

# mérnök újság

A MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA LAPJA

XXVII. évfolyam, 12. szám, 2020. december | Ár: 580 Ft



## Mérnökök home office-ban

VÍRUS  
ÉS FELHŐ

KVANTUM-  
FORRADALOM

HANGUTAK

MOSONYI  
ÉS DÉGEN



# AJÁNDÉKOZD A LEGJOBBAN HOZZÁ ILLŐT



Az édes pezsgő szerelmeseinek, akik szerint a szépség nem csak csodálható, de ízlelhető is



Nem mindennapi személyiségeknek, akik egy kis varázslatot csempésznek az év legragadóbb ünnepébe



Hagyománytisztelőknak, akik mindig jó érzékkel párosítják a múlt értékeit a várakozással teli jövővel



Az elegáns, párizsi hangulattal megfűszerezett, stílusos karácsony rajongóinak



Kalandvágó whisky rajongóknak, akik nem riadnak vissza egy kis csavartól sem



Azoknak, akik nem félnek újraírni a szabályokat







## Összetartozás és bizalom

Különös ünnepi időszak elé nézünk. Már tavasszal, a húsvéti ünneplés-kor is megtapasztalhattuk, hogy tudomásul kell vennünk, korlátaink vannak, a világ megváltozott körülöttünk. Nem könnyű hosszú ideig ezt a terhet elviselni. A világ változását nemcsak a járványhelyzet, hanem a társadalmi-gazdasági problémák felerősödése is jelzi. Kiéleződött az ellentét a különböző bőrszínű, vallású, világnézetű és nemzeti-ségű emberek között. Sorra kapjuk a hírt a természeti katasztrófákról is. Az egész világot sújtó pandémia megszűnését csak találgatni tudjuk, várjuk a végét, de ez a várokozás próbára tesz valamennyiünket. Be kell látnunk, megkaptuk a figyelmeztetést, hogy kiszolgáltatottak lettünk. Ilyenkor felértékelődik a bizalom a másik ember iránt, az egymásra figyelés, az összetartozás erősítése.

Ebben a helyzetben az advent üzenete segít. Az advent időszaka felkészülés az ünnepre, várokozás a beteljesülésre, időt teremt arra, hogy szebbé tegyük lelkünket, gondolkodásmódunkat. A csendben át tudjuk gondolni céljainkat, miben lehetünk eredményesek, hogyan tudjuk megoldani feladatainkat, hogyan tudjuk gazdagítani mások életét. Nekünk, mérnököknek is át kell gondolni jövőnket, fel kell készülnünk a környezetünk változó kihívásaira, de fontos, hogy megtaláljuk a hétköznapi közötti ünnepeinket is.

Az egymásra figyelésre, az egymás iránti bizalomra, egymás tiszteletére szükségünk lesz közös dolgaink intézésében, szabályzataink megalkotásában, gazdálkodásunk megszervezésében, fejlesztésében is. Az elkövetkező év meghatározó feladata lesz ezek rendezése.

Így az év végén köszönöm a kamara tagsága támogatását, minden tisztségviselő, a főtikárság, valamint a folyóirat szerkesztésében részt vevők munkáját!

---

A Mérnök Újság valamennyi olvasójának, a Magyar Mérnöki Kamara tagjainak, családjaiknak, barátainknak és támogatóinknak áldott karácsonyt és sikeres új évet kívánok a kamara elnöksége és az újság szerkesztősége nevében is!

Nagy Gyula  
MMK-elnök







„A kamara a legjobb tudásbázis”

## 16

Rendkívüli esztendőt hagyunk magunk mögött, amire még sokáig emlékezni fogunk. Az idei év bebizonyította, hogy nehéz előre tervezni – nyilatkozta évváró interjúnkban köztestületünk elnöke.



Mérnökök karanténoffice-ban

## 26

A járvány számtalan területen negatívan befolyásolta a mindennapokat, ugyanakkor pozitív hozadékként megalapozott, felgyorsított döntési folyamatokat eredményezett...



Elektromágneses kitettség

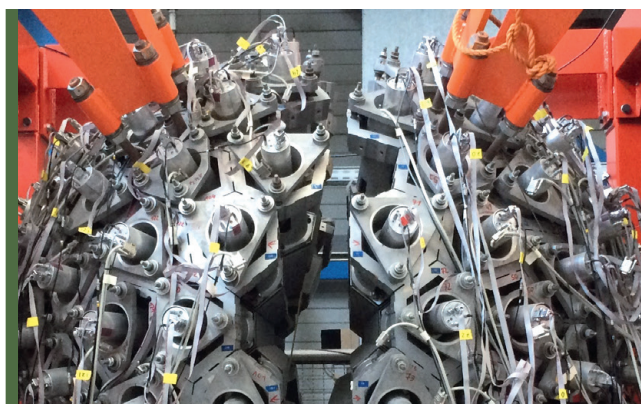
## 40

Mit tudunk az 5G egészségre gyakorolt hatásáról? Mennyire elektromágneses a környezet, amelyben élünk? Milyen expozíciót jelentenek a bázisállomások, illetve a mobiltelefonok? Dr. habil. Nagy Lajossal, a BME Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszék tanácskezetőjével beszélgettünk.

## 37

Kvantumforradalom

A legnagyobb hatalmak globális játszmáit nem a politikusok döntötték el, hanem a mérnökök és kutatók azzal, hogy milyen eszközöket adtak a kezükbe.







## Hangutak

# 48

Budapest új kulturális élményközpontja, az Operaház Műhelyháza az ország legnagyobb ipari műemlék épületében, a MÁV egykori Északi Járműjavítójának felújításával jött létre ...



## Mosonyi és Dégen

# 60

110 éve született mérnökök: pályájuk egy időben párhuzamosan, egymás mellett futott, aztán egyszer és mindenkorra elváltak útjaik.

# 44

A közeljövő gázellátási lehetőségei



<b>Összetartozás és bizalom</b>	<b>3</b>
<b>A HÓNAP ESEMÉNYEI</b>	<b>6</b>
<b>MOZAIK</b>	
Megyei kamarák, szakmai tagozatok hírei	10
<b>Quo vadis, Magyar Mérnöki Kamara? 14</b>	
<b>INTERJÚ</b>	
<b>„A kamara a legjobb tudásbázis”</b>	<b>16</b>
Nagy Gyula MMK-elnök energetikáról, a járvány évéről és 2021 kihívásairól	
<b>FÓKUSZ – INFORMATIKA</b>	
<b>Vírus és felhő</b>	<b>18</b>
Kerekasztal-beszélgetés a digitalizáció új tereiről és a pandémia piaci hatásairól	
<b>Átmenet/átalakulás: digitalizáció és BIM</b>	<b>21</b>
Csaba Zsolt 2020 szerepéről és az építésgazdaság transzformációjáról	
<b>Mérnökök karanténoffice-ban</b>	<b>26</b>
Veszélyhelyzetben is rugalmas, családbarát megoldások	
<b>A BIM használata a kiterjesztett és a virtuális valóságban</b>	<b>30</b>
Dokumentálás, kollaboráció, információmegjelenítés	
<b>A Hír-Közmű projekt</b>	<b>34</b>
Egység és átláthatóság a hírközlési infrastruktúrában	
<b>Kvantumforradalom</b>	<b>37</b>
Szemben a hétköznapi logikával	
<b>PIAC</b>	
<b>Elektromágneses kitettség</b>	<b>40</b>
Mobilrendszerek környezeti terhelése és egészségügyi hatásai	
<b>A közeljövő gázellátási lehetőségei</b>	<b>44</b>
2021-ben LNG gáz is érkezik Magyarországra	
<b>PRAXIS</b>	
<b>Hangutak</b>	<b>48</b>
Az Eiffel Műhelyház akusztikai tervezése	
<b>Optikai feszültségvizsgálat</b>	<b>51</b>
Oktatási segédlet	
<b>Árvi kockázatkezelés</b>	<b>54</b>
Elkészült a hegy- és dombvidéki kisvízgyűjtők új árvízszámítási segédlete	
<b>Éghajlatvédelmi feladatok a környezetvédelemben</b>	<b>57</b>
Gondolatok a klímavédelmi szakértői tanúsításról	
<b>HISTÓRIA</b>	
<b>Mosonyi és Dégen</b>	<b>60</b>
110 éve született mérnökök	
<b>Búcsúzunk</b>	<b>64</b>
<b>Könyvajánló</b>	<b>66</b>



A MAGYAR  
MÉRNÖKI KAMARA  
HIVATALOS LAPJA

A szerkesztőbizottság elnöke: **Nagy Gyula** • Szerkesztőbizottság: **Almási József, Bezegh András, Csallóközi Zoltán, Gilyén Elemér, Madaras Botond, Rácz József, Szilágyi András, Szöllőssy Gábor, Zarándy Pál** • 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 • Szerkesztőség: 1117 Budapest, Szerémi út 4. • Tel.: 455-7087, e-mail: dm@mmk.hu • Honlap: www.mmk.hu

Megjelenik havonta • Tagdíjmentes kamarai tagok ingyen kapják, másnak előfizetési díj egy évre: 5600 Ft • Magyar Mérnöki Kamara 1117 Budapest, Szerémi út 4. Ügyfélszolgálat: 455-7080 • Nyilvántartási szám: B/SZ 12344/1994 • ISSN 1218-5450 • Ipress Center Central Europe Zrt. 2600 Vác Nádas utca 8. Felelős vezető: Borbás Gábor • Minden jog fenntartva! • A január-február összevont lapszám 2021. február 5-én jelenik meg.

**IMEDIA**



### Megkezdődött a jelöltállítás időszak



**MAGYAR  
MÉRŰKÖI  
KAMARA**

Megkezdődött az MMK 2021. évi tisztújító küldöttgyűlésének előkészítése. A területi kamarák és a szakmai tagozatok december 4-én megkapták a választási jelölőbizottság jelöltállítási felhívását.

*A jelöltállításra két hónap áll rendelkezésre. A területi kamarák és a szakmai tagozatok 2021. február 5-ig nyújthatják be a jelölésre vonatkozó területi kamarai, illetve szakmai tagozati határozatot, valamint az elfogadó nyilatkozatokat és a rövid bemutatkozásokat a választási jelölőbizottságnak.*

A jelöltállítással kapcsolatos ügyekben a kamara tagjai az őket nyilván tartó területi kamaránál vagy szakmai tagozatuknál érdeklődhetnek, illetve tehetnek javaslatot. A jelölési folyamattal kapcsolatos információkat az MMK a <https://www.mmk.hu/valasztas2021> honlapon folyamatosan közlésezi.

### Sikeressé vált a kamarai online továbbképzési rendszer tesztelése

Lezárult a kamarai online képzési rendszer informatikai tesztelése. Az élő közvetítés november 28-i sikeres főpróbája lehetővé teszi, hogy az energetikai auditorok képzése decembertől már ne személyes részvétellel, hanem online történjen. A rendszer hosszú távon – a járvány okozta korlátozások feloldása után is – alkalmas lesz az online képzések lebonyolítására: rendelkezésre áll több olyan technológia, amelynek segítségével az egyedi, az MMK hatáskörébe tartozó képzések online is lehetségessé válnak.

## Műegyetemi Épületgépész Napok

Az Országos Magyar Épületgépész Napok részeként, a virtuális térben rendezte meg a BPMK – a BME Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszéke közreműködésével – november 26-27-én a Műegyetemi Épületgépész Napokat, melynek részeként kétnapos szakmai továbbképzést, workshopot és online épületgépész-kiállítást is tartottak. A tárlat már november 23-tól várta az érdeklődőket, és egyhetes nyitva tartása során több mint 2300 látogatót fogadott. November 26-án tartották a szakdolgozat-diplomatervezet pályázat értékelő rendezvényét, ahol tizennégy előadás hangzott el változatos témákban. A díjazottak:

Gépészmérnöki alapszak, épületgépész specializáció: 1. *Gila Péter* DE, 2. *Varga Dávid* BME, 3. *Lakia Bence* BME és *Kiss Máté* DE, megosztva. Létesítménymérnök mesterszak, épületgépész specializáció: 1. *Kostyák Attila* DE, 2. *Csereklei Dániel* SZIE, 3. *Polgár Eszter* SZIE. Épületgépészeti és eljárástechnikai gépészmérnöki mesterszak, komfort épületgépészeti specializáció: 1. *Orcsi Attila* BME, 2. *Dócza Attila* BME, 3. *Katona Ádám* BME.

Ugyanezen a napon épületenergetikai szimulációs workshopot tartottak az IBPSA Affiliate szervezésében, *dr. Deme Béla*fi Zsófia egyetemi adjunktus közreműködésével, online kerekasztal-beszélgetés formájában. Szintén november 26-án került sor az energetikai és épületgépész szakmai továbbképzésre, 371 mérnök részvételével. November 27-én épületgépészeti szakmai továbbképzést rendezett a me-



gyei kamara. *Kassai Ferenc* BPMK-elnök, MMK-alelnök köszöntőjében elmondta: bár a pandémia okozta virtuális értekezés kényszerhelyzetet jelent, mégis közösséget teremt számunkra, hogy bemutassuk egymásnak, milyen új gondolatok, új megoldások születtek az építészeti gépészetben egy esztendő alatt. Az energiazöldgazdálkodás, az energiatakarékosság fogalma kényszerítő erővel jelenik meg a gazdaságban. Az épületgépészeti szakirányok legfontosabb teendői közé tartoznak ezek. Egyértelmű tehát, hogy az épületgépészet korunk meghatározó mérnöki szakterülete.

A külföldi, az egyetemi és ipari szakemberek előadásait 289 hallgató követte figyelemmel. Az eseményekhez kapcsolódó információkat folyamatosan tettük közzé honlapunkon és a közösségi csatornáinkon, ahol hét közben *Gyurkovics Zoltán*, az MMK Épületgépészeti Tagozat elnöke rövid helyzetértékelést is adott az országos épületgépészeti eseményeiről. (Részletesebb beszámoló a [bpmk.hu](http://bpmk.hu) weboldalon olvasható)





## Egyszerűsödnek a közbeszerzési szabályok

A közbeszerzési eljárások gyorsítását, egyszerűsítését szolgálja a közbeszerzési törvény december 1-jei módosítása. Könnyítettek az ajánlattétel folyamatán, csökkentve az adminisztratív terheket, különösen a kis- és közepes vállalkozások számára. Például a több mint két hónapig tartó építési beruházásoknál a kötelezően, biztosíték nélkül nyújtandó előleg mértéke 75 millió forintról 250 millióra emelkedik, vagyis az ötszázaléknyi előleget akár ötmilliárd forintos szerződéses értékig igénybe vehetik a cégek az eddigi 1,7 milliárd forint helyett.

Szorosabb időbeli korlátok vonatkoznak a jövőben a közbeszerzési eljárások bírálati szakaszára. A kizáró okok hiányát és az alkalmassági feltételek teljesülését az ajánlatkérőnek nem kell minden szereplő esetében ellenőriznie, elegendő ezt csupán a nyertesnél megtenni. A közbeszerzési eljárásban nem lesz szükség nyilatkozat benyújtására a szerződéses biztosítékok jövőbeli rendelkezésre bocsátásáról. Többszereplős keretmegállapodások alapján történő beszerzéskor is rövidül a bírálat időtartama. Emellett a jövőben az ajánlatkérő megítélésére lesz bízva, szükségesnek tartja-e a nemzeti eljárásrend alkalmazásakor az alkalmassági követelmény előírását.

Az adminisztratív terheket csökkenti, hogy a szerződés teljesítésére vonatkozó adatlapokat csak az elektronikus közbeszerzési rendszerben (EKR) kell a jövőben feltölteni.



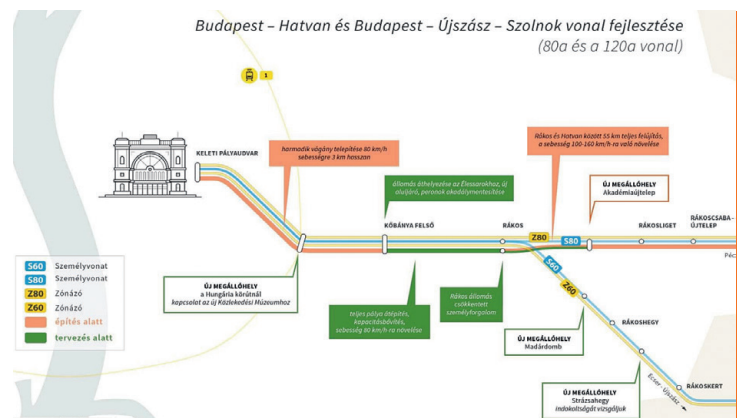
## Elérte a 2 ezer megawattot a belföldi napelem-teljesítmény

Az utóbbi években jelentősen bővült a napenergia-hasznosítás Magyarországon, mostanra elérte a 2 ezer megawattot a napelemek összteljesítménye – közölte a Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító (Mavir) Zrt. A napelemek összteljesítménye már majdnem akkora, mint a paksi atomerőmű 2012,8 megawattos beépített kapacitása, bár a rendelkezésre állásuk nem hasonlítható össze. Paks több mint 90 százalékot teljesít, míg a napelemek kihasználtsága 2020-ban nem érte el 20 százalékot, és a napsütéses napokat számolva is csak 33,4 százalék. A Mavir hangsúlyozza: a két technológia nem versenyez, hanem kiegészíti egymást az energiatermelésben.

A napelemek összteljesítményét nagyobb részben, 1361,3 megawattos kapacitással az ipari méretű, vagyis a legalább 50 kilowattos naperőművek fedezik. Terjedésük 2015-ben vett lendületet, ugyanis ekkor több mint háromszorosára nőtt a teljesítményük az előző évihez képest. 2017-ben már meghaladták a 100 megawattot, a keddi adatok szerint pedig a teljes belföldi erőműpark összes beépített összteljesítményének 13,8 százalékát teszik ki. A háztartási méretű napenergia-hasznosítás egyenletesebben nőtt, és csak 2017-ben gyorsult fel. Teljesítményük szeptember végére meghaladta a 640 megawattot.

## Folytatódik a budapesti elővárosi vasutak fejlesztése

Megjelent a Kőbánya felső–Rákos–Rákosliget vasúti szakasz felújításáról és vasúti kapacitásának bővítéséről szóló tervezői tender az Európai Unió hivatalos lapjában. A Keleti pályaudvar és Kőbánya felső, valamint Rákos és Hatvan között már zajló, illetve a jövő tavasztól kezdődő pályarekonstrukciós munkák között kimaradt köztes vonalszakasz fejlesztése elengedhetetlen ahhoz, hogy a hatvani és újszászi, naponta tízezrek által igénybe vett elővárosi vonalakat többen és kényelmesebben használhassák, a vonatok sűrűbben járhassanak Budapestre. A Budapest Fejlesztési Központ a MÁV-val együttműködésben kialakított tervezési programja szerint új, harmadik vágány létesül Kőbánya felső és Rákos, valamint Rákos és Rákosliget között, helyreáll az eredeti, 100 kilométer/órás pályasebesség, és kiépül az ETCS L2-es páneurópai vonatbefejező rendszer.





## A fenntartható vízgazdálkodás feladatai



A fenntartható vízgazdálkodás területén ma már nem elvi döntéseket kell meghoznunk, feladatunk az, hogy a közös cél eléréséhez szükséges lépésekről, a végrehajtás módjáról, időtávjáról, a finanszírozás feltételeiről beszéljünk – mondta *Áder János* köztársasági elnök december 2-án, a Magyar Víz- és Szennyvíztechnikai Szövetség (MaSzeSz) online konferenciáján.

Nyolc éve, hogy megszületett Magyarország nemzeti fenntartható fejlődési stratégiája. Az első budapesti Víz Világtalálkozón, 2013-ban meghatározták a vízzel kapcsolatos célokat. Öt éve fogadták el az ENSZ fenntartható fejlődési keretrendszerét, az Agenda 2030-at, és ugyanabban az évben egyeztek meg Párizsban arról, hogy az éghajlatváltozás elszabadulását hogyan kívánják megelőzni. Utóbbi megállapodás végrehajtásakor fontos szerep jut a vízgazdálkodást érintő szemléletváltásnak. 2015-ben megszületett a Kvassay Jenő terv, az ország új nemzeti vízstratégiája – sorolta, hozzáfűzve, hogy „ezek mind-mind a fenntartható fejlődésünket szolgáló szemléletváltásra épülő tervek, megállapodások, szándékok”. *Áder János* a konferencia résztvevőihez több kérdést is intézett, remélve, hogy a tanácskozás végére ezekre válaszok születnek. A szakembereknek egyebek közt arra kell választ keresniük, hogyan érhető el, hogy ne

hagyja el több víz az országot, mint amennyi belép, vagy hogyan akadályozható meg az ország területe 8-10 százalékának az elszivatagosodása. Kifejtette: az ország víz- és szennyvízművei a legnagyobb energiafogyasztók közé tartoznak minden magyar városban. Tudható, hogy a szennyvízben több kiaknázatlan energia van, mint amennyivel ma a vízműveket működtetik, ezért fontos kérdés, mi a teendő annak érdekében, hogy „átvágjuk ezt a gordiuszi csomót”.

A köztársasági elnök felvetette annak megvitatását is, hogy milyen döntésekre lenne szükség az integrált vízkészlet-gazdálkodás magyarországi felgyorsulásához; mi kell ahhoz, hogy a vízközművek nagyobb vállalati hatékonysággal működjenek, és hogy a fejlesztésekben élen járó vízközművek tapasztalatait más, bajban lévő cégeknél is alkalmazni lehessen.

Megválaszolásra vár az a kérdés is, hogy mire van szükség a vízhez kötődő adatbázisok összekapcsolásához, és a digitális vízgazdálkodás feltételeinek megteremtéséhez. A vízvesztéséget csökkentő fejlesztéseket hogyan lehet úgy szakaszolni, hogy ne egy kezelhetetlenül nagy összeg rémissze el a döntéshozókat, hanem egy okosan szerkesztett és fokozatosan hasznot hajtó megújulás terve bontakozzon ki – húzta alá.

