van nemzetközi háttere is. Az előbbinek a FIDIC, a Tanácsadó Mérnökök Nemzetközi Szö-

vetsége, az utóbbinak a FEANI, a Nemzeti Mérnökszervezetek Európai Szövetsége (lásd A mérnöki hivatásért című könyvem 154–158. oldalán). Az 1996. évi törvényünkben sajnos hiányzik annak pontosabb deklarálása, hogy egy építési projekt tervezése és megvalósítása során melyek a „szabályozott szakmai szellemi tevékenységek”. Ha egyszer az építési törvény módosításra kerül, annak mellékletében szükség volna ennek felsorolására. Kiindulhatunk az eddigiekből: a 266/2013. Kormányrendelet 171 ilyen tételt tartalmaz, az MMK 220-féle jogosultságot ad ki a tárgyban, a FIDIC 25 csoportban tartalmazza a tárgyi témát. A 2008-ban 8 kötetben kiadott magyar MÉDI (mérnöki díjszabás) még be is árazza az egyes szolgáltatásokért járó díjazást, megadja azok tartalmi követelményeit.

## A Magyar Mérnöki Kamara alapítása

1996 novemberében megalakult 19 területi, megyei (ma már vármegyei) mérnöki kamara, mindegyik önálló entitásként, köztestületi jogokkal és kötelezettséggel az országos kamara alapítására. Az időpont behatárolt volt: a kamarai törvény úgy adta meg korábbi Mérnök Egyletünk részére a szervezés jogát vagy inkább feladatát, ha vállaljuk saját költségünkre, hogy a törvény életbe lépésétől számított 180 napon belül eljutunk az országos kamara alapításának végére. Határidőnk volt, azon belül, még 1996. december 7-én és 8-án összeült az említett kamarák 19 elnöke – második sorokban az alelnökökkel –, hogy mint az országos Magyar Mérnöki Kamara alapító tagjai előkészítsék annak az 1997. január 11-re tervezett alakuló közgyűlését. Én mint a Budapesti és Pest Megyei Kamara elnöke vettem részt az ülésen. Ebből az összejövetelből levonható tanulság az, hogy

19 fő kétnapos tanácskozása alkalmas egy közös vélemény kiérlelésére. Itt mindenki szót kapott, ahányszor csak akart, mindenki megismerhette a másik véleményét, amíg eljutottunk a közös, egyhangú véleményhez. Egy 200-300 fős közgyűlésen ez a hatékonyság nem lehetséges. Törvény szerint a 19 már megalakult kamara elnökei is elegendő lettek volna az országos kamara megalapítására, de mi az ünneplésszerűség igényével 200-300 fős küldöttközgyűlés mellett döntöttünk. Az előbbi hatékonyabbnak, az utóbbi demokratikusabbnak tűnt.

A BME dísztermében az alakuló közgyűlésen elsőként dr. Bíró Péter rektor köszöntötte a küldötteket. (Nem tudom megállni, hogy itt el ne mondjam: Bíró Péter rektortól a szombati napra ingyen kaptuk meg a fűtött dísztermet.) Másodikként dr. Baja Ferenc környezetvédelmi és területfejlesztési miniszter mondott üdvözlő beszédet, abból idézem: „...régii tartozását törleszti a magyar társadalom a mérnökök felé azzal, hogy megadja e széles körű szakmacsoport számára a lehetőséget az öngazgatásra. [...] Az új köztestület lehetősége és felelőssége is óriási, amikor saját belső értékrendje szerint minősít és szelektál.”

2004-ben, az Európai Unióba való felvételünk idején meg kellett vizsgálnunk, megfelelünk-e az európai jogrendnek. A 89/48. számú direktíva 1. cikk d) bekezdése arról szól, hogy szakmai szellemi szolgáltató tevékenységünk csak akkor lehet szabályozott tevékenység, ha azt „egy olyan szövetség vagy szervezet (esetünkben kamara) tagjai gyakorolják, amelynek célja az érintett foglalkozás színvonalának fejlesztése és megőrzése, [...] biztosítja, hogy tagjai az általa megállapított szakmai magatartási szabályokat betartják”. Ennek lényege röviden, hogy a szakmai szabályokat is mi állapítjuk meg, amelyeknek

Az nem járható, hogy a természeti környezetet úgy akarjuk megvédeni, hogy még többet építünk.”