## Egyszerűbb közműcsatlakozás

A november 16-án elfogadott 2020. évi CXX. törvény könnyebbé teszi a lakosságoknak, hogy a közműhálózatokhoz csatlakozzon. A változás érinti a villamos energiáról, a földgázellátásról, valamint a víziközmű-szolgáltatásról szóló törvényeket is. A közműszolgáltatással kapcsolatban a Magyar Mérnöki Kamara korábban több javaslatot is tett a Miniszterelnökségnek és az Innovációs és Technológiai Minisztériumnak.

## BIM-kerekasztal

A Mérnöki Innovációt Támogató Alapítvány szervezésében online kerekasztal-beszélgetést tart december 15-én a Magyar Mérnöki Kamara, melyen a legfontosabb iparági szereplők és a szabályozás kérdései kerülnek elő. A beszélgetés során megszólaltatjuk a BIM-témakörben érintetteket, akik a felhasználói, megrendelői, szolgáltatói vagy szabályozási oldalról lépnek be a BIM világába. A pontos bekapcsolódási részletek a kamara weboldalán és a [mernokvagyok.hu](http://mernokvagyok.hu) oldalon lesznek nyilvánosak a rendezvény előtt.

## Részt veszünk az Óbudai Egyetem ipari tanácsának munkájában

Az Óbudai Egyetem az országban elsőként ipari partnerek bevonásával is biztosítja, hogy az oktatás és az innovációs tevékenység mindig korszerű és naprakész legyen. Az egyetem a gazdaság meghatározó szereplőivel, illetve két önkormányzat bevonásával ipari tanácsot hozott létre, amelynek alakuló ülését a virtuális térben tartották november 17-én. Az új testület céljai között szerepel közös képzési és tehetséggondozási programok indítása, új ösztöndíjrendszer kidolgozása, valamint az innovációs tevékenységek erősítése. *Kovács Levente* rektor felkérésére a grémium működését szakmai tanácsadással segíti a Magyar Mérnöki Kamara, amelynek elnöke, *Nagy Gyula* szintén jelen volt az alapító eseményen. Az MMK és az Óbudai Egyetem között december elején egy szakmai-képzési együttműködésről szóló megállapodás aláírására is sor kerül.



A VÍZ ÚJRAHASZNOSÍTÁSA AZ IPARBAN

# TAKARÉKOSKODJON A VÍZZEL INTELLIGENS VÍZKEZELÉS RÉVÉN

AKÁR  
**80%**  
-OS VÍZ  
ÚJRAHASZNOSÍTÁS

TOVÁBBFEJLESZETT MEGFELELŐ  
**TOTEX VÍZMINŐSÉG**

**GRUNDFOS**  
**iSOLUTIONS** | A SMART SOLUTION  
FOR YOU

## CSÖKKENTSE VÍZLÁBNYOMÁT ÉS SPÓROLJON

Tudta, hogy akár 80%-kal is csökkentheti a vízfogyasztást az ipari létesítményében a víz újra felhasználásával? A Grundfos intelligens megoldásai egy víz újrahasznosítási rendszerben segítenek a víztakarékosságban, a TOTEX javításában és az alkalmazáshoz megfelelő vízminőség elérésében. A növekvő vízhiány, a költségek és jogszabályi rendelkezések növekedésével az ipari létesítmények világszerte a víz újrahasznosítása felé haladnak. Különösen alkalmas a hűtőtornyok utántöltő vizéhez, amelyek nagyon vízigényesek, de nem igényelnek ugyanolyan vízminőséget és kezelést, mint az alapfolyamatokhoz használt víz.

Fedezze fel a Grundfos iSOLUTIONS előnyeit az ipari vízkezelés és újrafelhasználás terén itt:

[grundfos.hu](http://grundfos.hu)



be  
think  
innovate

**GRUNDFOS** 



## MEGYEI KAMARÁK HÍREI

### Budapest és Pest Felújítási programjavaslatok

„Köz- és lakóépületek korszerűsítése” címmel indított projektet az Innovációs és Technológiai Minisztérium – az Európai Unió *Strukturális reform* támogatási programja 2017–2020 keretében – az Európai Újjáépítési és Fejlesztési Bankkal (EBRD) közösen. A projekt célja, hogy frissítse az épületállomány energiahatékonysági adatbázisát, felmérje a köz- és lakóépületek energiateljesítményét és beruházási szükségleteit, azonosítsa az energiahatékonysági beruházásokat hátráltató akadályokat, valamint lehetséges ösztönző eszközökre vonatkozó javaslatokat dolgozzon ki.

A projekt során három workshopot tartottak, a negyedik, online záró kerekasztal-beszélgetésre „Felújítási programjavaslatok” címmel november 17-én került sor. A BPMK az előző egyeztetésekhez hasonlóan ez alkalommal is aktívan részt vett a konferencián, és szakmai véleményével hatékonyan segítette a program megvalósulását. A tervek szerint a kidolgozás alatt álló operatív programokat még az idén véglegesíthetik.

### E-buszok új generációja



Az e-buszok első, akkumulátoros energiatárolású generációjának sok hátránya van, ezeket küszöbölik ki az új hidrogén-energiatárolású megoldások. November 11-én tájékoztató megbeszélést folytattunk Ráckeven a Goldi Kft. vezetésével, akik szingapúri hidrogén-üzemanyagcellás technológia átvételével új innovációba kezdtek (a vállalkozásról és a 12 millió eurós buszfejlesztésről az idei „E-mobilitás másképpen” konferenciánkon kamarai tagjaink is tájékozódhattak). A GOLDION buszcsoport első, csuklós városi autóbussa várhatóan 2021 első negyedévében mutatkozik be.

### Az energiatárolás helyzete és lehetőségei Magyarországon

„Az energiatárolás helyzete és lehetőségei Magyarországon” címmel rendezett online konferenciát november 25-én az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület a BPMK támogatásával. A tanácskozás *Kaderják Péter* energia- és klímapolitikáért felelős államtitkár (ITM) bevezető előadásával kezdődött. Az államtitkár elmondta: az *Új nemzeti energiastratégiában* és a hozzá kapcsoló-



dó dokumentumokban fontos szerepet kap a megújuló energiaforrások hasznosítása és az energiatárolás. Az előadás a stratégiai célkitűzésekből kiindulva ismertette, milyen szakpolitikai intézkedésekkel, programokkal, pályázati lehetőségekkel segíti a kormány e szakterület fejlődését, a kutatás-fejlesztéstől a mintaprojektek építésén át a megvalósításig.

*Kassai Ferenc* BPMK-elnök köszöntőjében pár szóban ismertette a mérnöki köztestület tevékenységét, majd az összefogás fontosságára hívta fel a figyelmet. Elmondta, hogy a kamara ebben példát mutatva jár az élen: együttműködve szerveztük ezt a konferenciát, de jó példa az egy hónappal ezelőtt szervezett „E-mobilitás másképpen” konferencia is, amelyet a Jedlik Ányos Klaszterrel és a Magyar Hidrogén- és Tüzelőanyag-cella Egyesülettel közösen rendeztünk, vagy az ITM-mel folytatott együttműködésünk, egyebek mellett az épületek energetikai tanúsításának ellenőrzésében.

*Kassai Ferenc* kiemelte: fontos lenne, hogy az energiatárolással foglalkozó szakmai műhelyekben dolgozó szakemberek megosszák tapasztalataikat, keressék az együttműködés lehetőségét. Szem előtt kellene tartaniuk, hogy csapatmunkában nagyobb a lehetőség az innovációs ötletek versenyképes terméké fejlesztésére. „Ne feledjük, hogy a jelen innovációja a jövő innovációjának alapja, és a jövőbeni innováció a jövő fenntartható gazdasági fejlődésének alapja.” A megújuló energiaforrások hasznosításáról, az energiatárolás jövőjéről hosszú távon és rendszerben kell gondolkodni. Mint általában, az energiatárolás esetében sincs egyetlen, mindent megoldó módszer, de mindig törekedni kell a pillanatnyilag és a jövőbe tekintve is a legjobbra. A fejlesztések során szem előtt kell tartani a környezetszennyezést és a fenntarthatósági szempontokat: a fenntarthatóság egyik fontos alapelve a helyi erőforrások alkalmazása mind az energiatermelés, mind a tárolás és a hasznosítás terén. Nemzetgazdasági szempontból a nemzeti jövedelem növelése érdekében különös érdekünk a hazai fejlesztés és gyártás. Törekednünk kell arra, hogy ezen a területen is minél több versenyképes termékkel jelenhessünk meg a világpiacon – hangsúlyozta *Kassai Ferenc*.

A konferencia szakmai előadásai átfogó tájékoztatást nyújtottak arról, hol tart jelenleg az energiatárolási technológia a világon és Magyarországon.

### Összefoglaló a BPMK 2020-as szakmai továbbképzéseiről

2020. december elejéig a Budapesti és Pest Megyei Mérnöki Kamaránál mintegy 9700 szakmagyakorló teljesítette továbbképzési kötelezettségét. Az első negyedévben, kontaktórás formában 2400 fő jelent meg a szakmai továbbképzéseken, az április végétől



elinduló online továbbképzési formában pedig mintegy 7300-an vettek már részt. Az online, élő, stúdióból sugárzott közvetítések az erre a célra létrehozott szoftveralkalmazáson, a GoToWebinar rendszerén keresztül jutnak el a továbbképzés résztvevőjéhez, akik egy linkre kattintva követhetik figyelemmel az előadásokat. Az alkalmazást használva folyamatosan kérdéseket tehetnek fel az oktatósszervezőknek, és természetesen az előadóknak is, így az interakció folyamatos a képzés szervezői és résztvevői között. A képzések végén kitöltött elégedettségi felmérések adatai alapján a résztvevők 95% feletti arányban azt választották, hogy újra szeretnék online képzésen részt venni. Az 1–5-ig terjedő skálán mind a technikai, mind a szakmai színvonal, valamint a lebonyolítás értékelése is folyamatosan 4,5-es átlag felett van.

A járványügyi helyzetre tekintettel 2021 első fél évére is főleg online továbbképzésekkel készülünk, de természetesen tisztában vagyunk vele, hogy sok kolléga – hozzánk hasonlóan – nagyon várja a személyes találkozások alkalmait, így a kontaktórás rendezvényekhez, konferenciákhoz és továbbképzésekhez is visszatérünk, amint ezek biztonságosan megszervezhetők lesznek.

A vidéki kamarákkal közös továbbképzés-szervezés rendszerét júliusban kidolgoztuk, arról minden megyei kamarai elnök tájékoztatást kapott. Hat vidéki szervezettel, a Baranya, Bács-Kiskun, Békés, Csongrád-Csanád, Jász-Nagykun-Szolnok és Szabolcs-Szatmár-Bereg megyei kamarákkal van együttműködési megállapodásunk, melyek alapján már több mint ezer szakmagyakorlójuk online továbbképzésének lebonyolításában segítünk.

## ■ SZAKMAI TAGOZATOK HÍREI

### / Akusztikai Tagozat /

#### Vasút, harmonika és ISO szabvány – sikeres online szakmai továbbképzés

A tagozat október 14-én 64 hallgató részvételével online szakmai továbbképzési napot tartott. *Buskó András* „Fenntarthatóság és a vasúti zajvédelem” című előadásában a MÁV Szolgáltató Központ aktuális zaj- és rezgésvédelmi feladatairól, vasúti zaj- és rezgésvédelemmel kapcsolatos gyakorlati példákról és az Európai Unió zajvédelmi követelményrendszerében megadott egységes zajszámítási módszerről beszélt. *Dr. Bite Pál Zoltán* „Harmonica index a környezeti zajok minősítéséhez” című előadásában a környezeti zajterhelés minősítésére jelenleg használt mennyiségek és egy új mérőszám, a harmonica index fogalmát, számítási módját mutatta be az alkalmazási előnyök és hátrányok összehasonlításával. *Muntag András* „Az új ISO 1996 környezeti zajvizsgálati szabvány ismertetése” című előadásában a környezeti zajvizsgálattal foglalkozó szakemberek számára kiemelt fontosságú szabványsorozat 2016-os és 2017-es felülvizsgálata során bevezetett módosításokat és új témaköröket ismertette.

### / Épületgépészeti Tagozat /

#### A szakma kiválóságai

Befejeződött az idei Országos Magyar Épületgépész Napok (OMÉN) programsorozata, melynek hagyományos záróeseménye a szak-

mai díjak átadása volt. Az épületgépészet legmagasabb rangú kitüntéseiben részesülők, valamint az épületgépészet „év emberei” kitüntető címek 2020-as díjazottjai ebben az évben is november utolsó péntekén váltak ismertté a díjazottak és a szakma számára egyaránt. Mivel a díjak személyes átadására ezúttal nem volt lehetőség, erre egy későbbi időpontban fognak sort keríteni a szervezők, illetve a szakmai díjakat alapító szervezetek.

#### Az épületgépészet legmagasabb rangú kitüntéseinek 2020. évi díjazottjai:



Macszásy Árpád Alkotói Díj: *Bokor András*  
Macszásy Árpád Életműdíj: *Lucz Géza*  
Épületgépészetért díj: *Baummann Mihály*  
Meszlényi Zoltán-díj: *Réti Pál*

#### „Az év emberei” kitüntető cím díjazottjai:

Az OMÉN-konzorcium és az OMÉN koordináló bizottsága elbírálta a kitüntető címekre beérkezett jelöléseket, melyek alapján az idei díjazottak:

- a 2020-as év épületgépész oktatója: *dr. Barna Edit*,
- a 2020-as év épületgépész mérnöke: *Csanád Bálint*,
- a 2020-as év épületgépész tervezője: *Bánhalmi János*,
- a 2020-as év épületgépész kivitelezője: *Margittai István*,
- a 2020-as év épületgépész márkaképviselője: *Bíró Gábor*.

### / Geodéziai és Geoinformatikai Tagozat /

#### Mérnökgeodéziai konferencia

A mérnökgeodéziai konferenciát idén november 7-én – a járványhelyzetre tekintettel rendhagyó módon online – tartották, amelyet most is a Budapesti és Pest Megyei Mérnöki Kamara, a BME Általános és Felsőgeodézia Tanszéke és a Geodéziai és Geoinformatikai Tagozat közösen szervezett, ahogy 2015 óta eddig minden évben. Az internetes elérésnek köszönhetően az eddigi legtöbb regisztrált résztvevő (184 fő) követhette az előadásokat, közöttük az Miniszterelnökség ingatlan-nyilvántartási és térképészeti főosztály munkatársai, illetve a felvidéki és az erdélyi földmérők meghívott képviselői. Az előadók között a tapasztalt, tervezői és szakértői jogosultsággal rendelkező szakemberek mellett a fiatalok is bemutatkozási lehetőséget kaptak.

A konferencián adták át a Geodéziai és Geoinformatikai Tagozat által 2010-ben alapított Hazay-díjat *Kéri Gyulának*, a tagozat érdekeltségi körében végzett kiemelkedő mérnöki tevékenység elismeréseként. Szintén a konferencián kapták meg elismerő okleveleiket a diplomadíj-pályázat nyertesei – *Kecskeméti Máté* (BME) és *Kleszky Ákos* (Geo). Mindhárom díjazott egy-egy előadásban mutatta be munkáját.

A konferencia jelent meg először a szélesebb nyilvánosság előtt a Geodéziai és Geoinformatikai Tagozat idei FAP-témája „Módszertani útmutató az elavult ingatlan-nyilvántartási térképek korszerű technológiákkal végzett felújításához” címmel. Az előadást *Holéczy Ernő* témavezető tartotta.

A konferencia részletes programja és az előadások prezentációi már elérhetők a tagozati honlapon: <http://mmk-ggt.hu>.

# Quo vadis, Magyar Mérnöki Kamara?

„Nekünk, Szent Atyám, nagy erőt ád,  
 hogy nem tudjuk, mit akarunk!  
 A szándékok mélységes bizonytalanságából  
 a manőverek bámulatos szabadsága születik.”  
 (Jean Anouilh: Becket)

Egy darabig eltöprengtem azon, hogy a Mérnök Újság 2020. novemberi számának „Mozaik” rovatában megjelent írások választ követelnek-e? Aztán rájöttem, nem a válasz szükséges, hanem a hallgatás felelőtlensége nem vállalható. Nem akarok persze a megjelent írások minden állítására tételesen reagálni, csak egy-két dologra, ami a szellemiség torzulására, az elvek hiányára vagy zavarára mutat rá.

**Nádor István, a Vas Megyei Mérnöki Kamara elnöke**

– *Abonyi Csaba* BKK megyei, *Bartal György* GYSM megyei, *Bezzeg János* SZSZB megyei, *Bóznári József* Nógrád megyei, *Buzás Zoltán* Békés megyei, *Kassai Ferenc* budapesti és Pest megyei, *Liska András* HB megyei, *Palotásné Kővári Terézia* Tolna megyei, *Rittenbacher Ödön* Heves megyei, *Szepes András* Fejér megyei, *Wagner Ernő* Somogy megyei, *Zalavári István* Veszprém megyei elnök, *Sándorfi György* Zala megyei alelnök egyetértésével és támogatásával

A sorokat olvasva nekem tényszerű, hogy debreceni kollégánk és elnök úr gondolkodásában van közös többszörös. Nevezetesen a mérnökcsoportok közötti különbségtétel, és a Területi Elnökök Fórumának (TEF) teljes félreértése, félremagyarázása. Valóban, a kamarai működés kritikáját több rendben megfogalmazta a TEF, de ez talán még nem ördögtől való! Végül is nem zümmögő kórusnak szántuk az MMK-t alapító megyei kamarák elnökeinek egyeztető fórumát. Továbbá mielőtt tollat ragadunk, jó tudni, hogy informális szerveződésre, hál' Istennek, nincs szabály sem a kamarában, sem a törvényben, sem másutt. Mert ez nem szabály, hanem általános emberi jog. Így aztán az illetén vád belengetése ellenére szabályt, törvényt sem sérthetett a TEF megalakulása. Persze alaptalan vádak jöhetnek, ha valami nem illik a képbe, ha szálka van a köröm alatt.

Tisztelem *megalkuvás nélküli* debreceni kollégám, *Karvaly Elemér* szakmai tudását, elhivatottságát, aktivitását és korát is, de papírra vetett eszmefuttatása tollat kíván. „Nem ilyen kamaráról álmodtunk”, szól a hangzatos cím. Tényleg nem, hiszen anno „egységben az erő” alapon gondoltuk mérnöki hivatásunk és a



hivatásukat gyakorló mérnökök képviselőjét, hogy ne állami apparatcsikok intézzék sorsunkat, hanem mi magunk. Sajnos már fényévekre vagyunk az egység filozófiájától, így a saját sorsunk alakításához szükséges erőtől is. A fényévnyi távolság érzékeltesére két példa. Egyrészt miközben „visszasíródik” az alapító elnökünk által összehívott „zamárdi szeánsz”, aközben bűnbán fogant a Területi Elnökök Fóruma? Pedig itt is, ott is a területi elnökök jöttek össze, akkor is, most is informálisan. Ráadásul alapító elnökünk nemhogy rosszálna a TEF létrejöttét, hanem annak az új alapszabály tervezetéből való kimaradását kifogásolja. Talán igaz is van, talán hibáztunk. A tisztelet okán azt már végképp nem minősíteném, ahogy kollégánk vizionálja a TEF céljait, úgy mint ellenzékesedés, gazdálkodás szétverése, kítűzött célok felé vezető út „felbontása”. Súlyos szavak, de nem megalapozottak. Ez bizony nem állná ki a tervellenőrzés folyamatát! Ebben megalkuvás nélkül hiszek, kedves Elemér!

Ha már az egység szóba került, küldök egy javaslatot is. El kellene már engedni azt a kirekesztő tézist, hogy csak a szakértő/tervező mérnököket vegyük kamarai emberszámba! Tervezők/szakértők vs. mindenki más mérnök? Mi értelme ennek? Hol látunk ilyen, melyik kamaránál? Az orvosi kamarának talán csak a kórházi orvosok lehetnek tagjai? A háziorvosok, a magánpraxist művelők, a közegészségügyben vagy az OEP-nél dolgozók nem? Vagy országgrésznyi terület vizeit igazgató kolléga, vagy aki egy toronyházat működtet, nem mérnöki munkát végez? Nem tartozna ugyanúgy a mérnöki etika kamaránkban megfogalmazott elvei alá? Kérlek, engedd el ezt az avított teóriát, e nélkül is komoly egységdeficitünk van. Ezért (is) tart ott a megbecsültségünk, ahol... „Quo vadis”, kedves Elemér! >>>



Elnök úr választmány utáni gondolatai súlyosan esnek a latba, mert az ő megnyilvánulása mégiscsak egy vezetői megnyilvánulás, ráadásul sorait olvasva a kételyek komolyak, az érzések rosszak bennem.

Pro primo, meg kellett nézzem az aláíró titulását, mert hiába volt ott a bizonyosságot adó fénykép, mégis visszatérően az volt az érzésem, e sorokat nem a területi kamarák által alapított Magyar Mérnöki Kamara elnöke jegyzi. Nem az az elnök, aki visszatérően és látszólagos meggyőződéssel tiltakozik a kamarán belüli „mi és ti” ellen. Hiába a „ti és mi” szlogen tagadása, ha a sorok másról tanúskodnak.

Pro secundo, kutya legyen, ha értem, miért van olyan választmány utáni gondolata elnökünknek, miszerint „*ha egy országos köztestület, amely szakmai szervezet, nem szakmai alapon szerveződik, a testületekben a képviseleti arány megállapítása területi szempontok szerint történik, akkor többen is aránytalanságra, az egyes szakterületek képviseleti jogának csorbítására gondolhatnak*”. (Itt nyilván a küldöttgyűlési képviselétről értekeznek.) Milyen csorbítás, és mihez képest? Ennek kapcsán eszembe jutott, hogy elnök úr gyakran példálózik egy másik szakmai köztestülettel, az építész kamarával. Természetesen helyes, ha figyelünk a szomszédra, hiszen sokszor egy pályán focizunk, és ez is egy szakmai kamara. Nézzük meg, a MÉK alapszabálya miként rendelkezik a küldöttgyűlési képviselétről:

„3.3.1. A küldöttgyűlés összetétele... b) A területi építész kamarák taggyűlései minden megkezdett 30 fő után 1-1 küldöttet... választanak... c) A szakmai tagozatok tagozatonként, 100 fő fölötti tagozat esetén 4 fő tagozati küldöttet, 100 fő alatti tagozat esetén 2 fő tagozati küldöttet... választanak.”