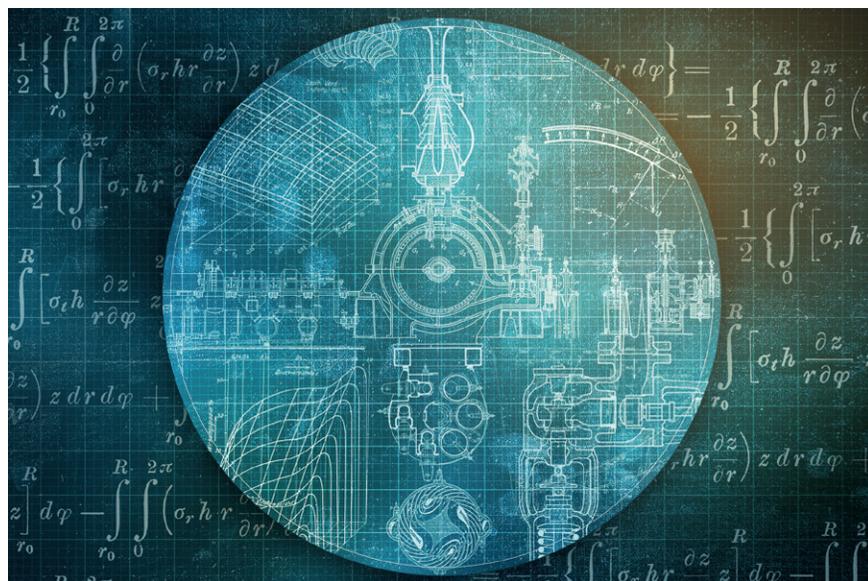
a betartását is mi ellenőrizzük. Később ez kiegészült, miszerint a szabályozott tevékenységnek közérdekűnek is kell lennie, azt indokolni szükséges.

Egy héttel később, 1997. január 11-én, hétfőn délután – ugyancsak a BME dísztermében – megalakult a Magyar Építész Kamara is. Két, egyformán esélyes elnökjelölt volt: Callmeyer Ferenc és Polonyi Károly. Mindkettőjünkkel jó barátságban voltam, így izgalom nélkül vártam az első sorban, ki lesz a győztes. Callmeyer Ferenc lett az.

Külön meg kell emlékezniem itt a nemrég elhunyt dr. Scharle Péter kollégánkról, aki a levezető elnök volt, itt és a későbbi közgyűléseken is. Nagyon jól kézben tartotta az üléseket. A hozzászólást kérőknek egy kis cédulán írásban előre be kellett jelentkezniük, akiket a téma szerint csoportosítva egymás után hívott ki, és azután egyben kapták meg a választ. Így rövid idő alatt sokan kaptak szót.

### Az alapszabály

A területi mérnöki kamara köztestületek saját hatáskörben alkothatják meg az alapszabályukat, továbbá mint alapítók és az országos kamara tagjai, az országos kamara alapszabályát is ők, a 19-ek állapítják meg. Akár a vármegyei kamarák, akár az országos kamara ügyvezető elnökének megválasztását a legjobb nemzetközi gyakorlathoz javasolnám igazítani. A négyéves időtartamra választott elnököt egy évvel a hivatalba lépése előtt kell megválasztani, hogy ideje legyen felkészülni, a folyamatban lévő munkáit elrendezni. Ez alatt az egy év alatt a vezetőségi üléseken meghívottként már részt vehet. Hasonlóképpen a négyéves ciklusa lejáratát után egy évig még vállalnia kell, hogy részt vesz a vezetőségi üléseken, amivel a folyamatosságot biztosítja.



A tisztségviselők megválasztásának másik jó nemzetközi gyakorlata szerint az elnököt és egyetlen alelnököt (tehát a két személyt) együtt kell megválasztani. Nekik párban is kell a tisztségre pályázniuk. A legrosszabb eredményre vezet, ha ez a két személy nincs már régebről is egymással bizalmi kapcsolatban. Saját tapasztalatból mondom, hogy amikor engem 1996 novemberében a Budapesti és Pest Megyei Mérnöki Kamara elnökévé választottak, felálltam és megköszöntem a bizalmat, és előterjesztettem egy kérést: az alelnökjelöltek egyikével sem tudnék hatékonyan dolgozni, ezért csak akkor vállalom az elnökséget, ha Andor Béla (aki nem is szerepelt a jelöltek között) lesz az alelnököm. Következett egy szavazás, hogy Andor Bélát a tagság felveszi-e az alelnökjelöltek listájára? Felkerült a listára és meg is választották.

Az elnökségi tagokat pedig feladatra lehetne választani. Az elnökség tagozatokért felelős tagja, az elnökség gazdálkodásért felelős tagja, az elnökség nemzetközi kapcsolatokért felelős tagja, az elnökség továbbképzésért felelős tagja és így tovább, ahány kell. A tisztségviselők nagy száma rontja azt a hatékonyságot, amit megcéloztunk.