Hinnye, no! A MÉK-honlap tagnyilvántartása szerint ez azt jelenti, az ő küldöttgyűlésükön a területeket kb. 380, míg a szakmai tagozatokat maximum 20 fő képviseli. Akkor náluk sokkal jobban csorbul? Ugyan már, nincs itt szó semmi csorbulásról! Úgy tűnik, nem is ez a lényeg, hanem az ellentétek felnagyítása, szítása. Szomorú és sikertelen kísérlet ez, rossz sűgőkkel. Kutya legyen, ha értem, egy elnök miért akarja az általa elnökölt szervezet tagjainak képviseletét csökkenteni a kamara legfőbb döntéshozó testületében? Nem azt mondom, hogy nálunk is így legyen, de azt igen: lám-lám, még így is lehet élet egy kamarában. (Bár szerintem nem zárójeles kérdés, mégis csak zárójelben jegyzem meg: az építész kamarai honlap tagnyilvántartása szerint magának a MÉK-nek

egyetlen természetes személy tagja sincs! [Vajon az MMK tagnyilvántartásában mi van?] Pedig elnök úr írása és főtitkár úr választmányi ülésen kifejtett, tartalmilag azonos jogi álláspontja szerint „*nem igazolható az az álláspont, hogy természetes személy tagjai csak a területi kamaráknak vannak*”. Eppur si muove!?)

Pro tertio, eszembe jutott egy régi történet. Bő egy éve a Szerémi utcában történt, hogy a küldöttgyűlés döntése alapján alakult az alapszabály-előkészítő bizottság (aeb). Ennek első ülésén az MMK elnöke, aki történetesen az aeb-nek is tagja, nyilvánította: az ő javaslata az új alapszabályra változatlanul az elnökség alapszabály-javaslat. Az a javaslat, mely oly nagy vitákat váltott ki a kamarában, hogy az elnökség végül nem is terjesztette a küldöttgyűlés elé. Az a javaslat, mely tartalmilag döntően, a küldöttgyűlés alapelveit tekintve pedig teljesen azonos volt a hatályos szabályozással! Igen, a ma általa (is) keményen kritizált, „elcsorbított” küldöttgyűlési képviseleti arányokat rögzítő szabályrendszerrel. Elnök úr, jó egy éve még az „elcsorbított” képviseleti arányokat rögzítő szabályozás volt az etalon? Ma meg kritika, kígyó-béka? Hogy van ez? Quo vadis, elnök úr?

Vigyázzunk, mert ha megkérdőjelezhető lesz a többek által tájékozatlan fajankónak beállított küldöttök döntési képessége és joga, akkor hamar oda jutunk, hogy le kell váltani az istenadta népet! (Erre egy másik kávéház idején voltak próbálkozások, de az a műintézmény már bezárt.)

Vigyázzunk, ne engedjük, hogy a lényegében ugyanazon mérnököket tömörítő területek és tagozatok között egyesek föllobantsák a vizsályt, akkor „helyzetbe hozhatunk” harmadik szereplőt! Elnök úr, ki lehet a titokzatos harmadik? Házon belül vagy kívül? Mérnöki ismeretekkel nem túl nehéz az egyetlen megoldása.

Egy idézetet az újságunk szerkesztését felügyelő grémium figyelmébe is ajánlok, mégpedig Ferenc pápától: „*Nem szabad a félretájékoztatás kommunikációs bűnébe esni, ahogyan az egyik oldalról való beszámolás, a rágalmazás, a szenzációhajhászás vagy a becsület sértés bűnébe sem.*”

Végül remélem, hogy a Magyar Mérnöki Kamara hamarosan lépést vált! A jövőben a mérnökkel foglalkozik, a mérnöki munka társadalmi elismertségére helyezi a hangsúlyt, arra, hogy a műszaki kérdésekkel kapcsolatos döntéshozatal előtt valóban evidencia legyen a kiváló javaslat: „*Kérdezze mérnökét!*”

[A szerkesztőség a közölt válaszcikkkel a vitát lezártnak tekinti.

- A szerk.]



# Innovatív technológiai válaszok a modern gyártás kihívásaira



Egy ideje lehet róla hallani, hogy itt a negyedik ipari forradalom, amit az internet, a szenzorok és a mesterséges intelligencia hoz el a vállalkozás számára. A digitalizációval új utak nyíltak meg a termelésben, a gépek állapotának figyelése, elemzése korábban sosem volt lehetséges ilyen összetett módon. A hálózatba kapcsolt megoldások kétségtelenül hasznára válhatnak a vállalatoknak: biztosítják a gyártás átláthatóságát és rugalmasságát, valamint a megbízható üzemelést.

A Bosch Rexroth szerint az Ipar 4.0 akár 25 százalékkal is növelheti a termelékenységet egyes termelési helyszíneken, így a versenyképességben is hatalmas előnyt jelenthet az ilyen megoldások bevezetése. A trendek arra mutatnak, hogy a jövő gyárában már csupán a padló, a falak és a mennyezet lesz rögzített és statikus, a gyártás folyamatosan és a felmerülő igények szerint alakítható. Olyan vízióról van szó, amely különböző termékek és termékváltozatok ezreit állíthatja elő, akár egyszarvas sorozatokat is lehet gyártani költséges átállási munkálatok nélkül. A folyamatban az MI-alapú megoldások is kulcsfontosságúak, hiszen a fókuszban a gépek karbantartásának előrejelzése, a minőségbiztosítás és a gyártási folyamatok fejlesztése áll.

## Automatizálás és az ezzel járó biztonság

A közelmúlt eseményei még inkább felhívták a figyelmet az automatizálás fontosságára. A beszállítói lánc sérülése rávilágított arra, hogy a termelési folyamatokat át kell szervezni annak érdekében, hogy ne álljon le a teljes gyártás.

Az ActiveShuttle autonóm módon közlekedik a raktárban vagy a gyárban, nincs szüksége külső – mágnesszalagos – segítségre. A rendszerből érkező igények kielégítését saját maga szervezi és koordinálja, önvezérelten. Az önjáró intralogisztikai robotok egymással kommunikálnak, ezzel segítik a gépek és az emberek munkáját. Segítségükkel az anyagáramlás automatizálható, illetve rövidebbek és biztonságosabbak lesznek a szállítási útvonalak.

## Additív gyártás – személyre szabott szabadság

Lehetséges az egyedi, specifikus tömeggyártás? Igen, a jövő termékei már személyre szabott darabok lesznek. Az additív gyártás lehetővé teszi, hogy gyorsan, jó minőségű és olcsóbb terméket kapjon a felhasználó. A Bosch Rexroth MTX vezérlőrendszerre hardveroldalról támogatja a 3D-nyomatáshoz szükséges precíziót. A ctrlX AUTOMATION platform nyílt vezérlésarchitektúrája egyedi alkalmazásokat tesz lehetővé, a legnagyobb biztonság betartása mellett. A gyártásban alkalmazott felhasználói felületek esetében a UX (User Experience), azaz a felhasználói élmény egyre nagyobb teret nyer.

## Cél: a munkavállalók jóléte

A sikeres vállalat törekszik arra, hogy az alkalmazottak egészségesek és elégedettek legyenek. A repetitív, monoton munka sokak számára nehézséget okoz. Ilyen esetekben az asszisztensrendszerek jelentik a megoldást, amelyek egyúttal csökkentik a hibák számát is. Az APAS egy olyan kollaboratív robotmegoldás, amely gyártási asszisztensként biztosítja a kényelmes és biztonságos munkavégzést.

## Első a környezet

Egyre több vállalat dönt a megújuló energiaforrások felhasználása mellett, illetve sok ipari szereplő törekszik a szén-dioxid-semlegességre. A Bosch csoport ezen a téren is élen jár, az év végére 400 gyára lesz világszerte karbonsemleges. A Bosch Rexroth 4EE programjának köszönhetően az automatizálás, valamint az egyedi tervezésű gépek területén feltárhatók az energiamegtakarítási lehetőségek. Az energiahatékonyság és a csökkenő károsanyag-kibocsátás az üzemeltetési költség csökkenését is eredményezi. A 4EE program technológiákon átívelő energiamegtakarítási megoldásokat kínál az ipari berendezésekhez vagy akár a mobil munkagépekhez.

## Csatlakozás egy új világhoz

Az 5G technológia segíti, hogy a gépek közötti kommunikáció még gyorsabbá váljon; a jövő gyárában az eszközök vezeték nélkül, nagy sebességgel és automatikusan fogják elvégezni feladataikat. A ctrlX AUTOMATION új automatizálási platform teljes mértékben az 5G-kommunikáción alapul. A nyílt szabványok függetlenek a gyártóktól, a rendszerszállítóktól és a programozási nyelvektől, szabadon választható hozzájuk szoftver és alkalmazási rendszer is.



TUDJON MEG TÖBBET AZ IPAR LEGÚJABB INNOVÁCIÓIRÓL ÉS TRENDJEIRŐL!

<https://bit.ly/BR1par40>

TOVÁBBI TECHNOLÓGIAI ÚJDONSÁGOKÉRT HALLGASSA A RE:FACT PODCASTOT!

<https://refact.simplecast.com>



Nagy Gyula MMK-elnök energetikáról, a járvány évről és 2021 kihívásairól

# „A kamara a legjobb tudásbázis”

Rendkívüli esztendőt hagyunk magunk mögött, amire még sokáig emlékezni fogunk. Az idei év bebizonyította, hogy nehéz előre tervezni – nyilatkozta évről-évre interjúinkban köztestületünk elnöke.

**– Az energiahatékonyságról szóló törvény új feladatokat határoz meg a szakemberek számára, ez pontosan milyen kötelezettségeket ró köztestületünkre?**

– Az EPBD 2018. évi energiahatékonysági irányelvének célkitűzése, hogy 2050-ig megvalósuljon a dekarbonizált gazdaság, amelyben az üvegházhatású gázok kibocsátása az 1990. évihez képest 80-95%-kal csökken. A cél megvalósítása érdekében számos klímapolitikai jogalkotási csomagot és hosszú távú stratégiát kell kidolgozni, a teljes gazdaságot érintő intézkedéseket kell megvalósítani. Az energiahatékonysági törvény e feladatokat, intézkedéseket foglalja jogszabályi keretbe. A kamara szakemberei részt vettek az előkészítésben, és részt vesznek a feladatok megvalósításában. Itt nemcsak a jogalkotás során adódott feladatokra gondolok, hanem a célok elérésében való hatékony közreműködésre is. Köztestületként legfontosabb feladatunk, hogy tagjaink megfelelő felkészültséggel rendelkezzenek feladataik ellátásához. Tehát ezen a szakterületen is megszervezzük és folyamatosan fenntartjuk azokat a képzéseket, amelyekkel a szükséges tudás megszerezhető. Fontos, hogy a megfelelő szervezési hátteret is biztosítsunk, ennek személyi és technikai feltételeit meg kell valósítanunk.

**– Az energetikai szakemberek hogyan tudnak hozzájárulni a célok eléréséhez?**

– A nagyvállalatok rendszeres auditra, energetikai szakreferens alkalmazására kötelezettek, tehát az energetikai fejlesztéseik szakemberek felügyeletével valósulhatnak meg. A kis- és középvállalkozások és a lakosság viszont az energiahatékonysági fejlesztések terén segítségre szorulnak. Nem szerencsés, ha az energetikával kapcsolatos információkat külön-



böző ellenőrizetlen sajtótermékekből vagy az online térből szerzik be. Fontosnak tartom, hogy az energiahatékonysági beruházáson gondolkozók időben szakemberhez forduljanak. Ez nem azt jelenti, hogy rögtön tervezőt kell felkérni, bár ez is megfelelő megoldás, hanem hogy felkészült tanácsadó iránymutatása alapján jussanak a kezdetekhez szükséges infor-

mációkhoz. Ilyen lehet a pályázati lehetőségek megismerése, a pénzügyi lehetőségek feltárása, és a megfelelő szakember megtalálása a feladat elvégzésére. Az előzetes tanácsadói tevékenység alkalmas lehet arra is, hogy nyomon kövesse a fejlesztés folyamatát, így megfelelő információ gyűjthető arról, milyen energiahatékonysági eredmény volt elérhető. A tanácsadói

A műszaki berendezések egyre bonyolultabbak, növekszenek a komfort- és használati igények is, ezek az elvárások csak naprakész ismeretekkel szolgálhatók ki. Ebben igyekszünk segíteni a mérnökeinknek. ”

tevékenységre a kamara szakemberei felvannak készülve.

**– Tudjuk, hogy mekkora terhelésre lehet számítani, illetve mekkora igény mutatkozik erre a szolgáltatásra?**

– Nehéz előre megjósolni, hányan érzik majd a fontosságát, hogy a fejlesztések előtt felkészült tanácsadó szakemberektől szerezzék be az információkat. A lakosság különböző hírforrásokból tájékozódik. A vállalkozások hamarabb fordulnak szakemberhez, itt elsősorban a különböző pályázatok lebonyolításával foglalkozókra gondolok. Ma az energiahatékonysági beruházások finanszírozása nem csekély anyagi teher, tehát nem mindegy, merre indulunk el, valóban a megfelelő megoldást választottuk-e. A következő években elérhető otthonteremtési támogatások kiterjesztése a használt ingatlanok megvásárlására, a felújítások tartalmi korlátozás nélküli jelentős támogatására az energiahatékonyság területén is újabb feladatokat jelenthet. Szeretnénk, ha a támogatással kapott pénz részben vagy akár egészben is energetikai fejlesztésre lenne fordítva, hiszen ez belátható időn belül megtérülő beruházás. Mindez a tervezőknek és a megvalósítás más területén tevékenykedő vállalkozásoknak is további feladatokat jelenthet.

**– Komoly energetikai „pakk”-ot találunk a Magyar Mérnöki Kamarában: folyik az energetikai auditorok és szakreferensek vizsgáztatása, vizsgafelkészítő képzése és kötelező továbbképzése, újdonság a klímaszakértői tanúsítvány, a gázszelők nyilvántartása, részt veszünk az ITM energetikai munkacsoportjában, az uniós programok energiamegtakarítási mérésének módszertani kidolgozásában...**

– A kamara a legjobb tudásbázis, ezt felismerték az államigazgatás szereplői is,

ezért van lehetőségünk több meghatározó folyamatban részt venni. A munkák megfelelő ellátásához és koordinálásához a főtítkárságon belül meg kell teremteni a személyi és technikai feltételeket. Emellett ki kell építenünk azt az állandó szakértői csapatot, amelynek tagjai bevethetők a feladatok megoldására. Természetesen a munkában részt vevők anyagi elismerését is biztosítanunk kell, meg kell teremteni a pénzügyi háttérét is a tevékenységnek. Ez állami támogatás nélkül nem tud megvalósulni, ezért hosszú egyeztetési folyamat előz meg minden újabb feladat előtti megállapodást. Az auditorok és szakreferensek továbbképzése már online felületen is bonyolódik. A gázszelők nyilvántartását sokan sérelmezték mint a kamarához méltatlan feladatot. Az igaz, hogy nem egy mérnöki köztestület profija ez a nyilvántartás, viszont rövid idő alatt sikerült felépítenünk egy példaértékű rendszert, a szolgáltatást igénybe vevők teljes megelégedésére.

**– Januártól szigorodnak az új építésű ingatlanok energetikai követelményei, belép a 25%-os „megújulás” szabály. Mindez milyen feladatokat jelent majd az épületgépész tervezőknek?**

– A jogszabályváltozás része az energia- és klímapolitikai célok megvalósításának. A jelentős szigorítás tényleges hatásait csak később tapasztalhatjuk meg. A szabályozás a jövő évtől utoléri a lakóépületeket is. Nem szabad elfelejtenünk: itt nemcsak műszaki kérdéssről, hanem gazdasági, sőt egzisztenciális és szociális kérdésekről is szó van. Ahhoz, hogy megfeleljünk az előírásoknak, a korábbiaknál drágább megoldásokat kell alkalmaznunk, tehát egyre magasabbak lesznek az építési költségek, és ezt teljes egészében az építetőknek kell állniuk. Ez nem kis teher számukra. Az épületekkel kapcsolatos energetikai elv-

rások teljesítése új szemléletet, nagyobb felkészültséget igényel, mérnökeinknek pedig meg kell felelniük e kihívásnak. Az épületfizikai előírások teljesítése mellett az épületgépészeti rendszerek kialakítása döntően befolyásolja az energetikai követelmények kielégítését. A műszaki berendezések egyre bonyolultabbak, növekszenek a komfort- és használati igények is, ezek az elvárások csak naprakész ismeretekkel szolgálhatók ki. Ebben igyekszünk a képzések fejlesztésével, a gyártó és forgalmazó cégek szakembereinek bevonásával segíteni a mérnökeinknek.

**– Lassan itt az esztendő vége. A járványhelyzet és a kamarában ébredő belső feszültségek miatt eleve meg lehetőségen furcsa évet zárhatunk. Az MMK elnökeként hogyan értékeli, miről is szólt 2020 a kamarában?**

– Valóban furcsa, rendkívüli évet hagyunk magunk mögött, és erre még sokáig emlékezni fogunk. Alighogy elindult az év, a vírus megállást parancsolt. Az utolsó közös, nagyobb létszámú ünnepi rendezvényünk a március 8-i díjátadó ünnepség volt, majd ősszel a szeptember 11-i küldöttgyűlés, amelynek létszámán már erősen nyomot hagyott a járványhelyzet. Tavasszal azt hittük, néhány hónap alatt túl leszünk az egészen, most viszont nem látjuk a megpróbáltatásaink végét. Az év során teljesen át kellett szervezni a munkarendünket. A tavaszi home office után ősszel is részleges munkavégzésre kellett áttérni. Ez egyelőre, a járványügyi helyzetre tekintettel – az egyes munkafeladatok által elkerülhetetlenül megkövetelt jelenlét mellett – a távmunkát jelenti. Amint lehetőség nyílik rá, áttérünk a „váltott műszakra”, egyik héten a létszám egyik fele, másik héten másik fele dolgozik a munkahelyen, illetve home office-ban. Köszönöm a főtítkárság dolgozóinak, hogy a nehézségek ellenére is magas szinten végzik a munkájukat. A „kamarában ébredő belső feszültségek” már közel huszonöt éve velünk vannak, csak eddig kevesebbet beszélünk ezekről. Véleményem szerint itt az idő, hogy tisztázzuk az elődöktől örökölt és a jelen ciklusban előtérbe került problémákat. Vannak, akik ezt a helyzetet hatalmi és pénzkérdésre egyszerűsítik. Az alapszabály körüli viták alkalmassak lettek volna e problémák tisztázására, de több kérdésben nem sikerült megegyezni az előkészítő bizottságon belül sem. Így



fordulhat elő, hogy a küldöttek elé egyes pontokban majd két, de van olyan pont, ahol három változatban megfogalmazott szövegjavaslat kerül. Ez nem baj, majd a küldöttek döntenek, de mutatja a vélemények különbözőségét. A működésünk során valóban fontos kérdés, hogy milyen döntési szintek tudnak kialakulni a szervezetben belül, a felelős kamarai vezetés mennyire tud önálló maradni, nem mindegy, hogy a különböző testületek mennyire szeretnék „fogni” a vezetők kezét. Erről is szólt az alapszabály vitája. Sajnos ebben az évben a járvány miatt ezt nem tudjuk lezárni, a döntés a következő évre marad. Látnunk kell, hogy a „terepen dolgozó mérnököt” az érdekli, mit kap a kamarától, legyen az az MMK vagy a területi kamarája, és nem igazán érdekli, milyen hatalmi struktúra szerint működnek a kamarák.

**– A piaci előjelek nem ígérenek túl sok jót 2021-re. Mire lenne leginkább szükségük a mérnökvállalkozásoknak, a tervező és szakértő kollégáknak, és mit tehet értük szakmai önkormányzatuk?**

– Az idei év bebizonyította, hogy nehéz előre tervezni. Arra, hogy a vírushelyzet ilyen bizonytalansági tényező lesz, eddig nem voltunk felkészülve. Ha követjük a statisztikákat, láthatjuk, hogy csökken a gazdaság teljesítménye, ezen belül a szeptemberi adatok szerint az építőipar 14,7 százalékkal. Ezt érzik munkájuk során a mérnökök is. Visszaestek az állami, önkormányzati és a magánbefektetői beruházások. A tavasz folyamán készített felmérésünkben erre vonatkozóan megkérdeztek még csak becsléseket tudtak mondani, mivel a korábban megkezdett munkák folyamatban voltak. Ma viszont már közvetlenül érezhető a megrendelések csökkenése. Tehát mire is van szüksége a mérnököknek ebben a helyzetben? Elsősorban dolgozni szeretnének. A kormány gazdaságélénkítő programja több területen biztosít lehetőséget, de ezt csak akkor tudjuk kihasználni, ha az évek óta megoldatlan kérdéseink rendeződnek. Változatlanul nem történt meg a szakmagyakorlási jogszabály módosítása. Az év során eredményes tárgyalásokat folytattunk az ITM-mel az építésgazdasági stratégiára vonatkozóan. Javaslataink bekerültek a kormány elé terjesztendő dokumentumba, többek között a mérnökök képzésének támogatása, a mérnökvállal-

kozások eszközbeszerzésének támogatása, a kedvezményes szabványokhoz jutás és a magyar nyelvre fordítás pénzügyi feltételeinek biztosítása, a *Beruházási folyamatok rendszere* beemelése a jogszabályokba. Az eredeti tervek szerint a stratégia hivatalosan október elején jelent volna meg, bízunk abban, hogy erre rövid időn belül sor kerül.

**– Mit tud tenni a kamara az előttünk álló időszakban?**

– Elsősorban a saját dolgainkat kell rendeznünk. Elindultak az online képzések, egyre javul a tartalmi és technikai megvalósulásuk, ezt a területet állandóan fejlesztenünk kell. A jogosultsági vizsgákra reményeink szerint már februártól online is lesz lehetőség. Ehhez folyamatban van a vizsgakérdések átdolgozása, bővítése. A korábbi alkalmakhoz hasonlóan – nagy érdeklődés mellett – a jövő év elején elindulnak a meseteriskolák. A Mérnöki Innovációt Támogató Alapítványunk elindítja a BIM-konzultációt, ahol közvetlenül lehet szakmai megbeszélést tartani adott tervezési kérdésekről. Ennek érdekében kiépítettünk egy BIM-labort, így több munkaállomáson egy időben lehet részt venni a konzultáción. Az előkészítő workshopot december közepén tartjuk. Ha már a tájékoztatás szóba került, bizonyára tapasztalják a kollégák, hogy igyekszünk fejleszteni a kamarai információs szolgáltatásunkat. Nemcsak az MMK, hanem a területi kamarák tevékenységét is szeretnénk bemutatni, erről tájékoztatást adni. A tagozatok tevékenységéről a továbbfejlesztett honlapon lehet tájékozódni, a tagozatok honlapjainak fejlesztése is folyamatban van. Rendszeresen megjelenik a hírlevél. Változatlan célunk a feladatalapú pályázati rendszer továbbfejlesztése, hogy minél több használható szakmai segédletet tudjunk a mérnökök kezébe adni. 2021 meghatározó év lesz a kamara életében, hiszen májusban új tisztségviselőket választunk. A tisztségviselő-választásra a kampányt többben már 2019-ben elkezdték, ez ebben az évben is erőteljesen folytatódott. Decemberben megkezdődött a jelöltállítási időszak. A tagozatok és területi kamarák részére 2021. február elejéig lesz lehetőség a jelöltállításra. Fontos, hogy megtaláljuk azokat a kollégákat, akik felelősséggel és megfelelő felkészültséggel tudnak majd hozzájárulni közös sikereinkhez.

## A MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA digitális projektje



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

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

# Kerekasztal-beszélgetés a digitalizáció új tereiről és a pandémia piaci hatásairól

## Vírus és felhő

A felhőalapú szakági együttműködés velünk marad, a kérdés az, hogy az újdonságok adaptációja felgyorsul-e Magyarországon, vagy bár a karanténkényszer miatt lépett egyet ebbe az irányba a piac, de megint egyhelyben toporgás következhet – hangzott el azon a kerekasztal-beszélgetésen, amelyen a tervezőszoftverek forgalmazói vettek részt.

### BESZÉLGETŐTÁRSAK:

**Eleméry Gábor** (Allplan)

**Eördögh Imre** (Techdata, Autodesk)

**Sabathiel Balázs** (HungaroCad)

**Reicher Péter** (Graphisoft)

**Dubniczky Miklós**

– **Milyen lökést adott a szektor digitalizációjának a járványhelyzet miatti távmunka, illetve home office?**

**Reicher Péter:** Egy felmérés szerint a járvány a mérnököknek 71 százalékánál lendített a vállalati munkafolyamatok digitalizációján. A digitalizáció már eddig is egy robogó vonat volt, és azt érezkelhetjük, hogy 2020 eseményei idehaza tovább gyorsítottak ezen a folyamaton, hiszen a távmunka és a távoktatás egyik napról a másikra történő bevezetése személyes kapcsolataink jelentős részét is digitális csatornákra helyezte át. A saját ügyfélkörünkben még tavasszal végzett kutatásból kiderült: a magyar építészek három nap alatt alkalmazkodtak az új környezethez, és 84 százalékuk állt át otthoni munkavégzésre. És ehhez tulajdonképpen semmilyen új eszköze nem volt szükségük, hiszen a technológia évek óta a kezükben volt, csak még nem vagy alig használták.

**Eleméry Gábor:** Ügyfeleink körében azt tapasztaltuk, hogy a karanténintézkedések hatására a vállalkozások gyorsan és különösebb problémák nélkül tudtak áttérni a home office-ra. Az ehhez szükséges infrastruktúra szinte mindenütt adott volt, így nem okozott gondot, hogy otthonról, távmunkában dolgozzanak a mérnökök, hogy átállítsák a szervereiket, vagy aktívabban használják azokat a felhőalkalmazásokat, amiket korábban is használtak már. Tech-

nikai oldalról tehát nem voltak zökkenők a mérnöki teamek életében, a személyes konzultációk és együttműködések hiánya azonban szinte mindenhol panaszként jelent meg. Sok tervező elmondta: bár a digitális kapcsolattartásnak megvannak a nyilvánvaló előnyei, a képernyőn keresztül azért mégsem ugyanolyan egyeztetni, mint a kiterített papírlapok fölött.

**Eördögh Imre:** A mérnöki távmunka jól működött, életképes megoldás. Fennakadásokat inkább csak a hardveroldalon láthatunk, például volt-e a kollégáknak olyan laptopjuk, ami alkalmas a tervezőszoftverek futtatására, vagy haza kellett vinniük az asztali gépeket – ezeket az irodai ügyeket is igyekeztek a cégek gyorsan és rugalmasan megoldani –, szoftverszinten azonban gyönyörűen működött minden. Ahogyan a kérdésben elhangzott, a járványhelyzet valóban lökést adott a tervezői távmunkának, de lökést adott a szoftverpiacon a megosztást, a fájlkezelést és a szakmai kommunikációt segítő alkalmazások elterjedésének is. Az Autodesk egyébként villámgyorsan reagált a Covid-szituációra: már márciusban ingyenessé tette néhány hónapra a felhőalapú szoftvereit – BIM 360, Fusion 360, Autocad Web és Mobile –, hogy segítse felhasználóit az átállásban és az otthoni munkavégzésben.

**Sabathiel Balázs:** Határozottan azt lehet mondani, hogy a hazai digitalizációt előrelendítették a koronavírus miatt bevezetett korlátozások. A felhőalapú alkalmazások eladásai idén eddig ötvenhat százalékkal bővültek, ami kiugró érték. Szintén jó hír, hogy az építőipari tervezőszoftverek iránti kereslet is növekedett. A sok kellemetlenül mellett az volt az idei esztendőben a

szerecsénk, hogy még 2020-ban is bővült az építőipari szektor, és ezen belül a felhőalkalmazások nagyon népszerűek voltak.

– **Milyen pozitív változások indultak 2020-ban?**

**Reicher Péter:** A technológiánk már kétszen volt, és évek óta képes arra, hogy a tervező bárholonnan és bármikor elláthassa szakmai feladatait. Ügyfélvisszajelzéseink alapján jó irányba sikerült fejlesztenünk az Archicad BIM Cloud vagy BIM Sas megoldásait, amik a mérnöki távmunkát, a mérnöki szakágak együttműködését segítik elő. Az idei esztendőben ráadásul a BIM-képzés hihetetlenül népszerű lett nálunk, rekordszámú jelentkezőt fogadtunk saját online és offline tanfolyamainkon. Mindez arról is árulkodik: a hazai tervezői piac számára „békeidőben” nem volt kellően vonzó a felhőalapú munkavégzés, mint ahogy Nyugat-Európában vagy más fejlettebb gazdasági régiókban ezen a technológiaváltáson már régen futtutottak. A járványhelyzet miatt azonban a magyar mérnökök kénytelenek voltak gyorsan reagálni, ledolgozni a hátrányaikat. Egy másik kedvező fejlemény, hogy a műszaki felsőoktatás rohamléptekben próbálja meg beemelni a digitális mérnökképzést az oktatásba.

**Eördögh Imre:** Szoftverszinten azt láthatjuk, hogy a Covid-szituáció a szoftverkövetésekben nem okozott problémát, elenyésző volt a lemorzsolódás, a cégek továbbra is megújították előfizetéseiket, összességében jó évet zárhatunk. Ez annak is köszönhető, hogy az építőiparnak meglehetősen nagy a tehetetlensége, a szektor nem úgy áll le, mint a vendéglátás vagy az idegenforgalom, ahol az elrendelt korlátozások miatt egyik napról a másikra megállt az élet. Az építészgazdaságban jellemzően nem állítottak meg fejlesztési projekteket, sőt sok új beruházás is indult. Kérdőjeleket láthatunk viszont az irodaház-fejlesztési projekteknél: a home office miatt lényegesen kevesebben dolgoznak a bérirodaházakban, elvileg kisebb irodaterületekre lenne szükség, ugyanakkor az infektológusok





azt mondják, úgy kell berendezni az irodákat, hogy nem hat, hanem tizenöt négyzetméternyi területe legyen egy dolgozónak, vagyis összességében mégiscsak szükség lesz ugyanannyi irodaterületre. Kétségtelen előnyei mellett a távmunkának is megvannak a hátrányai – a munkavállalóknak szükségük van szociális kapcsolatokra, személyes találkozássokra, emiatt már most is van egyfajta visszatérés az irodái életbe.

**Elemér Gábor:** Az építőipari lendület továbbra is tart, és ez a mi üzleti számainkban is megmutatkozik, mind az új licenckécskésítésében, mind a licenckécskésítés előző évhez viszonyított növekedésében. Ahogy a többiek is említették, a felhőalkalmazások – esetünkben az Allplan Bimplus és a Allplan Share – használata, bevezetésük a tervezői praxisba ebben az esztendőben nagyon felértékelődött. Péterhez kapcsolódnék az egyetemekkel kapcsolatban: részint mint egy egyetemi hallgató édesapja látom, milyen viharsebbséggel és milyen példa értékűen tértek át az intézmények a távoktatásra. Azt gondolom, a fiataloknak előbb-utóbb ez válik majd természetessé, s ezzel a természetességgel fogják igényelni a mérnöki tervezőszoftverek világában is a távmunkát, a felhőt, a csoportmunkát és a digitalizáció egyéb lehetőségeit.

**Sabathiel Balázs:** Piacbővülés tekintetében azért nem ez lesz a legjobb évünk, de van egy-két olyan szektor – egészségügy, gyógyszeripar és logisztika –, ahol meglepően nagy növekedést érzékelünk, illetve akadt még egy érdekesség: márciusban volt egy meghosszabbított periódusa az in-

gyenes felhőalkalmazásoknak, és azt láthattuk, hogy olyan szereplők is megjelentek felhasználóként, akik korábban nem próbálták ki – vélhetően a belépési költségek miatt – az eszközeinket.

**– Az év derekán több neves külföldi építész- és mérnökiroda fordult nyílt levélben az Autodesk vezérigazgatójához, hogy a cég változtasson árpolitikáján, illetve fejlesztési elvein. Mit gondolnak erről?**

**Sabathiel Balázs:** Azt gondolom, ez teljesen érthető kezdeményezés volt, aminek pozitív hozadékai lehetnek. Az Autodesk is állandó kapcsolattartásra törekszik az ügyfeleivel. A párbeszéd – és annak a lehetősége, hogy az ügyfelek feltehessék kérdéseiket, megfogalmazhassák igényeiket – eddig is létezett, ez a nyílt levél azonban adott egy pluszlöketet ahhoz, hogy a fejlesztők jobban odafigyeljenek a felhasználók kéréseire. Nyilván az, hogy egy szoftvercég hogyan menedzseli az innovációit, milyen árpolitikát folytat, hova csoportosít nagyobb figyelmet, saját üzleti stratégiájának kérdése, viszont egy ilyen nyílt levél után bizonyos dolgok mellett nem lehet elmenni. Business for business céggként az ügyfelekkel történő kapcsolattartás és kommunikáció alapja az, hogy minél pontosabban megismerjük felhasználóink üzleti céljait. Ha például azt mondja nekünk egy ügyfél: arra van szükségünk, hogy az építési helyszínen a munkavédelmi problémákat tíz százalékkal csökkentjük, akkor olyan komplett megoldást kell kínálnom, amiben bene van

szoftver, szolgáltatás is, és amivel az ügyfél ezt a célt maradéktalanul el tudja érni. Ez a levél is rávilágított arra: lehetnek olyan igények, amik felett egy nagy szoftvercég át tud siklani. Ha a Revitet vesszük alapul – és ugye elsősorban ennek a szoftvernek a fejlesztési kérdései adták a nyílt levél témáját –, nagyon összetett programról van szó, ami építészeket, statikusokat, villamos- és gépésztervezőket egyaránt kiszolgál. Az építészek úgy érezték, az igényeik most háttérbe szorultak a többi szakághoz képest, és ebben tulajdonképpen igazuk is volt, de nem könnyű megtalálni a mérnökszakmák közötti helyes egyensúlyt.

**Ördögh Imre:** Ahogy korábban említettem, a vírusjárvány kezdetén az Autodesk is több választ adott a kibontakozó válságra: hónapokra ingyenessé tette felhőalapú alkalmazásait, rugalmasabb fizetési konstrukciókat vezetett be, az előre betervezett áremeléseket és a hálózati licenckécskésítését nem hajtotta végre, illetve elhalasztotta.

**Sabathiel Balázs:** Az utóbbi időben sokat változott a tervezőszoftverek bérleti konstrukciója. Áttértünk az állandó licenckécskésítéses rendszerre, idén pedig azt terveztük, hogy a multi userből a nevesített felhasználói előfizetésre térünk át. Ezzel párhuzamosan olyan igény is felmerült az ügyfelek részéről, hogy még rugalmasabb előfizetéses rendszert szeretnének. Itt kapásból van egy ellentét: nem lehet egyszerre offline multi user licenckécskésítést használni és teljesíteni azt az igényt, hogy akár egy-két napra szóló előfizetésre is legyen lehetőség. A jövő útja valószínűleg az lesz, hogy egy felhasználóhoz egy névre szóló szoftverlicenckécskésítés tartozik majd, és teljesen mindegy, ki mennyi ideig használja, illetve milyen eszközön, az előfizetés rugalmasságot biztosít. Van még egy mozzanat, amiről azonban nem szólt a nyílt levél, ez pedig az illegális szoftverhasználat. Azzal, hogy áttértünk az előfizetéses és nevesített licenckécskésítésre, visszaszorítható lesz a szoftverkalózkodás. Az Autodesk szoftverekből a világon legalább annyi illegális licenckécskésítés van ma forgalomban, mint legális, ami nagyon komoly anyagi hátrányt okoz nemcsak a szoftverfejlesztőknek, hanem azoknak a mérnökcégeknek is, amelyek legálisan használják a tervezőprogramokat.

**Elemér Gábor:** Valamennyi mérnöki tervezőrendszer igen magas technológiai szintre fejlődött, s elmúltak azok az idők, amikor egy-egy új verzió valami hihetetlen és

átütő újdonságot hozott. Ezek az innovációk korábban nagyon jól kommunikálhatók voltak, mert azt tudtuk mondani, hogy a mi programunk már nemcsak kör, hanem ellipszis alakú falat is tud húzni, nemcsak egy, hanem többretegű szerkezeteket is kezel, hogy szabad térbeli testformák modellezhetők, vagy valósághű renderelésre képes. Az új fejlesztések kevésbé látványos, ám sokkal szofisztikáltabb, a mérnöki munka hatékonyságát segítő előnyöket kínálnak, igaz, ezek nem feltétlenül szembetűnőek már a telepítés utáni első használat során. Sokan kérdezik egy-egy új verzió megjelenésekor, hogy mi az a nagy újdonság, amit beépített a fejlesztő. Nagyon nehéz konkrétan egy-egy innovatív megoldást kiemelni.

**Reicher Péter:** Természetesen mi is követjük a piaci szakmai igényeket. Örömmel számolunk be arról, hogy Londonban felhasználók szavazatai alapján most összességében a Construction Computing Awards az év BIM-szoftver-díját az Archicad24-nek ítélte.

**– Hamarosan a kormány elé kerülhet az új építésgazdasági stratégia, amely foglalkozik a szektor digitalizációjának gyorsításával és a BIM-mel. Állami megrendelői és szabályozói oldalon megfogalmazott feladatokat?**

**Sabathiel Balázs:** Alapvetően igen, ami miatt azonban csalódást keltő az anyag, hogy ezeket a téziseket már két-három éve is meghirdették, az egy helyben toporgáson kívül azonban nem nagyon történt velük semmi. A kormány-előterjesztés tartalmaz például egy ábrát a különféle BIM-szintekről, ahol a BIM Level 1-re pozicionálják Magyarországot, oda, ahol Angliában a szakma 2000-ben tartott. Vagyis húszéves lemaradást kellene ledolgozunk.

**Reicher Péter:** A hazai építőipar versenyképessége alapvetően függ a BIM-tudás elsajátításától és alkalmazásától. Bízom benne, hogy ez a stratégia tartalmazni fog valamilyen operatív BIM-előírást, hiszen hatalmas állami beruházások zajlanak, és szeretnénk látni, hogy ezeknél a projekteknél alkalmazták a gyakorlatban a már mindenki számára elérhető BIM-szterenderket. A digitális technológiával az integrált tervezés, a kivitelezés és az üzemeltetés is hatékonyabb, a nagyberuházásoknál pedig a kivitelezési idő hónapokkal, de akár évvel is rövidülhet a hibák arányának drasztikus csökkentésével. Erre lehetne kiváló példa

a fővárosban tervezett szuperkórház-beruházás, amely tökéletesen alkalmas lehet a BIM-technológia minden specialitásának gyakorlati bemutatására, és a szakma számára referenciaként is tanulságos volna.

**Eleméry Gábor:** A tervezői szerződésekben gyakorta nem szerepel, mit is jelent pontosan a BIM szerinti tervezés, mi a tartalma, hogyan kell kezelni, elintézik azzal, hogy „és a projektet BIM szerint kell megtervezni”, míg másutt iszonyú részletességgel ismertetik az elvárásokat, amelyek a mai technológiai színvonal mellett egyszerűen nem teljesíthetők. Ez a két véglet van jelen a piacon, és a tervezők gyakran fordulnak hozzánk azzal a kérdéssel, hogy a szoftvereinkkel ezt most hogyan is kell értelmezni? Azt várom és remélem, hogy ha a kormányzat elfogadja az új építésgazdasági stratégiát, ebben a kérdésben is tisztulási folyamat kezdődik, és a szerződéses rendszerek átláthatóbbak és világosabbak lesznek.

**Eördögh Imre:** Vannak olyan fejlesztési projektek, amelyek megvalósítása ma már elképzelhetetlen a BIM alkalmazása nélkül. Mégis gyakran találkozunk olyan építési beruházásokkal, melyeknél elkészültek a kiviteli tervek, sőt már az alapozási munkálatok is megkezdődtek, és akkor szól a megrendelő a tervezőnek, hogy készítse el az épület vagy mérnöki műtárgy BIM-modelljét, miközben az egész kiviteli tervnek tulajdonképpen ebből kellene elkészülnie.

**– Várhatóan milyen esztendő elé néznek 2021-ben a tervezőcégek?**

**Eleméry Gábor:** Némi bizonytalanságot és kivárást érzékelek a piacon, mert senki nem tudja, milyen jellegű építőipari beruházások indulnak. A tervezők a szokásosnál is óvatosabban fognak licencket vásárolni, viszont jó hír, hogy mostantól az örökös licenc mellett az Allplan előfizetési rendszere is rendelkezésükre áll.

**Reicher Péter:** A mi szakmai szempontunkból fontos év lesz 2021, mert a legújabb Archicad24 már lehetővé teszi, hogy az építésszek által elkészített modellből automatikusan kinyerhető a pálcikamodell, ami a statikus mérnökök vége-selem-módszeren alapuló számításainak digitális forrása.

**Eördögh Imre:** A járványválság szerintem néhány hónapon belül megoldódik, és visszatérhet az élet – az építőipar és a szoftveripar is – a régi kerékvágásba.

**Sabathiel Balázs:** Gyors visszaépülésben bízom 2021-ben, egyrészt azért, mert az idei

esztendőben elmaradtak olyan fejlesztések és beruházások, amikre megvoltak már a forrásaik a hazai cégeknek, másrészt komoly löketet adhat a hazai építőiparnak, ha visszatér a külföldi beruházási kedv. 2021-ben még nagy valószínűséggel nem fogjuk elérni a 2019-es kimagasló építőipari kibocsátási szintet, érzésem szerint ehhez még legalább két esztendő szükséges. Nem lesz már ugyanolyan a világunk a Covid után, mint a járvány előtt volt. A McKinsey nemrég készített egy versenyképességi tanulmányt a magyar piacról, és ami nagyon biztató jel volt, hogy az elmúlt tíz évhez képest az utóbbi egy-két esztendőben a GDP-növekedésünk már nem abból fakadt, hogy új munkavállalókat tudtunk bekapcsolni a termelésbe, hanem a hatékonyságnöveledésből. A bruttó hazai termék bővülésének mintegy kétharmada termelékenységnövekedésből áll, s mivel az építőipar a teljes GDP-hez mérten felülteljesít, ez a szektor is erőteljesen növelte termelékenységét, és várhatóan ez akkor is így marad, amikor végre megszabadulunk a vírustól.

**Reicher Péter:** A felhőalapú szakági együttműködés velünk marad, a kérdés az, hogy az újdonságok adaptációja felgyorsul-e Magyarországon, vagy bár a karanténkényszer miatt lépett egyet ebbe az irányba a piac, de megint egy helyben toporgás következhet, mert még mindig nem tanultuk meg, hogy „békeidőben” is oda kell figyelni a technológiai lehetőségekre, az attitűdváltásokra, a képzés jelentőségére. Kívánatos lenne, ha a mérnökcégek azt látnák, hogy nem kell félni a változásoktól, forduljanak nyugodtan a folyamatos innováció, a műszaki haladás és a versenyképesség növelése felé!

**Eleméry Gábor:** Hogy a Covid lecsengése után nem a pandémia előtti világ tér vissza, abban biztos vagyok. Imre említette a bérirodaházak problematikáját. Úgy néz ki, hogy az irodaházak üzemeltetői és bérlői képesek lesznek átállni egy hibrid – a hagyományos irodai munkát a távmunkával kombináló – modellre és munkarendre. Erre egyébként a vírusjárvány mostani, második hullámában már látunk jó és követhető példákat.

**Eördögh Imre:** A vírushelyzet rávilágított a felesleges utazgatások visszafogására, a hulladéktermelés csökkentésére, vagy a hatékonyabb területfelhasználásra – mindezekkel a fenntarthatóság irányába tennénk komoly lépéseket.