### Bioszféra – vice versa – technoszféra

Ebben a cikkben a mérnökök társadalmi elismertségének igényéből indultam ki. Jobban kommunikálnunk kell azt, hogy csak a szükséges képesítési szintre, szakmai magatartásra és folyamatos szakmai fejlődésre vonatkozó szakmai előírások biztosíthatják, hogy a technoszféra alakítása során a mérnökök olyan szolgáltatások nyújtsanak, amelyek garantálhatják infrastruktúránk és épített környezetünk biztonságát. Az nem járható, hogy a természeti környezetet úgy akarjuk megvédeni, hogy még többet építünk.

Hozzá merünk-e szólni, napirendre merjük-e venni az olyan összemzeti kérdéseket, amelyekben a hatalmon lévők és az ellenzékiek ellentétes véleményen vannak? Vagy az összefonódott politikai és gazdasági hatalom más véleményen van? Hozzá merünk-e szólni a klímaváltozás kérdéséhez?

Ez utóbbihoz máris megteszem az első hozzászólást: bolygónk klímáját nem lehet a newtoni fizika törvényei szerint megítélni, arra a kvantummechanikából ismert Heisenberg-féle határozatlansági reláció vonatkozik.

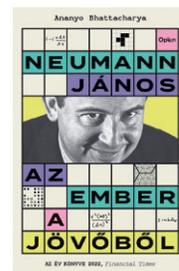
## Neumann János – Az ember a jövőből

Az Open Books Kiadó jelentette meg a *Neumann János – Az ember a jövőből* című életrajzi kötetet, Kepes János fordításában, Dömölki Bálint és Simonovits András szakmai lektorálásával. A szerző, Ananyo Bhattacharya fizikus és tudományos író a 120 éve született magyar zseni pályáján kalauzolja végig az olvasót, alaposan elmélyedve Neumann egyes kutatási területeinek lenyűgöző részleteiben, ám azok számára is megannyi izgalmat tartogatva, akik egyszerűen egy kivételes eme életútját, karakterét, dilemmáit és gondolkodását szeretnék megismerni. Neumann zsenialitása abban állt,

hogy képes volt szintetizálni kora elméleti tudását a kvantumfizikától és magfizikától a játékelméletig és a számítógépig.

Az információs korszak talán el sem kezdődött volna, valószínűleg nem használnánk mobiltelefonokat és internetet, nem volnának atomerőművek, önműködő automaták és számítógép vezérelt rendszerek, ha nem születik meg 1903-ban Budapesten egy zseni. A nemzetközi porondra lépő magyar tudós nem pusztán a matematikában, de annak gyakorlati alkalmazásában is számos területen lenyűgözőt alkotott. Miután részt vett az Amerikai Egyesült Államok híres-hírhedt Manhattan-tervében, a játékelmélet alapjainak lefektetésével örökre

átírta a közgazdaságtan, a politikatudomány, a pszichológia, az evolúcióbíológia és a hadtudomány törvényeit. Közreműködött a hidrogénbomba elkészítésében, majd megalkotta a világ feltehetőleg első programozható számítógépét. A nem sokkal ezután kidolgozott automata-elmélete tudósok generációit inspirálta az önreprodukáló gépek előállításában. Felfedezte az emberi agy és a számítógép működése közötti párhuzamokat, óriási lépést téve a mesterséges intelligencia (MI) megalkotása felé.



## Kémiai szimulációk az atomoktól a vegyipari reaktorokig

A szimuláció egy berendezés, egy rendszer, egy jelenség várható viselkedésének, gyakorlati hatásának vizsgálata és előrejelzése. Szimulálhatjuk egy gép működését vagy egy lézer teljesítményét pusztán azáltal, hogy ismerjük a fizika megfelelő egyenleteit. Egy autó biztonságtechnikai vizsgálata is szimuláció, mint ahogy egy gazdaság fejlődésének előrejelzése is az. A Naprendszer pontos szimulációja lehetővé teszi, hogy kiszámítsuk egy távoli üstökös pályáját. Bolygónk légkörének szimulációja teszi lehetővé a ma már egyre megbízhatóbb meteorológiai előrejelzéseket. A kémiai szimulációk végrehajtásához a szükséges feltétel az adott fizikai jelenség ismerete, a megfelelő számítástechnikai módszerek választéka, egy nagy teljesítményű számítógép – valamint a megfelelő szakértelem. Most a Magyar Tudományos Akadémia által alapított Akadémiai Kiadóra és a *Kémiai szimulációk az atomoktól a vegyipari reaktorokig* című szakkönyvre irányítjuk a figyelmet. A kiadó küldetése a szaktudományok új felfedezéseinek publikálása, a kutatók közötti globális információcsere hatékony támogatása, illetve a tudományos eredmények közkinccsé tétele. Veszprémi Tamás kémikus és Höltzl Tibor kémikus szerzők, a BME oktatói e vaskos, 555 oldalas, ábrákkal és táblázatokkal gazdagon illusztrált kötetükkel a témakör megértéséhez, így a szakértelem alapjához szeretnének segítséget nyújtani. Az olvasó a könyv végére érve képet kap a kémiai szimulációk fontosságáról és arról, hogy használatukkal a vegyészmérnöki munka során milyen hatalmas segítséget nyerhet.