Csaba Zsolt 2020 szerepéről és az építésgazdaság transzformációjáról

# Átmenet/átalakulás: digitalizáció és BIM

2020 a mentális, hozzáállási fordulat éve a digitalizáció szempontjából az építésgazdaságban – nyilatkozta interjúnkban **Csaba Zsolt**, az Európai Szabványügyi Bizottság BIM műszaki bizottságának munkájában hazai tükörszervezetként közreműködő Magyar Szabványügyi Testület BIM nemzeti szabványosító műszaki bizottságának elnöke.



**– Nevezhetjük az idei esztendőt a fordulat évének a szektor digitalizációja szempontjából?**

– Mentális, hozzáállási értelemben határozottan igen. A Covid előtt ki gondolta volna, hogy működhet egy skype-os állásinterjú, nyelvvizsga vagy akár egy teamses tervezgetetés – és sorolhatná mindenki a meglepő példákat. Kollektív tapasztalatot szerezhettünk arról, hogy egyrészt nagy változásokhoz is képesek vagyunk gyorsan alkalmazkodni, másrészt rengeteg megoldás már készen van, csak el kell kezdeni használni. A vírusjárvány kevés pozitív hatásának egyike a szektorunk szabványos BIM-gerincű digitalizációjának felgyorsulása lehet.

**– Milyen más fontos tendenciákat láthatunk még ebben az évben itthon?**

– A szakmai összefogást, amit a szabványosítás egyik tapasztalataként gyakran ajánlok is mások figyelmébe. Idén a korábbiaknál is több szereplő ébredt rá: a digitalizáció kapcsán nem elég a saját szervezetük önálló erőfeszítése, mert sok dolog csak összefogással valósítható meg. Idén például két nagy múltú egyetem egyeztetve alakította ki saját induló BIM-szakmérnöki képzését, kivitelező cégek és egy szoftverfejlesztő startup pedig együtt foglalkoznak az építőanyagok azonosításával, szállítólevelekkel és építéshelyszíni logisztikával. Ez utóbbi esetben azt gondolhatnánk, ez egy olyan digitalizáció, ami nem vagy nem



nagyon kapcsolódik a BIM-hez és annak szabványosításához. Pedig az épített környezet digitális ellátási láncával a nemzetközi szintéren már foglalkoznak egy ideje, illetve az ezekhez is szükséges kapcsolódó szabványok nemrég jelentek meg, vagy hamarosan megjelennek. A hazai összefogást erről és a jelenleg rendelkezésre álló szakmai információkról, illetve a jövőben várható fejleményekről tájékoztattam, így esély nyílik arra, hogy olyan megoldást fejlesszenek, amit nem vagy csak alig kell egy majdani, teljesen összeálló európai rendszerhez igazítani, vagy akár annak egyik pilotja is lehet. Ennek az esetnek tehát van egy olyan tanulsága, hogy mielőtt itthon ki akarunk találni valamit, érdemes nemzetközi kitekintést tenni, szinte mindig fogunk találni viszonyulási pontokat, és ebben a szabványosítás kiváló lehetőség, igyekszünk is ezeket az információkat becsatornázni a hazai szakmai vérkeringésbe. Ebből is látszik, hogy a BIM-szabványosítás rendkívül szerteágazó, és az egész szektor alapjaiban érinti. Világos persze, hogy a szektor digitalizációja nem egyenlő a BIM bevezetésével, de a BIM-gerinc nélkül nincs nemzetgazdasági szinten értelmes digitalizáció. Szerencsére a legtöbb digitalizációs esetben magától értetődő a

A széles körű digitális átmenet közben foltokban következik be a digitális átalakulás. ”

BIM-mel való összefonódás vagy összekapcsolódás.

**– Milyen tévedések élnek még a BIM kapcsán 2020-ban?**

– Azon az alaptévedésen már talán túl vagyunk, hogy a BIM egy szoftver. De azt még sokan vallják, hogy a BIM csupán egy eszköz, és a mérnöki építészeti értékteremtésnek sokadik szintű alárendeltje. Ha ezt a kérdést távolabbról szemléljük, akkor eljutunk a digitális átmenet versus digitális átalakulás kérdésköréhez. Ennek lényege, hogy a digitális átmenet pusztán a meglévő megoldásokat próbálja digitalizálni – lényegében változatlan formában és kontextusban –, míg a digitális transzformáció megváltoztatja az addigi folyamatokat, a meglévő szervezeti struktúrát és kultúrát, vagy akár az üzleti modellt és szerződési rendszereket. Ezen a szemüve-

gen keresztül nézve anno a rajztábláról a CAD-es „digitális rajztáblára” való váltást tekinthetjük digitális átmenetnek, de a BIM szervezetre történő implementálása már a most aktuális „level 2” szinten is digitális transzformációnak mondható. Ez pedig messze túlmutat az egyszerű eszközként való használaton, főként, ha figyelembe vesszük, hogy a BIM-rendszerben nemcsak új utakon jutunk el a kitűzött célig, hanem maguk a célok is szinte automatikusan mások lesznek. Elég, ha csak arra gondolunk, hogy például a teljes életciklussal kapcsolatos célok felkerülnek az étlapra.

**– Jól értem, hogy egy digitális átmenet után következik be a digitális átalakulás?**

– Ennél még izgalmasabb. Úgy látom, hogy a széles körű digitális átmenet közben foltokban következik be a digitális átalakulás. Míg az előbbi főleg a még teljesen analóg területeken, az utóbbi inkább a már eddig is digitalizált területeken jellemző.

**– Van tanulsága más ágazat digitalizációjának az építésgazdaságra vonatkozóan?**

– Gyönyörű hazai példák és tanulságok mutatnak utat. Csak két érdekesebbet emlí-



tenék: az azonnali átutalási rendszer bevezetését és az elektronikus számlázás kötelezővé tételét. Ezek túlmutatnak saját szektorukon, többéves előkészítés és az érintettekkel történő egyeztetés eredményei, többlépcsős bevezetés, pozitív nemzetgazdasági és versenyképességi hatások, állami szerepvállalás, összefüggés európai szintű kezdeményezéssel, pozitív innovációs és környezetvédelmi hatások – és még lehetne folytatni. Az említett fejlesztések önmagukban elsőre csak digitális átmenetnek tűnnek, valójában azonban olyan láncszemek, amelyek segítségével sok szereplő a valódi digitális transzformációt tudja létrehozni, vagy a meglévőt kiteljesíteni.

**– Ezek szerint segítene, ha kötelezővé tennék mondjuk a BIM használatát?**

– Emlékszem két ideai konferenciára, az egyikén még online is megkönnyebbült sóhajtott lehetett hallani, amikor az állam részéről elhangzott: mindenki nyugodjon meg, nem lesz 2021. január elsejétől kötelező a BIM. Ezzel szemben többen is külső állami kényszert sürgettek, mondván, ez összességében pozitív impulzust adna a szektornak. Személyes véleményem az ügyben évek óta változatlan: szükség van egy, a szakma legalább részleges rábólintását bíró nyilvános, előre ismerhető hazai BIM-útitervre, amely mondjuk öt-hét éves, fokozatos bevezetés során, valamilyen szakmai elv alapján az épített környezet egyre nagyobb részére vonatkozó, az idő előrehaladtával egyre fokozódó BIM-követelményeket először magas, majd egyre csökkenő támogatásokkal társítja.

**– Ezek szerint egy igazi transzformáció nem fog menni az állam szerepvállalása nélkül?**

– Megítélésem szerint létezik egy üvegplafon, ameddig a piac önmagában képes fejlődni, de e felett ez egyrészt nem feltétlenül érdeke, másrészt az állammal szemben nincs birtokában az ehhez szükséges eszközrendszernek. Egy szintig tehát valójában az igazi kérdés az, hogy egy koordinált vagy koordinálatlan fejlődés fog bekövetkezni. A koordinálatlan fejlődés mellett a „győzőn a jobbik a piaci versenyben” elvét, a koordinált fejlődés mellett pedig a korlátos erőforrásokkal való hatékonyabb gazdálkodást és a BIM-re jellemző, cég-szint feletti (projekt, szektor) makroszintű szempontok érvényesítését szokták fel-

hozni. Részemről a koordinált megoldást támogatom, és nemzetközileg is látszik egy ilyen tendencia. Úgy gondolom, ez jobb eredményt hoz, de a nehezebb út választását jelenti. Az idei év fejleménye a konkrét együttműködések mellett pont ennek az általános szakmai koordinációra való igénynek a megjelenése, ami tetten érhető volt konferenciákon, szakmai egyeztetéseken, akár már az állam valamely szereplője kezdeményezésére. Ezek értelme az, hogy a szereplők lassan a pályán, és ez alapján tudjanak fejleszteni, saját erőforrásaikkal jobban gazdálkodni. Mi a BIM-szabványosítás oldaláról is támogatjuk ezeket, sőt az MSZ EN ISO 19650-1, -2 magyar nyelvű változatának elkészítésekor magunk kezdeményeztünk egy külső véleményeztetési kört, és visszacsatoló online meetinget is tartottunk BIM-szakértők számára. A több száz visszajelzés segítette az anyagot még jobbá tenni, a szakma számára pedig egy kicsit sikerült közelebb hozni a szabványosítást. A szabványok szakmai egyeztetési folyamata tehát befejeződött, a csupán két függőben maradt kérdésben bizottságunk a napokban dönt, és ezzel szakmailag is lezárul a folyamat. Ezután egy nyelvi és egy általános szabványosítási lektorálást követően várhatóan az első negyedévben kihirdethetők lesznek a szabványok.

**– Tehát akkor az a várakozás, hogy itthon az állam nem fog szerepet vállalni a digitalizációs BIM-es folyamatban?**

– Épp ellenkezőleg, biztos vagyok benne, hogy végül az állam meg fog érkezni, de ennek az időzítése és az ebből adódó fogadtatása egyáltalán nem mindegy sem a piacnak, sem az államnak. Ha ugyanis a piac már jórészt túl lesz az átalakuláson és az ehhez kapcsolódó pozitív hozzájáról, akkor az állam megjelenését egy elkülönülten érkező teherként is megélheti. Hiszen ez olyan elvárásoknak való megfeleléseket is támaszthat a piac felé, amiket esetleg nem láthatott előre a saját áttállása során, vagy a kialakított megoldását hozza kell igazítani. A jó hír az, hogy hasonló horderejű változásokat hozó nagy áttállásokat – mint a már említett más szektoraink példái mutatják – meg tudunk oldani itthon. A rossz hír az, hogy az építésügy kormányzaton belüli széttagoltsága, párosulva a gyakori személyi változásokkal, sajnos nem könnyíti meg egy egységes,

ideális időzítésű koncepció kidolgozását és végrehajtását. Az ideális megoldás az előre kiszámítható BIM-útiterv keretében történő állami megjelenés lenne, viszont ennek időzítésével szerintem legalább két évvel vagyunk lemaradva az ideálistól, de ez még kezelhető lehet.

**– Milyen várakozásokkal tekintünk 2021-re, mi lenne jó és mire számíthatunk?**

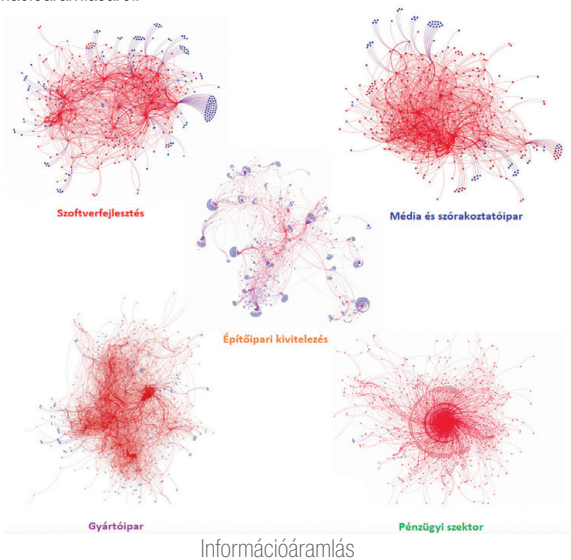
– Címszavakban: nagyobb belátás, gyorsuló digitális transzformáció, tömegesedés kezdete, a hazai pionírok továbbfejlődése, nemzetköziesedés – kevert relációk: külpiacra kilépő hazaiak, külföldi befektetőknek megfelelni tudó hazaiak –, a koordináció és együttműködés további erősödése, a digitalizáció és a BIM rétegeinek és összefüggéseinek jobb megértése. Ha ezekből csak néhány vagy néhány csak részben megvalósul, akkor sikeres 2021-et tudhatunk majd magunk mögött. Elvi síkon azt remélem, jóval többen lesznek kulcspozícióban azok, akik megértik, hogy a szektor szabványos BIM-gerincű digitalizációjában való jelentős előrelépés sajnos nem „kívánásgmúsor”, amit akkorra halaszthatunk, amikor a leginkább jólesne az átalakulás. Meg kell érteni, ez elsődlegesen nemzetgazdasági versenyképességi kérdés, amihez számos más stratégiai cél is társul, és ezek a célok valójában súlyos kényszerekből fakadnak. Csak két példa: a külföldi befektetők magas szintű BIM-es elvárásainak legyenek kellő számban megfelelni tudó hazai cégek, illetve a külpiacokon megjeleni tudó, versenyképes magyar építésgazdasági szereplők. Bízom benne, hogy a talán legnagyobb lemaradásban lévő megbízási oldalon egyre több követésre méltó, BIM-esen jól indított projektekkel találkozhatunk. A hazai ingatlanszakma tavaly és idén elindult külföldre „kifektetni”, nem mindegy, milyen digitalizációs szemléletet visznek, illetve hoznak. Meggyőződésem, hogy érdekes tapasztalatokról fognak beszámolni. Saját házuk táján a BIM-szabványosításban a 19650-es szabványsorozat következő részei magyar nyelvű változatainak elkészítését és a szabványok „akadálymentesítésének” folytatását ígérhetem. A gyakorlatban pedig azt remélem, hogy a szektorunk digitális transzformációja és a vele kéz a kézben járó technológiai fejlődés újra vonzóvá teszi szektorunkat a fiatal generációk számára.

# Felhőalkalmazások az építőiparban

A „felhő” kifejezést gyakran halljuk a mindennapjainkban, ha szeretnénk megérteni, miről van szó, érdemes benézni a színtalpak mögé, hogy megtudjuk, számunkra van-e haszna a felhőmegoldásoknak?

Definíció szerint a felhőalapú szolgáltatások, számítások tulajdonsága, hogy nagyon könnyen hozzáférhetőek széles felhasználói rétegek számára, egyszerű felületen keresztül, amikor épp szükségünk van rá, és rugalmasan skálázható erőforrásokat (szervereket, hálózatokat, tárhelyeket, szoftvereket és szolgáltatásokat) használnak, amelyeket gyorsan munkába tudunk állítani. Felhőalapon használhatunk szoftvert, platformot, infrastruktúrát és ezek keverékét. Hozzáférési módok szerint lehetnek magán, csoportos, publikus vagy hibrid megoldások. A rövid definíció alapján látható, hogy a felhőalapú megoldások nagyon sokféleképpen konfigurálhatók, ezért szinte bármilyen célra munkába foghatók.

Az építőipar – bár digitalizációs szempontból lemaradásból indult – az egyik legnagyobb felhasználója a felhőalkalmazásoknak. Az építőipari munka jellegéből fakadóan nagyfokú együttműködést kíván az építési helyszínek, irodák vagy a különféle szakágak között. Az 1. ábra egy összehasonlítás öt különböző iparág információáramlásáról:



Az ábrán a piros pontok a cégen belüli szereplők, a kék pontok a külső szereplők, a piros és a kék vonalak a cégen belüli és a külső szereplők adatelérését jelentik. Tanulásként leszűrhető az építőipari információáramlásról, hogy sokszereplős, számos külső közreműködővel és adatforgalommal, földrajzilag erősen szétszórt. Az összehasonlított iparágak közül az építőipar használja leginkább a mobilkészülékeket az adatok elérésére.

Egy észak-amerikai építőipari kivitelező cégek körében végzett felmérés szerint (Associated General Contractors of America) 2012-ben a megkérdezettek 12%-a használt felhőmegoldásokat, 2017-ben viszont már 85%. A megnövekedett használat legfőbb indokaként a válaszadók a kommunikáció javítását és az építéshelyszíni munka hatékonyságának növelését jelölték meg. Gyakori válasz volt a hardver infrastruktúrán való költségmegtakarítás is. A legfontosabb feladatok,

amit a kivitelezők felhőalkalmazások segítségével végeznek: munkahelyi naplózás, jelentések készítése (44%), adatok és információk elérése (41%), a feladatok elvégzésére és a jóváhagyási folyamatokra fordított idő mérése (40%), tervek, fényképek és dokumentumok megosztása (38%).

A Covid-19-pandémia kontextusában a felhőalkalmazások a digitalizáció katalizátorai lettek, könnyebbé téve a helyzet kezelését azoknak, akik használják. Kis-, közép- és nagyvállalatok egyaránt arra kényszerülnek, hogy működésüket távoli eléréssel is fenn tudják tartani, annak érdekében, hogy a termelékenységük ne csökkenjen számottevően. Ebben az időszakban felértékelődik a felhő szerepe. A technológia hozzájárul egy biztonságosabb, jobb együttműködést biztosító környezet létrehozásához.



Egy felhőalapú építőipari alkalmazás, mint amilyen például az Autodesk BIM 360, segíthet nekünk abban, hogy:

1. Mobil eszközről is elérjük a dokumentumainkat. Minden negyedik bontással járó kárigény a hiányos vagy pontatlan dokumentálásra, logisztikai problémára vezethető vissza. Megfelelő műszaki dokumentum kezelő szolgáltatást használva ezek a hibák kiküszöbölhetők, az irodát és az építési helyszínt valós időben tudjuk összekötni.
2. A dokumentumokat naprakészen tartjuk, a módosításokat kezelni tudjuk. A tévesen elvégzett munkálatokért 55%-ban a nem megfelelő verziójú tervek felelősek. Megfelelő verziókövetéssel az egyes tervváltozatok időbeli alakulása pontosan nyomon követhető, sosem kérdés, hogy melyik az aktuális terv.
3. Valós időben tudunk a terveken keresztül kommunikálni. A hagyományos felhöz, tervekre fiárlás, módosítás kérése mire minden érdekelt félhez eljut, napokba telhet. Ezt az időt nagyon egyszerűen lerövidíthetjük azzal, hogy amit digitálisan rajzolunk vagy feliratozunk, az azonnal láthatóvá válik minden érintett szereplő számára.
4. Jobban átlássuk a teljes projektet és minden kapcsolódó információt. Ha egy kép felér ezer szóval, akkor ezer kép akár egy teljes regénnyel is. A digitális dokumentum kezelés korlátlan tárhellyel lehetővé teszi, hogy minden dokumentumot, feljegyzést, állapotot szóban, rajban vagy fényképen is rögzítsünk, nagyban megkönnyítve, hogy a teljes projektről pontos képet kapjunk.
5. Megnézhetjük a 2D és 3D dokumentumokat és modelleket a helyszínen, mobil eszközökön is. Ha egyszerre tudjuk megnézni egy építmény vagy csomópont két-dimenziós rajzait és 3D modelljét is, azzal kiküszöböljük a téves interpretálásokat. Ha a BIM modellünket nem tudjuk kivinni a helyszínre, akkor a kivitelező kollégák sok előnyt nem tudják kihasználni.

Amennyiben még nem használnak felhőalapú megoldásokat a tervezői vagy kivitelezői gyakorlatukban, érdemes végiggondolni, hogy milyen előnyeik származhatnak ebből. Kollégáinkkal a HungaroCAD-nél örömmel segítünk az eligazodásban.

Sabathiel Balázs  
HungaroCAD Kft.







**HungaroCAD**  
www.hungarocad.hu



**AUTODESK**  
Gold Partner

## Válassza a BIM 360 építőipari projektkezelő rendszert!

Rendszerezze, optimalizálja,  
kapcsolja össze projektjeit!







Veszélyhelyzetben is rugalmas, családbarát megoldások

## Mérnökök karanténoffice-ban

A vírusjárvány következtében a 2020-as év különösen emlékezetes marad a cégek számára, így van ez az Utiber életében is. Számptalan területen negatíván befolyásolta a mindennapokat, ugyanakkor pozitív hozadékként megalapozott, felgyorsított döntési folyamatokat eredményezett. Ilyen pozitív eredmény volt az otthoni munkavégzés bevezetése.



**Keresztes Jenő,**  
az Utiber tervezési  
igazgatóságának  
operatív igazgatója

2020 tavaszán, a vírus terjedésének megfékezése során kialakult helyzet hirtelen szüntette meg a megszokott munkarendeket, tárgyalásokat, és egyben megszüntette az együtt dolgozás örömet és biztonságát. Gyorsan és hirtelen kellett döntést hozni arról, miként lehet teljesíteni a szerződéseinkben vállalt kötelezettségeket oly módon, hogy megóvjuk munkatársainkat a pandémia okozta veszélyektől. A cél egyértelmű volt: a személyes kontaktusok számának minimalizálása, a projek-

tek megvalósításához szükséges üzletivel fenntartása, valamint a munkahelyek megőrzése. Két megoldás körvonalazódott. Az egyik a hagyományos munkarend fenntartása különböző munkaegészségügyi, távolságtartó intézkedésekkel, a másik egy soha ki nem próbált, nehezen kontrollálható, a munkavállalók részéről nagyobb egyéni felelősséggel járó munkarend bevezetése volt. Végül az Utiber egyik legnagyobb értékét, a humán erőforrás biztonságát és igényeit szem előtt tartva hozta meg azt a döntést, amelynek értelmében a tervezés területén a cégnek a tartósan otthonról folytatott munkavégzésre kellett átállnia, míg a mérnöki-lebonyolítói feladatok területén úgynevezett vegyes munkavégzést vezettek be. A hatá-



rozat nemcsak a veszélyeztetett csoportba sorolt munkatársakat érintette, hanem a cég valamennyi munkavállalóját, ennek eredményeként egyik napról a másikra közel 200 munkatársunk kényszerült részben vagy teljesen home office-ba, vagy a vírus-helyzetre utalva inkább karanténoffice-ba. Egyszerre borultak fel a munkavégzés szabályai, az iskolai keretek, a szabadidőnk eltöltésének lehetőségei, illetve a családdal való találkozásunk rendje. Otthonunk ideiglenes telephellyé alakult, amely szinte minden osztály, főmérnökség és kirendeltség munkájának átszervezését vonta maga után.

### Költözés a digitális térbe

A digitalizáció előretörésének és a piaci versenynek hála, az elmúlt években egyre kedvezőbb feltételekkel lehetett távközlési és informatikai szolgáltatásokhoz hozzájutni, egyre fejlettebb közlekedési infrastruktúra-tervezést támogató szoftverek, alkalmazások váltak elérhetővé. A fejlődő technológiát követve az elmúlt évtizedekben az Utiber is átállt a papíralapú tervezésről a számítógéppel támogatott tervezésre. Az igényekhez alkalmazkodva már a járvány kezdetén is rendelkezésre álltak a felhőalapú működést biztosító operációs, irodai és tervezői szoftvercsomagok.

Mivel a munkavállalók hasonló helyzetet eddig - szerencsére - nem tapasztaltak, a hirtelen jött „rendszerátváltásra” vonatkozó minta nem állt rendelkezésünkre, azt legjobb tudásunk és szándékunk szerint alakítottuk ki. Egy gyakorlott mérnök (legyen tervező vagy lebonyolító) az említett technikai feltételek, hardver, szoftver, egyértelmű diszpozíció, adatszolgáltatás és megfelelő infrastruktúra birtokában el tudja végezni a feladatait. Az első két tényezőt a cég biztosította, illetve mindenkor biztosítja. Az egyértelmű diszpozíció minden esetben az egyeztetések függvénye, az adatszolgáltatás pedig sokszor a külső partnerektől függ, ezért a veszélyhelyzetben általuk hozott intézkedésekre különös figyelmet kellett fordítani. A kevesebb tapasztalattal rendelkező kollégák munkájának karanténoffice-ban történő irányítása, a tapasztalatok megosztása és ellenőrzése már nagyobb figyelmet igényelt.

Egyes tárgyi eszközök biztosítása során a hirtelen átállás kihívások elé állított

ta a céget, de az informatikai osztály tudásának és rugalmasságának köszönhetően gyorsan megoldást talált a problémákra. A notebookkal dolgozó munkatársak otthoni munkavégzésre való átállása gördülékenyen ment. Azok a munkatársak, akik asztali számítógép használatával végzik a munkájukat, vagy hazavitték a teljes munkaállomást, és a cég szervereit otthonról VPN-en (virtuális magánhálózaton) keresztül érték el, vagy otthoni számítógépen/notebookon a TeamViewer használatával érték el a munkahelyi számítógépet. Azoknak a kollégáknak, akiknek a munkaköre nem tette lehetővé az otthoni munkavégzést, vagy egyszerűen továbbra is az irodában akartak dolgozni, a cég biztosította ezt, a megfelelő biztonsági intézkedések betartásával.

Az egyeztetések többsége átkerült a digitális térbe. Az évek óta használt kommunikációs csatornák (e-mail, mobil) kiegészültek olyan felhőalapú chat- és videótelefonálásra is használható alkalmazásokkal, amelyek mobilalkalmazásban is elérhetők, ezzel is biztosítva a 7/24-es rendelkezésre állást. A társtervezők, projektvezetők, vagy a lebonyolításban, műszaki ellenőrzésben részt vevők együttműködését nagymértékben segítette az online

megbeszélések technikai lehetőségeinek kihasználása. Képernyőmegosztás segítségével gyorsan és hatékonyan folyt az eszmecsere, és hasznosnak bizonyult azon funkció, amely távolról is lehetővé tette a másik munkaállomás irányításának átvételét. Szükség szerint a céges hálózaton kívüli partnereinknek is biztosítani tudtuk a videokonferenciákhoz való csatlakozási lehetőséget. A korábban alig használt videóalapú kommunikációnak nemcsak a külső, hanem a belső kommunikációban is óriási jelentősége lett.

### Túllendülni a nehézségeken

A veszélyhelyzet miatti rendelkezéseinkkel párhuzamosan az ügyfeleink, üzleti partnereink (megrendelők, üzemeltetők, szolgáltatók, alvállalkozók, konzorciumi partnerek) is különféle új intézkedéseket vezettek be. Kommunikációs célra minden cég jellemzően más technológiát használt, az ezekhez való igazodás mindannyiunk számára kihívást jelentett. Minél több projektben vett részt valaki, annál nagyobb mennyiségben érkeztek - nem releváns - információk a különböző chatfelületeken, sok esetben csökkentve a munkavégzés hatékonyságát.



A **TÉRBELI SAKK**, egy új magyar találmány, a mérnöki térlátás fejlesztésének eszköze. Az ismert sakk játékerét kiterjeszti a harmadik dimenzióra.

Kapható a **terbelisakk.hu**-n és a REGIO játékboltokban.

**Karácsonyra nagyszerű ajándék!**

Az otthoni munkavégzésre való átláson túl a tervezők számára további nehézséget jelentett a tervszállítással kapcsolatos elvárások betartása. Hasznos lett volna az elvárásokat rendszerszinten, megbízói és megrendelői oldalon egyöntetűen átgondolni, és azokat a járvány okozta nehézségekhez igazodva újraértelmezni. Meglátásunk szerint a teljes körű digitális szállítás mellett – melynek állományai otthonról kellő biztonsággal előállíthatók – a nyomtatott tervpéldányok időbeli késedelme egyes esetekben elfogadható lehetett volna. Különösen nagy diszsonanciát okozott, hogy míg saját munkatársaik védelme érdekében egyes megrendelők a papíralapú dokumentációkra – a vírus felületi terjedése okán – karanténkötelezettséget vezettek be, addig a szállítói oldalon ugyanezen kockázatot figyelmen kívül hagyták, sőt szigorúan ragaszkodtak a papírdokumentációk határidőre történő beérkezéséhez. De jó példaként szolgál a megvalósulási tervkészítéshez beérkező papíralapú kivitelezői adatszolgáltatás is, amely a munkatársunkhoz való eléréséig feltételezhetően sok ember kezén átment. Mivel a kollégák a járvány miatt földrajzilag nem egy helyen dolgoztak, a különböző dokumentációk biztonságos eljuttatását meg kellett oldani, ami a teljesítésre rendelkezésre álló – sok esetben minimális – időt tovább rövidítette, nem beszélve a vírus felületi terjedésének veszélyeiről. Ugyanez volt tapasztalható a kivitelezői teljesítésigazolások során. Ugyanakkor a korábban bevezetett elektronikus építési napló előnyt jelentett ebben a rendkívüli helyzetben.

Hogy mekkora volt a tényleges kockázat, azóta sem tudjuk; ugyanakkor az amúgy is összetett helyzetben, ahol állandósult bizonytalanságérzet (sok esetben félelemérzet) alakult ki, bizonyos kérdések kezelésének rugalmassága indokolt lett volna.

Természetesen vannak olyan tevékenységek, amelyeknek a digitális térben nincsen kiforrott gyakorlata. Ezek dokumentumait a karanténoffice időszak alatt is kinyomtatva, papíralapon kellett feldolgozni. Jó példa erre a tervelenőrök munkavégzése, ahol a nagy méretű képernyő sem biztosít kellő áttekinthetőséget a szerkeszthető vagy pdf-állományok ellenőrzésére. A digitális tervelenőrzésben

a szemléletváltás, a tervdokumentációkkal kapcsolatos jogszabályi követelmények változása, valamint a BIM széles körű elterjedése hozhat érdemi előrelépést. Az Utiber e területen úttörő szerepet kíván betölteni: a BIM-alapú szemléletet támogató megoldásaink fokozatosan fejlődnek.

A cég munkatársai között egyaránt találunk fiatal, pályakezdő vagy néhány év gyakorlattal rendelkező, illetve középkorú vagy idősebb szakembereket. Az életkori sajátosságokból adódóan más-más tényezők okoztak nehézséget ebben a helyzetben. A fiataloknál a digitális megoldások magától értetődőek, azonban az alberlet és az életkörülmények megnehezítik a tartós otthoni munkavégzést. Az idősebb kollégák számára pedig az új megoldások elfogadása jelentett nagyobb kihívást.

Az otthoni munkavégzés legnagyobb korlátjának mégis az óvodák és iskolák bezárása bizonyult. A váratlanul kialakult helyzetben a megfelelés kényszere két okból is hatalmas teherként nehezedett a családos munkavállalókra. Egyfelől az új munkakörülmények és a folyamatos változások okán a munkavégzéshez nagyobb figyelem kellett, másfelől családi szerepeik mellett megjelentek a „pedagógusi elvárások” is ugyanabban az időszakban. Megoldást egyedül a munkaidő „kiterjesztése” hozott: egy adott feladat legyen bármikor elvégezhető a nap folyamán. A munkáltatói és munkavállalói példás rugalmasság eredményeként a projektek határidőre elkészültek, igazolt megbetegedés nem történt. Munkatársaink – a veszélyeztetett korosztályba tartozó kollégák kivételével – az első hullám végén ütemezetten, egy ségenként/osztályonként tértek vissza az irodákba, továbbra is betartva a kézferőtlenítési és egyéb biztonsági intézkedéseket.

### És jött a második hullám...

A decentralizált működés időszakának eredményei egyértelműen igazolták munkatársaink felelősségteljes hozzáállását, amely kellő alapot jelentett a korábban több kockázatot rejtő home office bevezetésére. Cégünk az első hullám végével – a vírushelyeztetől függetlenül – felajánlotta munkatársainknak a home office lehetőségét, amelynek adminisztrációját egy saját fejlesztésű, felhőalapú applikáció biztosítja. Jelen szabályozás havi négy nap otthoni munkavégzést tesz lehetővé. A visszajelzések

A cikk írásakor a munkatársak túlnyomó többsége ismét otthoni munkavégzésre rendezkedett be... ”

sek alapján a munkatársak – a korábbi hónapok tapasztalatai alapján – az irodai jelenléteket részesítik előnyben, ugyanakkor igénylik a jelen szabályozásban biztosított otthoni munkavégzés lehetőségét is.

Azóta megérkezett a vírus második hulláma, és újra aggodalommal, bár a második negyedév tapasztalataival gazdagabban próbáljuk kezelni a helyzetet. Munkatársaink védelme és az irodai munkavégzés biztonsága érdekében idejekorán bevezettük a maszkhasználat, lázmérés és kézferőtlenítés szabályait, érvényességüket az irodaházba érkező külső partnerekre is kiterjesztve. Törekszünk az online egyeztetések szervezésére, és örömmel tapasztaljuk, ha erről üzleti partnerünket sem kell győzködni. Sajnálatos módon a hullám lényegesen nagyobb amplitúdója már több munkatársunk megbetegedését is okozta. A cikk írásakor a munkatársak túlnyomó többsége ismét otthoni munkavégzésre rendezkedett be, mert a számok és a mérnöki racionalitás a vakcinahírek ellenére megítélésünk szerint ezt indokolja.

Bízunk abban, hogy átvészeli az előttünk álló bizonytalan időszakot is. Reméljük, hogy minden piaci szereplő és kormányzati döntéshozó megfelelő rugalmassággal járul hozzá a projektek megvalósításához.

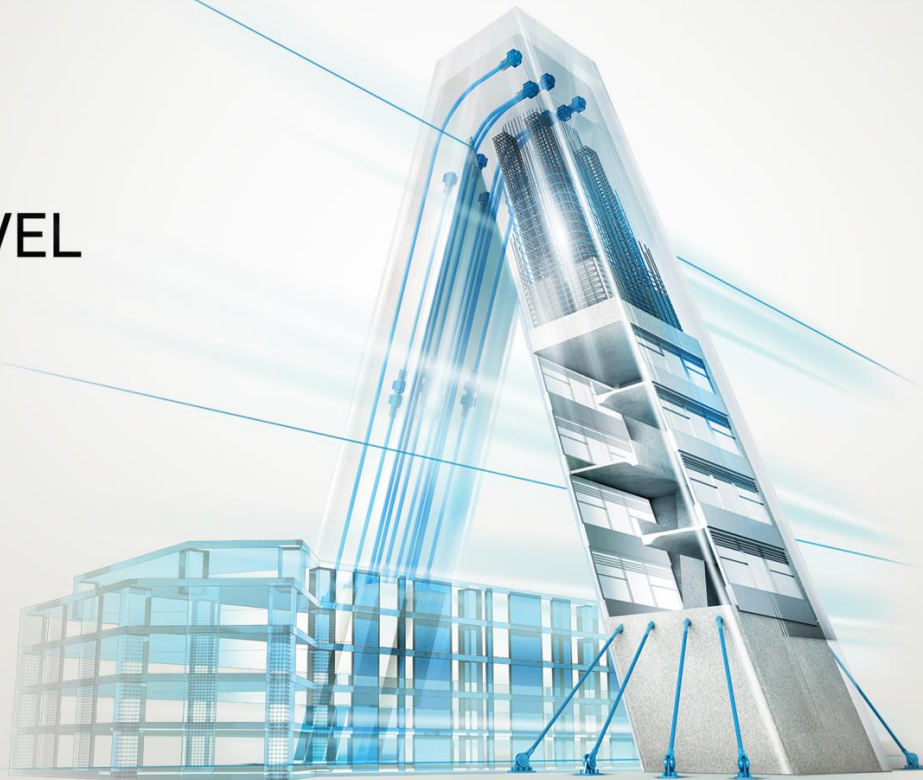
Egyes víziók akár már rövid távon hasonló veszélyhelyzetek ismétlődését vetítik előre. Az egyre nagyobb léptékű digitalizáció – veszélyhelyzettől függetlenül – biztosítani fogja a fix helyhez nem kötött munkavégzés lehetőségét, de önmagában ez nem elég. Annak érdekében, hogy a digitalizáció előnyeit minden területen – munkatársaink képességeit illetően is – ki tudjuk használni, a folyamathoz rendszer szinten hozzá kell hogy tartozzon a külső jogszabályi és a cég belső szabályozási rendszerének illesztése, az oktatás, képzés, munkakultúra fejlesztése.



IGÉNYELJEN INGYENES  
PRÓBAVERZIÓT  
VAGY KONZULTÁCIÓT!

# ALLPLAN RAISE YOUR LEVEL

ALLPLAN  
ENGINEERING



Az **Allplan Engineering** a megfelelő BIM megoldás szerkezettervező mérnökök számára és építmények építészeti- és tartószerkezeti tervezéséhez, a koncepciótól a szerkezeti kialakításon át a végleges megoldások kidolgozásáig.

## AZ ALLPLAN ELŐNYEI:

- \ 3D modellből származtatott zsaluzási- és vasalási tervek
- \ Pontos vaskimutató, hajlítási lista, mennyiségelszámolás
- \ Együttműködés más építészeti- és statikai programokkal
- \ Nyílt, felhő alapú BIM platform: [www.bimplus.net](http://www.bimplus.net)
- \ Magyar kezelői felület, súgó és dokumentáció

[www.tangens.hu](http://www.tangens.hu)    [www.allplan.com](http://www.allplan.com)  
[info@tangens.hu](mailto:info@tangens.hu)    +36 1 424 0134

**TANGENS**  
KERESKEDELMI ÉS KONZULTÁCIÓS KFT



Allplan magyar képviselő:  
Tangens Kft. H-1222 Budapest, Kiránduló u. 4/a  
(Nemetschek Magyarország Kft. új elnevezése)



Dokumentálás, kollaboráció, információmegjelenítés

# A BIM használata a kiterjesztett és a virtuális valóságban

A BIM (Business Information Modeling) rendszerek használata ma már elengedhetetlen az építőipari műtárgyak tervezése és kivitelezése során. A mérnökök a BIM-alkalmazásokban tervezik meg az épületeket, hidakat és utakat. A beruházók e tervek alapján engedélyezik a kiviteli munkák megkezdését, a kivitelezők pedig ezek alapján építik meg a beruházó által megálmodott műtárgyat.

Ott Károly

A tervezésen és kivitelezésen kívül a BIM-rendszerek ma már alkalmasak a műtárgy használata során az üzemeltetési és karbantartási feladatok támogatására is. Ehhez azonban szükséges, hogy a felhasználók a tervezést követő fázisokban (kivitelezés, üzemeltetés) is aktívan használják a rendszert, és az egyes szakaszokban születő adatokat rögzítsék a modellhez. Ez a feladat segíti a dokumentálást, továbbá a különböző személyek és csapatok közti kollaborációt is támogatja, így a BIM-rendszer egyfajta közvetítő platformként is tud funkcionálni, amely aszinkron módon köti össze az egyes fázisokat és csapatokat. Az adatok rögzítése történhet manuálisan – mint például a terv elkészítése, illetve később a tervekben vagy a mű-

tárgyban történt módosítások, átépítések átvezetése a modellen –, és történhet automatizáltan is, például a műtárgyról gyűjtött szenzoradatok letárolása szoftverek segítségével. A kiterjesztett és virtuális valóság a BIM-rendszerek funkcionalitását bővíti a modell- és adatmegjelenítés területén.

## Hogyan működnek?

A kiterjesztett valóság olyan informatikai megoldás, amikor a valós világra valamilyen informatikai eszközzel további információt vetítünk ki, ezáltal terjesztve ki az általunk érzékelhető valóságot. Az ilyen alkalmazások általában okostelefonokon vagy tableteken működnek (de már itt is megjelentek az ún. okos szemüvegek). Például az egyik népszerű bútóráruház alkalmazásával elhelyezhetjük otthonunkban



vagy irodánkban azokat a bútorokat, amelyeket szeretnénk megvásárolni, és megnézhetjük, miként férnek el és hogyan mutatnak az adott helyiségben 3D-ben. De ezt a megoldást alkalmazzák a mai autókban is az ún. head-up display kijelzőkben, amelyek a vezető látómezőjébe vetítenek ki információt a sebességről vagy az útirányról.

Virtuális valóságnak nevezzük azokat az informatikai megoldásokat, amelyek valamely eszköz segítségével virtuális teret és tartalmat vetítenek a szemünk elé. Ezek az eszközök olyan szemüvegek, amelyek kijelzőjünkkel teljesen eltakarják szemünk előtt a valóságot, és csak a digitális tartalmat engedik láttatni. Használatuk a számítógépes játékok világából indult el, majd az oktatásban jelent meg szemléltetési feladatokat célozva, de egyre több alkalmazás jelenik meg rajtuk a vállalati felhasználás céljából is.

Az építőiparban a kiterjesztett valóság számos területen alkalmazható. Az eszközök képesek felismerni a körülöttünk lévő teret, épületeket vagy műtárgyakat, és képesek további információt vetíteni a szemünk elé, akár az adott objektumra ráhelyezve. Ezek az információk lehetnek leíró jellegű adatok, dokumentációk, tervek, de lehet maga a terv modell is, amelyet összevethetünk a valós objektummal. Az eszközökön futó alkalmazásoknak köszönhetően ezt az összevetést digitálisan is megtehetjük, és láthatjuk az eltérést akár cm-ben is, ami hasznos segítség lehet a munka során.

Fontos, hogy az eszközök nemcsak adatmegjelenítésre képesek, hanem adatrögzítésre is, ennek köszönhetően gyorsan és hatékonyan tudjuk dokumentálni a szükséges információkat, és nem szükséges azt később manuálisan elvégezni. Ezek a dokumentációk bármikor elérhetők akár helyben, akár más helyszínen, vagy bent az irodánkban. Ha minden egyes ellenőrzés során megtesszük ezeket a lépéseket, akkor később nyomon követhetők lesznek az időbeni változások is.

Léteznek már olyan megoldások a kiterjesztettvalóság-szemüvegekre, amelyekkel megjelölhetünk javítandó, karbantartásra szoruló épületelemeket vagy berendezéseket a térben, átadva az információt a rendszeren keresztül a karbantartást végzőnek. A felhasználó később is előhívhatja az információt az adott helyszínen, ami megkönnyíti a javítás tárgyá-



A kicsinyített méret mellett valós méretben is beléphetünk a modellünkbe. Bejárhatjuk, szabadon mozogva mindhárom dimenzióban. ”

nak beazonosítását, illetve az elvégzett munka ellenőrzésére is használható.

Az eszközön elhelyezett kamera, kijelző, mikrofon és hangszórók segítségével a helyszínen dolgozó szakember a szemüveg által közvetített videót megosztva egyeztetget akár a világ másik végén dolgozó kollégával/szakértővel. Az ilyen jellegű használatlalt jelentős mennyiségű időt és költséget lehet megtakarítani (utazás stb.).

### Beléphetünk a modellbe

A virtuális valóság az építőiparban szintén jól alkalmazható. A BIM-rendszerekben elkészített tervek 3D-s modellje megjeleníthető a szemüvegekben. A modellt megtekinthetjük kicsinyített formában is az eszközzel, mintegy terepasztalon látva, valamint szabadon elforgathatjuk vagy átméretezhetjük. A szemüveg segítségével betekinthe-tünk a modell belsejébe, vagy elmetszhetjük a kezünkben tartott virtuális üveglappal, mint egy síkkal. A kicsinyített méret mellett valós méretben is beléphetünk a modellünkbe. Bejárhatjuk, szabadon mozogva mindhárom dimenzióban, átmehetünk a falakon és emeleteken, de akár betekinthe-tünk a szintekbe, vasalási csomópontokba, álmennyezetekbe is. A funkciók között szerepel a távolságmérés, a jelölések vagy írá-sok elhelyezése a modellben, amelyekből fotókat készíthetünk. Ezeket a fotókat később megjegyez-



sekkel tudjuk ellátni a számítógépünkön, és dokumentumot generálhatunk belőle. Emellett megtekinthetjük az árnyékok vándorlását is a térben, megfelelő tájolás esetén, napi és éves vonatkozásban.