## Emberk és gépek

A HVG Könyvek sorozatában a közelmúltban napvilágot látott *Emberk és gépek* című szakkönyv szerzője Hannah Fry matematikus, a University College London regionális elemzésekkel foglalkozó intézetének munkatársa, aki az alcímben is jelzett kérdésre keresi a választ: Hogyan

tartsuk a kezünkben az irányítást a mesterséges intelligencia korában? Keresve sem találhatnánk jobb idegenvezetőt, mint Hannah Fry, a tudomány-népszerűsítő író, aki gördülékenyen, izgalmas történeteken keresztül mesél a mesterséges intelligencia (MI) olykor ijesztő, olykor lenyűgöző világáról. Napi munkája során matematikai modellek segítségével tanulmányozza az emberi viselkedés mintázatait, egyebek mellett a kereskedelem és a vásárlás területén. Napjainkban a legkülönbözőbb területeken számos kérdést mérlegelhetünk az MI segítségével: milyen termékeket fogyasszunk, vagy milyen gyógymódok közül választhatunk. De vajon a szakemberek vagy a számítógépek a megbízhatóbb tanácsadók? Emberi vagy gépi döntés alapján határozható-e meg biztosabban, hogy melyik film lesz kasszasiker, és egy esetleges légi katasztrófa során melyik manőverrel menthetők meg az utasok? Az oknyomozó közgazdász szerző azon az állásponton van, hogy mérlegelni kell a várható hasznot és a ránc váró veszélyeket minden esetben, amikor használni akarjuk a gépi tanulás eredményeit. Az MI fiatal tudomány, gyakorlati alkalmazása pedig csak az utóbbi évtizedekben kezdett nagy méreteket ölteni, ezért nincsenek még bevett jó gyakorlatok a körültekintő alkalmazására. Ezért fontos, hogy kritikusan viszonyuljunk az új technológiához.

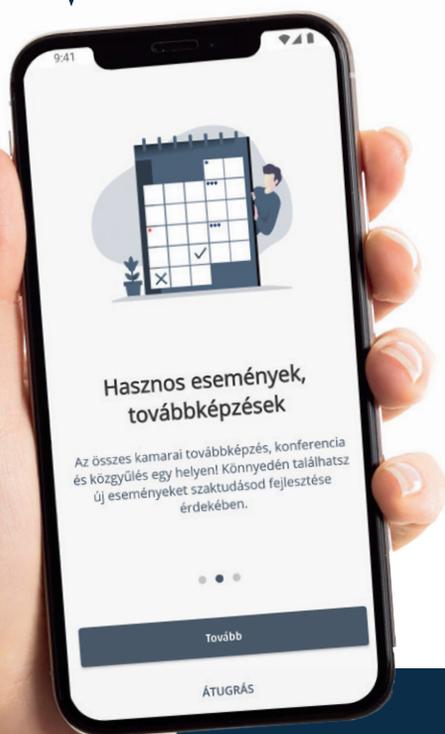


mérnökvagyonok

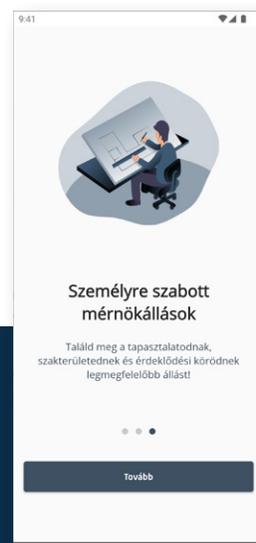


# ELÉRHETŐ AZ MMK MOBILAPPLIKÁCIÓJA!

## TÖLTSE LE MOST!



Hírek, események,  
továbbképzés,  
mérnökállások!





(1) Iparjogvédelem alatt áll (2) Fotó partnerünk hozzájárulásával



**CSOMIÉP Beton és Meliorációs Termégyártó Kft.**

6800 Hódmezővásárhely, Makói út CSOMIÉP Ipartelep

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

Honlap: [www.csomiep.com](http://www.csomiep.com) · E-mail: [beton@csomiep.com](mailto:beton@csomiep.com)