A kollaboráció a virtuális valóság megoldásoknak is fontos funkciója. Ennek köszönhetően többen is beléphetünk ugyanabba a virtuális térbe, ahol látjuk és halljuk egymást, és közösen átnézhetjük a modellt, egyeztetve az aktuális állapotról. Ebben az esetben sem szükséges egyazon helyiségben lenniük a résztvevőknek, az interneten létesíthetnek kapcsolatot egymással, és lehetnek résztvevői a virtuális megbeszélésnek. Ez a megoldás szintén jelentős idő- és költségmegtakarítást eredményezhet. A virtuális valóság jellegzetessége, hogy bár a felhasználó érzeke-li, hogy nem a valóságot látja, mégis annyira realisztikus a térben történő mozgás, hogy a többség nagyon gyorsan adaptálja a szemüveg használatát.

### A közeli jövőben

A leggyakrabban használt BIM-rendszerek esetében a gyártók már korábban elkezdtek fejleszteni a kiterjesztett és virtuális valóság funkciókat, de a jelenlegi trend szerint inkább leépítik ezeket a funkciókat a saját alkalmazásaikban, és a partnerek megoldásait ajánlják az ügyfeleknek. Ez valószínűleg annak köszönhető, hogy teljesen más platformon történik ezek fejlesztése, és más ismereteket igényel. A kiterjesztett és virtuális valóság fejlesztésé-



Az eszközök már ma is használhatók, áruk folyamatosan csökken, így nem igényelnek jelentős beruházást. ”

re ma leggyakrabban a Unity platformot használják, amely eredetileg játékkalkulációkhoz készült, idővel azonban a platform fejlesztői meglátták a lehetőséget az üzleti alkalmazások fejlesztésében is.

A kiterjesztett és virtuális valóság megoldások kezelése alapvetően két kontrollal történik. A kontrollereken általában több gomb és joystick is található, amelyek segítenek az egyes funkciók elérésében. Emellett megjelentek más irányítási lehetőségek is, már van olyan eszköz, amely képes követni mindkét kezünket, a

kézmozdulatokat parancsként tudja értelmezni. Ennek köszönhetően már nem kell viselni a kontrollereket, és használat közben szabad a kezünk. Hasonló szabadságot ad, amikor az eszközt szóbeli parancsokkal irányíthatjuk. Az eszközök képesek követni a mozgásunkat is, de ennek megvannak a természetes fizikai határai.

Összehasonlítva a kiterjesztett és virtuális valóság felhasználási lehetőségeit, az építőiparban azt látjuk, hogy míg a virtuális valóság főleg a tervezési és kivitelezési fázisokban, addig a kiterjesztett valóság inkább a kivitelezési és üzemeltetési fázisokban használható. Mindkét megoldás alkalmas a dokumentálásra, kollaborációra, tárolt információk megjelenítésére.

A virtuális valóság képességeinek köszönhetően csak lokálisan használható, általában irodai körülmények között. A kiterjesztett valóság eszközei szabad mozgást engednek a felhasználónak, ezért irodában vagy építési helyszínen is viselhetők. Elérhető már olyan szemüveg is, amely megfelel az EU által kiadott ATEX Zone 1 irányelvnek, így robbanásveszélyes környezetben is használható.

A technológiai trendeket figyelve körvonalazódik az az irány, hogy a két megoldás egy eszközben fog megjelenni a talán nem is túl távoli jövőben, egyszerűsítve a használatot és csökkentve a költségeket. Várható, hogy ezek a megoldások is részben vagy egészben a felhőbe költöznek, mivel az adatmennyiség ugrásszerű növekedésével ott könnyebben elérhetők a szükséges tárolási és feldolgozási kapacitások. Ez előreláthatóan magával vonja az 5G használatát is, mivel a nagy mennyiségű adat gyors elérése csak ezzel biztosítható. A jelenleg tárolt adatok mellett várható a szenzoradatok tárolása a BIM-rendszerekben, valamint az adatkimutatások és elemzések megjelenése is.

E felhasználási lehetőségek aktív alkalmazásáig még hosszú az út, de az eszközök már ma is használhatók, és áruk folyamatos csökkenésének köszönhetően nem igényelnek jelentős beruházást. Összetettebb tervek esetén a szemüvegekbe betöltés előtt szükség lehet a modellek optimalizálására. A fent felsorolt funkciók közül legkönnyebben alkalmazható a kollaboráció, amely nemcsak költség- és időcsökkentő, de a vírus okozta utazási korlátozások esetén és karanténhelyzetben is segítheti a mindennapi munkát.

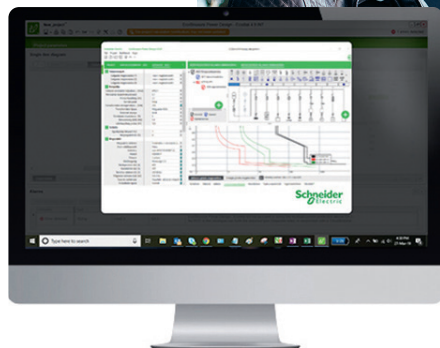


# ÚJ ECOSTRUXURE POWER DESIGN SZOFTVER

– villamos berendezések kalkulációjához és méretezéséhez

A Schneider Electric EcoStruxure Power szoftverei támogatják egy villamos rendszer teljes életciklusát: a tervezéstől az ajánlatkészítésen, illetve beszerzésen át a beüzemelésig, majd pedig az üzemeltetési és karbantartási feladatok elvégzéséig is. Szerepüktől függetlenül segíthetnek a projekt minden szakaszának optimalizálásában, hogy Ön megfelelhessen az üzleti és vásárlói igényeinek, és maximális energiahatékonyságot, termelékenységet, megbízhatóságot és biztonságot érjen el.

Az EcoStruxure Power platformhoz kapcsolódó szoftverportfólió részeként a kínálatban nemrég megjelent a kifejezetten magyar tervezők igényeihez alakított EcoStruxure Power Design szoftver. Segítségével könnyen, gyorsan rajzolhatja meg és méretezheti a közép- és kisfeszültségű villamos rendszereket, külön-külön vagy egy projektbe integrált módon. Optimalizálhatja a villamos hálózat tervezési munkáit, könnyen méretezheti a hálózat elemeit és így mindennapi munkáját még hatékonyabbá teheti.



## Tervezzen hatékonyan és takarítson meg időt!

Az EcoStruxure Power Design könnyen használható, gyors és hatékony tervezést tesz lehetővé, a valós idejű számításoknak és a sokféle kimeneti formátumnak köszönhetően. A szoftver segítségével leegyszerűsítheti a projekt minden fázisát, és így a villamos berendezések tervezése, optimalizálása minden eddiginél egyszerűbbé vált.

### ● Kis- és középfeszültségű komplex terv létrehozása

A szoftver lehetővé teszi egy projekten belül integráltan tervezett és méretezett rendszer kialakítását, mely egyszerre magában foglalja a kis- és középfeszültségű berendezéseket, a szünetmentes tápellátás és az ipari automatizálás eszközeit is.

### ● Egyszerű és hatékony tervezés

Könnyedén rajzolhatja meg az egyvonalas kapcsolási rajzot, és többféleképpen, az Ön számára legkényelmesebb módot választva adhatja meg a paramétereit, mint a terhelés nagysága, fázisok száma, földelési rendszer, kábelhossz, és a környezeti paraméterek.

### ● Valós idejű számítások és rendszerméretezés

Minden változtatásnál a szoftver automatikusan újraszámítja a paramétereit, és ezzel egyidejűleg megjeleníti az új eredményeket és beállításokat. Többé nem kell várnia a szükséges számításokra!

### ● A villamos energia rendelkezésre állásának optimális biztosítása

Válassza ki a kívánt szelektivitást, hogy biztosítsa a maximális üzemidőt és megfelelő kaskádolt védelmet a rendszer optimalizálásához. Adja meg a tartalék energiaellátási módot áramkimaradás esetére, mely lehet akár generátoros és/vagy szünetmentes tápegység által biztosított, hogy a kritikus fogyasztók váratlan áramkimaradás esetén is működhessenek.

### ● Problémák jelzése és kiküszöbölése

A program a tervezési folyamat minden egyes szakaszában egyértelműen figyelmezteti a felhasználót, ha hibát észlel. A problémákat megjelöli a lehetséges okokkal, valamint egy adott kontextuson alapuló megfelelő korrekciós javaslattal, figyelembe véve az eszközök jellemzőit.

### ● Az EcoStruxure rendszer alapjainak egyszerű kialakítása

Ez a funkció megkönnyíti a hatékony üzemeltetés kihívásaira válaszolni tudó fejlett digitális rendszer tervezését. Könnyen kiválaszthatók és a tervhez adhatók a kommunikációs, felügyeleti, távoli beavatkozó és egyéb rendszermenedzsment funkciókat lehetővé tévő komponensek.

### ● Sokféle kimeneti formátum a tervdokumentáció készítéséhez

A megtervezett rendszer különböző formátumba exportálható (Word, Excel, dwg), és ezáltal készen áll a terv nyomtatásra vagy ajánlati dokumentációba való egyszerű beillesztésre. Az egyvonalas kapcsolási rajzon túl tartalmazza a teljes eszközlístát, a védelmek beállításait és a kiválasztott kábelkeresztmetszeteket is.

## Használja ki már ma az EcoStruxure Power Design előnyeit!



Látogasson el weboldalunkra most,  
töltse le és telepítse a szoftvert:  
[www.se.com/hu](http://www.se.com/hu)

Egység és átláthatóság a hírközlési infrastruktúrában

# A Hír-Közmű projekt

Amikor a távoktatás és a távmunka a mindennapok része, a konferenciák, a vásárlás, sőt még a koncertek is online történnek, és nincs értékesebb vagyon az adatnál, akkor nélkülözhetetlen, hogy a magyar hírközlési hálózat egy áttekinthető, jól kezelhető adatbázisban legyen jelen. Ebben segít a tervezőknek, kivitelezőknek és a szolgáltatóknak az NMHH Hír-Közmű projektje.

Nyíri Zsolt, Cservenák Róbert

A hírközlési szektor gyorsuló fejlődése nap mint nap bizonyítja, hogy a dinamikus változó hírközlő hálózat működéséhez nem elég a műszaki adatok ismerete: a szolgáltatások támogatásához azokat össze kell kapcsolni, elemezni és optimalizálni. A Hír-Közmű projekt célja, hogy létrejöjjön a magyar hírközlési infrastruktúra egységes, országos, hiteles és rendszerfüggetlen térinformatikai adatbázisa. Mindehhez az NMHH már 2017 nyarán bemutatta a rendszer alapját, közös szakmai nyelvét jelentő Egységes Hírközlési Objektummodell (EHO), melynek bevezetését a piaci szereplőkkel folytatott széles körű egyeztetés előzte meg. Mindez előfeltétele volt annak, hogy a hírközlési hálózatok adatai kezelhetők legyenek egy egységes struktúrában, hiszen a korábbi gyakorlat – melyet a szolgáltatók és hálózatüzemeltetők egymástól elkülönült rendszerei jellemeztek – ezt nem tette volna lehetővé. Az EHO elemei az nmhh.hu/eho oldalon megtalálhatók, letölthetők.



## Térinformatikai adatbázissal mindenki jobban jár

A Hír-Közmű-fejlesztések első üteméhez tartozik a hírközlési építményengedélyezés elektronikus ügyintézésének kialakítása, és ehhez kapcsolódóan egy tervezést támogató program fejlesztése, amely segítséget nyújt a tervezőknek az EHO elemait felhasználó, meghatározott struktúrájú, adatbázisilven létrehozott tervek készítéséhez (.xml). Ez többet jelent egy újabb szoftvernél: szemléletváltást, amelyben a hírközlési hálózatok elemei nem egyszer-

rű rajzi elemként, hanem többletinformáció-tartalmat hordozó adatbáziselemekként testesülnek meg. Mindez – az átállás folyamata után – megkönnyíti a tervezők mellett a kivitelezők, hosszú távon pedig a hírközlési szolgáltatók dolgát is: a tervek elektronikus benyújtásával egyszerűbb és hatékonyabb lesz az engedélyezési eljárás, a kivitelezők minden alkalommal ugyanazt a jelrendszert látják majd a terveken, így könnyebben áttekinthetik azokat. A hálózatok üzemeltetői egy-egy hálózat tervezésekor egy átlátható adatbázisból tud-





A fejlesztők elsődleges célja volt a rajzalapú tervezésről objektumalapú tervezésre való átállás megkönnyítése. ”

az adatok keresését, szűrését, gyűjtését, rendszerezését, ezáltal felbecsülhetetlen értékű eszközt teremt a szolgáltatások és a hírközlési infrastruktúra működtetéséhez és optimalizálásához.

Első lépésben – a Hír-Közmű 1.0 fázisában – az újonnan létrejövő tervek már az új jelölőrendszerrel, elektronikusan, adatbázisszerűen keletkeznek, így kezdik el létrehozni a Hír-Közmű adatbázist. Második lépésben a korábbi rendszerek átkonvertálása történik az új szempontok szerint – ez a Hír-Közmű 2.0 fázisa, amelyben az NMHH és a szolgáltatók aktív együttműködése is szükséges.

Az első fázis egyik legfontosabb, fent már említett szereplője az EHO használatát megkönnyítő tervezéstámogató program, az *Egységes szakági tervezéstámogató rendszer*, az ESZTER.

### **Adatbázis alapon gyorsabb, hatékonyabb az engedélyezési eljárás**

Az NMHH 2021-ben várhatóan átáll az xml formátumú tervek befogadására. A 2021. július 1.-szeptember 30. közötti párhuzamos működés után a papíralapú tervek befogadása megszűnik, és 2021. október 1-től várhatóan már csak elektronikusan lesz lehetőség a tervek benyújtására.

Ezt az átállást könnyíti meg a 2021 első negyedévében megjelenő, ingyenesen letölthető szoftver, ami az AutoCAD Map 3D kiegészítéseként fut majd. Ez a program egyszerűen képes létrehozni a Hír-Közmű által elvárt xml-formátumú adatbázist. Kialakításába bevonták a Magyar Mérnöki Kamara és a hatóságtól független, a piacon tevékenykedő hírközlési hálózat tervező és térinformatikai szakemberei is, így kiala-

kítása létező tervezői munkamódszerekre, igényekre épül.

Alapvető elvárás, hogy a rendszer elindításával egyszerűbbé, gyorsabbá és átláthatóbbá váljon az együttműködés a hírközlési hálózatok és azok elemeinek kapcsán a tervezők, a hírközlési szolgáltatók és a hatóság között. A fejlesztők elsődleges célja volt a rajzalapú tervezésről objektumalapú tervezésre való átállás megkönnyítése, a tevékenységek egyszerűsítése, támogatása. A segédprogram kialakításakor a legjobb tervezői gyakorlatokat figyelembe véve törekedtek a gyári AutoCAD Map 3D funkciók minél szélesebb körű kihasználására.

### **Szakági modellek a könnyebb tervezésért**

Az AutoCAD Map 3D-ben az úgynevezett szakági modellsablonok az adatmodellt a *Szakági modell intézőben* jelenítik meg. Megkülönböztetünk fájlalapú szakági modelldrajzokat és vállalati szakági modelleket. A fájlalapú szakági modelldrajzok DWT, DWG fájlok, amelyek egyetlen szakági modellt tartalmaznak. Az adatmodelleket egy beépített SQLite adatbázisban tárolják. A vállalati szakági modellek ezzel ellentétben egy külön MSSQL vagy Oracle adatbázist használnak. Az ESZTER fájlalapú szakági modellt használ. Ezek legfontosabb funkciói a következők:

- Témák, azaz olyan csoportok, melyek objektumosztályokat fognak össze logikus csoportosítás szerint. Például *Nyomvonal* téma alá tartozik minden olyan objektumosztály, űrlap, amely a nyomvonaltervezéshez szükséges.

- Objektumosztályok, amelyek a szabványos objektumok készletét határozzák meg. Amikor a tervező szabványos objektumok valamelyikét adja hozzá a rajzhoz, az objektum a megadott tulajdonságokkal jön létre, és „osztályozott” objektummá válik.

- Űrlapok, melyek a jellemzőkhöz tartozó attribútumokat jelenítik meg rendezett formában.

hatják meg, hogy az adott területen milyen infrastruktúrák vannak már jelen. Az adatbázis-szemléletű tervezés megkönnyíti a költségvetések, anyagkimutatások lekövetését is. Hosszú távon pedig a Hír-Közmű rendkívül értékes adatvagyonot alkot, amely egyszerre könnyíti meg az Európai Unió és az állam adatigényeinek kiszolgálását és a hírközlési infrastruktúra tulajdonosainak, üzemeltetőinek, felhasználóinak a mindennapi munkáját. Egyszerűvé teszi a hazai telekommunikációs hálózati infrastruktúra jól felépített adatbázisában

- Jelentések, amelyekhez térbeli kijelölést végezhetünk. Kiválaszthatjuk például az összes jellemzőt, ami egy adott területen belül található, vagy egy adott úrlapon leszűrt feltételnek megfelel.

- Megjelenítési modell, amely az adatbázisban tárolt objektumosztályok megjelenéséért, stílusáért felelős.

Az ESZTER olyan saját fejlesztésű szakági adatmodellre épül, ahol az EHO-ban meghatározott objektumok (például megszakító, oszlop, cső, védelem) számára külön-külön létrejön egy-egy objektumosztály. Ez lehet grafikus (pont, vonallánc vagy poligon, kivételes esetben összetett objektum) vagy alfanumerikus (attribútum, például tulajdonosok, anyagjegyzék, munkatétel).

## ESZTER és a topológia, avagy minden összefügg

Az egyes objektumok között összefüggéseket is tárolni kell, például hogy a nyomvonal milyen megszakító létesítmények között helyezkedik el, milyen alépítménycsöveket, -kábeleket hordoz, ki a tulajdonosa, üzemeltetője és így tovább. Az ESZTER adatmodellben az egyes objektumosztályok között létrejövő kapcsolatok sora biztosítja, hogy az objektumok tudjanak a hozzájuk kapcsolódó egyéb objektumokról. Kapcsolattáblák nem csak különböző objektumosztályok között alakíthatók ki. Az EHO-ban és így az ESZTER-ben is számos tartománytábla célja, hogy a felhasználó egy értékkészletből gazdálkodva tölthesse fel az egyes mezők értékeit, biztosítva a hiba-

mentes adatbevitelt, és megszüntetve a redundáns adatok kezelését. Mivel az EHO szigorú szabályokban határozza meg az egyes objektumok kapcsolatát, a topológiai kapcsolatok is létfontosságú szerepet töltenek be a helyes működés érdekében. Ilyen kapcsolat van például a megszakító létesítmény és nyomvonal között. Ha a megszakító létesítményt hagyományos AutoCAD paranccsal törlik, azzal a nyomvonal is töröltödni fog, különben a topológia nem maradna helyes.

Az AutoCAD Map 3D-ben térképen megjeleníteni csak olyan objektumokat lehet, amelyeknek van geometriája (azaz GEOM mezővel rendelkeznek). A megjelenítéshez össze kell állítani egy olyan objektumképet, amely összeszedi a különböző táblákból a szükséges elemeket az ott megadott adatok alapján, és abból megalkotja a helyes ábrázolási módot.

Az összetett objektumok esetében (például megszakító létesítmény, oszlop) az ESZTER szakági adatmodelljében is több táblába kellett rendezni az adattároláshoz, számításához és megjelenítéséhez szükséges alfanumerikus és geometriai adatokat. A palettán vagy úrlapon megadott adatok, beállítások segítségével a program számításokat végez, és kitölti a szükséges adatbázismezőket.

## Harmadik dimenzió: az adat

Az átállás tehát minden felhasználótól nagyfokú rugalmasságot igényel, hiszen

egy új eszköz, új munkarutin eleinte akkor is szokatlan, ha egyébként sokkal jobban működik, mint az elődje. Jelen esetben azonban az adatbázis-szemléletű, térinformatikai alapú tervezésre való átállásra hatékony segítséget kapunk, az ESZTER fent ismertetett új funkciói mellett megkönnyíti a riportok készítését (beépített funkciókkal az anyagjegyzék, munkadíj- és kábelriport létrehozására), a helyszínrajz generálását, az átnézeti térképek generálását, hibalisták létrehozását, szakági számítások elvégzését, és persze a legfontosabb, hogy az xml exportot és importot is. Mindemellett a legnagyobb váltás mégiscsak a rajzolásról a térinformatikai ábrázolásra való átállás, amely nemcsak rutint, de új szemléletmódot is követel. Ez a váltás azonban nem választás kérdése, hiszen a tervezés ebbe az irányba halad. Ha pedig csak egy irányba haladhatunk, nem érdemes lemaradni. Ezt segíti az NMHH az ESZTER-rel, amellyel a teljes hírközlési szakágnak megkönnyíti a térinformatikai váltást. Az ESZTER az AutoCAD Map 3D program kiegészítőjeként a szakág igényeire szabja annak alkalmazását - ezzel egy harmadik dimenziót emelve be a tervezésbe, amely nem egyszerűen térbeliséget jelent, a harmadik dimenzió itt: az adat.

Az NMHH Hír-Közmű projektjének lefrissebb információit az [nmhh.hu/hirkozmu](http://nmhh.hu/hirkozmu) oldalon találják, itt adunk hírt az ESZTER bevezetéséről is. A projekttel kapcsolatos kérdéseiket a [hirkozmu@nmhh.hu](mailto:hirkozmu@nmhh.hu) e-mail-címen várják a projekt vezetői.

# mérnök újság

A MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA LAPJA

## HIRDESSEN A MÉRNÖK ÚJSÁGBAN!

Folyóiratunk havonta a Magyar Mérnöki Kamara 18 700 tagjához jut el.

A hagyományos hirdetési lehetőségeken túl szponzorációs, PR-jellegű megjelenések is választhatók a tematikus tartalomhoz kötődően.

Részletes információ: **Dulka Ágnes** hirdetési vezető • Telefon: **+36-30/628-8843** • e-mail: [dulka.agnes@mmk.hu](mailto:dulka.agnes@mmk.hu)

A részletes médiaajánlat, anyagleadási paraméterek és az általános szerződési feltételek megtalálhatók az [mmk.hu](http://mmk.hu) weboldalon.





Szemben a hétköznapi logikával

# Kvantumforradalom

A legnagyobb hatalmak globális játszmáit nem a politikusok döntötték el, hanem a mérnökök és kutatók azzal, hogy milyen eszközöket adtak a kezükbe. Az eszközök mostani versenye a kvantumfizika, a kvantumszámítások és qubitek arénájában zajlik.



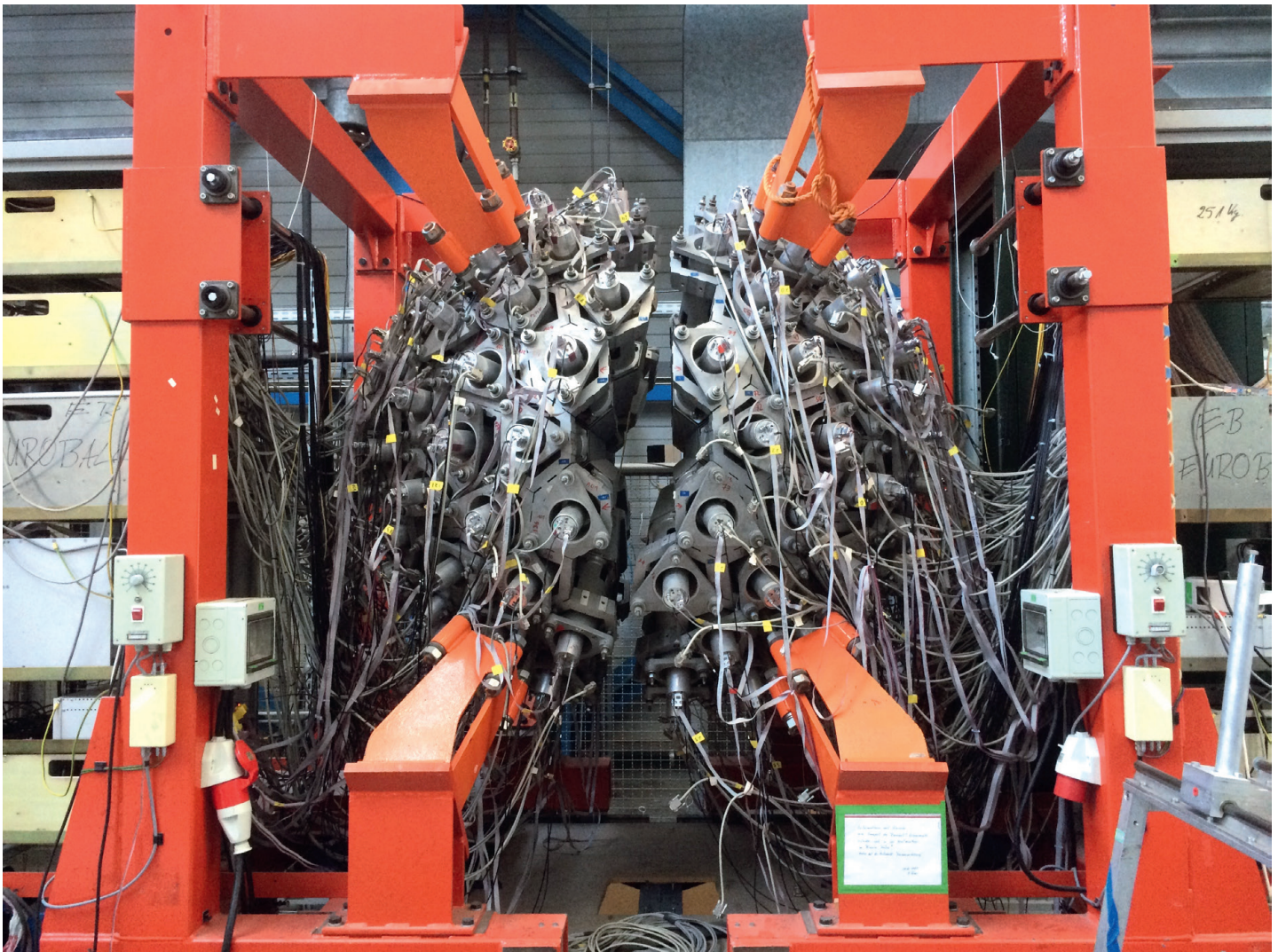
Bezegh András

Kvantumszámítógépekkel lehet feltörni a hagyományosan titkosított katonai, kormányzati vagy éppen ipari információt. Ugyanakkor, ha tényleg bizalmas adatváltásra van szükség, akkor is kvantummegoldásokhoz kell folyamodni. Kvantumtechnológiai szenzorok teszik láthatóvá az

utak alá betemetett közüzemi infrastruktúrát, a mai számítógépekkel megoldhatatlan problémákhoz a kvantumszámítógépek hatalmas számítási teljesítményét hívják segítségül. A klasszikus gépek tárolókapacitását és feldolgozási képességeit a Big Data, vagyis a rendkívüli méretű adathalmazok elemzése állítja kihívások elé, de a kvantumszámítógépek könnyedén boldogulnak a feladattal.

## Túl a newtoni mechanikán

A Nobel-díjas dán fizikus, *Niels Bohr* mondta: „Ha a kvantummechanika nem döbben-



tett meg mélységesen, akkor nem értetted meg." A kvantumvilág szembemegy a hétköznapi logikával. Emiatt aztán nehéz megérteni, hogy mi folyik a kvantumkutakban, mire jók a kvantumpöttyök. Még a tájékozottabb mérnökök is inkább csak azzal foglalkoznak, ami kézzelfogható és szemmel látható, a newtoni mechanikára és Maxwell egyenleteire támaszkodva tervezik, építik a világunkat. Ezen a világon kívül is van, sőt, egy egyre érdekesebb és fontosabb világ, amit kevésbé ismerünk.

A meg nem értéshez vezető eredendő bünt már az iskolákban elkövetik, amikor sok tananyagban még manapság is a főtont száguldó golyócskaként, az atomot kicsiny naprendszerként mutatják be. Pedig több mint száz éve ismert, hogy ezek a modellek távol állnak a valóságtól. Helyettük lehetne az állóhullámok fontos szerepét hangsúlyozni, az anyag hullámtermészetének megértéséhez vezető lépésként. Tudjuk persze, hogy a heliocentrikus világkép is csak évszázadok alatt vált szinte közhehlyé. Meg különben is, többek szerint „a világ inkább elfogad egy egyszerű hazugságot, mint a bonyolult igazságot”.

Az Egyesült Államok, az EU, az Egyesült Királyság és Kína kormányai egyenként több mint egymilliárd dollárt öntöttek a kvantumszámítás és a kapcsolódó technológiák kutatásába-fejlesztésébe. Minden ország abban reménykedik, hogy elsőként tudja majd kiaknázni a technológia lehetőségeit.

A kvantumfizikai jelenségek felhasználását az 1980-as években a Nobel-díjas amerikai *Richard Feynman* és tőle függetlenül *Jurij Ivanovics Manyin*, Németországban élő orosz matematikus (a Bolyai János nemzetközi matematikai díj 2010. évi kitüntetettje) javasolta a számítógépek új, erősebb generációjának felépítéséhez. A kvantumelmélet a fizikai valóság rendkívül eredményes leírásának bizonyult, és a 20. században már olyan eredményekhez vezetett, mint a lézerek, a tranzistorok és a mikroprocesszorok.

A kvantumjelenségek alapján működő számítógépek sokkal gyorsabban képesek megoldani bizonyos problémákat, mint a hagyományosak. Gyógyszerfejlesztés, anyagtervezés, időjárás-előrejelzés, tőzsdei kereskedelem, a jobb akkumulátorok tervezése – mindezt segíthetik a kvantumszámítógépek, amelyek egyszerre rengeteg számítást végeznek. A fizikusok ezt az

1980-as évek óta tudják, de csak nemrég készítettek működő prototípusokat. A legnagyobb kihívás azonban az, hogy ezek a gépek képesek legyenek több tucat kvantumbit vagy röviden *qubit* manipulálására a lenyűgöző számítási teljesítmény elérése érdekében.

Több mint 70 évvel az első programozható, elektronikus, digitális számítógép után olyan gép megépítéséért folyik a verseny, amely eléri a „kvantum-felsőbbrendűséget”, szerényebben a „kvantumfölényt”. Ez azt a pillanatot jelöli, amikor egy kvantumszámítógép először felülmúlja a legjobb hagyományos számítógépet. Az éllovas versengő cégek között van a Google, a Honeywell, az IBM, az Alphabet és az Alibaba-leányvállalat Aliyun, valamelyik talán már idén megszerezheti – vagy már meg is szerezte – az elsőséget.

### Mit tud a kvantumszámítógép?

A kvantumszámítógép az atomok méreténél kisebb részecskéket működtet. Ilyen kis léptékben a megszokott fizika szabályai érvényüket veszítik. Még egyszer leírom: a megszokott fizika szabályai érvényüket veszítik. A kvantumszámítógépek különleges képessége a kvantumbitek, vagy röviden *qubitek* előállításában és a velük végzett műveletekben rejlik. Szemben a mai számítógépek 0 és 1 értéket jelentő elektromos impulzussorozatával, a kvantumszámítógépek qubiteket használnak, amelyeket szubatomi részek, például fotonok képviselnek. A meglepő kvantumfurcsaságok, mint a *szuperpozíció* és a *kvantum-összefonódás* azok a jellegzetességek, amelyek révén a kvantumgépek sokkal nagyobb teljesítményre képesek, mint a hagyományos 0-1 bitek.

A *szuperpozíció* azt jelenti, hogy – nehezen elképzelhető módon – a qubitek egyszerre lehetnek 0 és 1 állapotban, sőt köztes állapotban is. Az ilyen ellenőrzött kvantumállapotokat lézerekkel vagy mikrohullámú sugarakkal hozzák létre. A qubitek fizikai valóságukban igen sérülékenyek, elkülönítésük és kvantumállapotuk megőrzése nehéz feladat, emiatt a qubitek a biteknél hajlamosabbak hibásan megjelenni, amit *dekoherenciának* neveznek. Több qubit szuperpozíciójával a gép egyidejűleg óriási mennyiségű lehetséges eredményt számol ki. A végeredmény akkor keletkezik, amikor a qubiteket megméri,

ami viszont a kvantumállapotok összeomlásához, a 0 vagy 1 értékhez vezet.

Másik különlegesség, amelyről Einstein „ijesztő” jelenségeként szólt, az a kvantum-összefonódás. Elő lehet állítani „összefonódott” qubitpárokat, ami azt jelenti, hogy egy pár két tagja egyetlen kvantumállapotban létezik. Az egyik qubit állapotának megváltoztatása azonnal megváltoztatja a másik állapotát. Ez akkor is megtörténik, ha nagyon nagy távolság választja el őket. A kvantum-összefonódás eredménye az is, hogy míg hagyományos gépeknél csak lineárisan, egy kvantumgép teljesítménye exponenciálisan növekszik a hozzáadott qubitekkel.

A kvantum-összefonódás leginkább meglepő vonása a *teleportálás* lehetősége. Ez nem sci-fi, hanem valóság, az adatokat kvantumformában lehet továbbítani. Összefonódott fotonpárokat hoznak létre, amiket az adatküldőhöz és -fogadóhoz egyaránt eljuttatnak. Ezeket a fotonokat a küldő a saját tárolt qubitjeivel összehozza, aminek eredményeként – mivel összefonódott párok – a fogadó fotonjainak állapota is megváltozik. Így lehet például adatokat továbbítani számítógépek között fizikai kapcsolat nélkül.

Az ellenőrzött kvantumállapot létrehozása mellett a szupravezető áramkörök miatt jelentős mérnöki teljesítményt igényel az abszolút nulla fok körüli (0,01 K) hőmérséklet biztosítása. Újabban arról számoltak be, hogy olyan szilíciumalapú kvantumszámítógépeket készítettek, amelyek melegebb (1,5 K) körülmények között is működnek. A magasabb hőmérséklet vagy a legkisebb rezgés a kvantumviselkedés megsemmisüléséhez vezet. Amíg a különböző állapotok között határozott fázisviszonyok vannak, a rendszerről azt mondják, hogy koherens. Amennyiben a rendszer tökéletesen izolált, akkor a koherencia végtelemségig fennmarad, de lehetetlen lenne manipulálni vagy megvizsgálni. Ha nincs tökéletesen elszigetelve, például egy mérés során, a koherencia megoszlik a környezettel, és idővel elvész, ez a már említett kvantum-dekoherenciának nevezett folyamat. Szerencsére az új kvantumalgoritmusok képesek kiszűrni ezeket a hibákat, és a qubitek számának növelése is segít.

### Alkalmazások

A számítási teljesítmény megugrása *nagyságrendekkel* egyszerre ijesztő és hasznos.

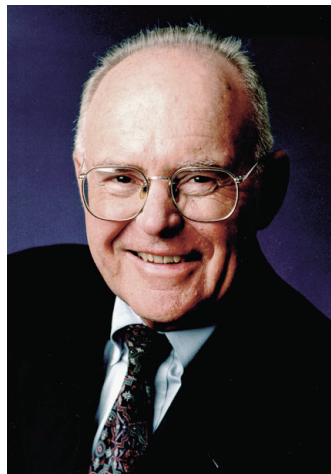


A jelenleg elterjedt titkosítási algoritmusok a korlátos számítási teljesítmények miatt alkalmazhatók, de elvileg nem feltörhetetlenek. Alapjuk az, hogy két nagy prímszám szorzataként keletkező számról nehéz kideríteni, melyek voltak az eredeti tényezők – vagyis a prímtényezők. A prímtényezőre bontás kvantumszámítógépek számára egyszerű feladat.

A Fourier-transzformáció végzése gyakori műszaki feladat, olyannyira, hogy még az MS Excel is felkínálta egy időben. A *kvantum Fourier-transzformáció*, vagyis amit egy kvantumgép végez, különösen illeszkedik a gép különleges képességeihez, mert az egy egyszerű lineáris transzformációvá válik a qubiteken. A titkosító kódok feltörésére igen hatékony *Shor algoritmus* kiemelkedő teljesítménye a kvantum Fourier-transzformáció hatékonyságának és az ún. moduláris hatványozásnak köszönhető.

Az érem másik oldala, hogy a titkok titokban tartásához új biztonsági módszereket is a kvantumszámítógépek biztosítanak, amelyek még a kvantumszámítógépeknek vagy bármilyen más kódtörési kísérleteknek is ellenállnak. Ehhez elegendő a titkos üzenet visszafejtését lehetővé tévő kulcsot kvantumüzenetként továbbítani. Kvantumkulcselosztó hálózatok világszerte egyre nagyobb számban épülnek ki. A legnagyobb 2000 km-es, a Peking és Sanghaj közötti. Kína már tavaly kvantumkommunikációt lehetővé tevő műholdat működtetett úgy, hogy a két fogadóállomás biztosítani tudta, a kapcsolatot egyetlen harmadik fél sem képes megzavarni vagy megteveszteni. Kína bizonyította vezető szerepét ezen a speciális technológiai területen, különösen az űralapú kvantumkulcselosztásban, az űrből indított összefonódott fotonok segítségével. Mivel ennek a módszernek különös előnyei vannak a nagy hatótávolságú biztonságos információátvitelben, ez megalapozhatja az USA, Kína és a többi, az űrtől egyre inkább függő ország közötti műholdas kommunikáció stabilitása megőrzésének közös érdekét.

Ahogy a számítógépek a korábban leírt módon összekapcsolhatók teleportáció révén, úgy egész hálózatok alakíthatók ki, ez lenne a kvantuminternet. Ez különösen az értékes adatok biztonságos továbbítása terén élvezne előnyt a hagyományos internettel szemben. Kína komoly lépéseket tett, illetve tesz a kvantuminternet megvalósítása felé. A világ első kvantumkulcsel-



Az Intel-alapító híresség, Gordon Moore 1965-ös előrejelzése szerint az integrált áramkörök, illetve a chipek tranzistorainak száma két évente fog megduplázódni. ”

osztással biztosított interkontinentális videókonferenciáját Bécs és Peking között 2017-ben rendezték meg.

Nem csak számítások végzésére használhatók ki a furcsa kvantumjelenségek. A kvantumszenzorok olyan eszközök, amelyek különösen pontos méréseket végeznek a kvantumhatások kihasználásával. A kvantumpöttyöknek és kvantumkuktaknak nevezett mesterséges atomok és molekulák alkalmasak valódi atomokkal-molekulákkal kölcsönhatásba lépni. Ezek az érzékeny struktúrák például *totolumineszcens* tulajdonságaikat megváltoztatják, amikor kémiai környezetük legkisebb változásának vannak kitéve. Ezen az alapon nemcsak különböző ionokat, hanem szerves anyagokat is kimutatnak környezeti mintákban. A kémiai mellett fizikai információit is szolgáltatnak, például az IoT (a dolgok internete) alkalmazásokhoz.

Építőmérnökök és fizikusok együttműködésével olyan kvantumtechnológiai szenzort fejlesztettek, amely alkalmas a föld alatti érzékelésre. Az *atom-interferometria* technika alkalmazásával a hideg atomokat ideális tesztömegeként hasz-

nálják gravitációs érzékelő létrehozására, amely abszolút érték helyett gravitációs gradienst képes mérni. Az alkalmazások túlmutatnak a csövek és kábelek felkutatásán, jelzik a süllyedéseket és eltemetett aknákat, az ismeretlen talajviszonyokat. A kvantumtechnológiai érzékelőket alkalmazó többszenzoros megközelítés csökkenti a városi feltárások kockázatát azáltal, hogy mintegy átlátszóvá teszi a talajt. Segítségével maximálisan kihasználhatók a föld alatti harmadik dimenzió lehetőségei.

## Vége a Moore-törvénynek?

Az Intel-alapító híresség, Gordon Moore 1965-ös előrejelzése szerint az integrált áramkörök, illetve a chipek tranzistorainak száma két évente fog megduplázódni.

A tranzistorok sűrűségének változását mutatja a táblázat.

Tranzisztorsűrűség processzorokban		
Év	db/mm <sup>2</sup>	Gyártmány
1974	225	Intel 8080
1995	17 915	Pentium Pro
2007	1 636 042	AMD K10
2018	93 079 725	Kirin 980

[Forrás: <https://gist.github.com/emartin59>]

Moore-nak igaza volt, mára az egy szilíciumlapkán lévő elemek száma meghaladta az 50 milliárdot. Ahogy az alkatrészek mérete csökken, úgy közelítik az 1 nanométeres tartományt. Egy szilíciumatom ~0,2 nanométer. Itt már csak a kvantumjelenségek érvényesülnek. Vagyis, ha Moore jóslata beválik, néhány év, és az újak kizárólag kvantumszámítógépek lesznek. És az is lehet, hogy a teljesítménynövekedés még gyorsabb lesz. A kvantumszámítógépek ma még távol állnak a nagyszabású általános használattól, de lehetőségeik egyre inkább valósággá válnak. Drága megépíteni őket, és nehéz fenntartani a kényes szuperpozíció és a qubitek összefonódásának állapotát. Az ilyen nehézségek ellenére a kvantumszámítógépeket a vállalatok már bérelhetik mindennapi problémák megoldására ugyanúgy, ahogyan jelenleg a felhőszolgáltatásokat bérlik.

Zajlik a kvantumforradalom. Egyre nagyobb összegeket költenek kvantumkutatóra, de nincs elegendő képzett mérnök és kutató ahhoz, hogy minden területen felfedezzék csodálatos képességeit. Jó lenne, ha ezekből minél többen, minél többet részesülnének.

Mobilrendszerek környezeti terhelése és egészségügyi hatásai

# Elektromágneses kitettség

Mit tudunk az 5G egészségre gyakorolt hatásáról? Mennyire elektromágneses a környezet, amelyben élünk? Milyen expozíciót jelentenek a bázisállomások, illetve a mobiltelefonok? Milyen változást hoz az 5G? Ezekre a kérdésekre is keresték a választ a magyar tudomány ünnepe keretében rendezett tudományos ülés és vitanap résztvevői. **Dr. habil. Nagy Lajossal**, a BME Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszék tanszékvezetőjével „5G technológia – telepítés, adattovábbítás, mobilalkalmazás, sugárzásmérés” című előadása után beszélgettünk.



Rozsnyai Gábor

– Miként tudják segíteni a műszaki szakemberek a biológusokat a sugárzásmérések elvégzésében?

– Mint az orvostudomány számos területén, a mérnökök szerepe itt is alapvető. A sugárzásmérés három fő vizsgálati területe a környezetünkben működő RF (rádiófrekvenciás) forrásokból származó emberi expozíció meghatározása; a laboratóriumi vizsgálatokhoz szükséges besugárzóberendezések tervezése és ellenőrző (validáló) bemérése; és a számítógépes dozimetriai és



ún. expozimetriai modellezés. A feladatra elsősorban mikrohullámú és rádiófrekvenciás mérés technikában jártas mérnököket, fizikusokat alkalmaznak, akik a méréseket előkészítik, a műszereket, eszközöket specifikálják. Ezekhez kapcsolódóan az antennák, tápvonalak, rádióhullám-terjedés témakörök a legfontosabbak. A kísérletek tervezésében egyre nagyobb szerepe van az elektromágneses modellezésnek, tehát a szimulációs előkészítésnek és kiértékelésnek, mivel a kísérleti besugárzórendszerekben a térorösség-eloszlást nemcsak ismerünk kell, hanem ennek az eloszlásnak a megfelelő kialakítása szükséges.

– **Nézzük meg részletesebben a három fő vizsgálati területet!**

– Az emberi expozíció meghatározása a környezetünkben működő RF-forrásokból alapvető például az epidemiológiai kutatásokhoz. Személyhez köthető (hordozható, mintavételező), kisméretű doziméterek tervezése és megépítése szükséges, amelyek alapján meghatározható az emberek RF-expozíciója a különféle berendezésekből, és elegendő számú adat alapján egy bizonyos populáció RF-expozíciója is. Mérnöki-informatikai feladat a nagy mennyiségű regisztrált adat intelligens feldolgozása is. A másik terület a laboratóriumi vizsgálatokhoz szükséges besugárzóberendezések tervezése és ellenőrző (validáló) bemérése. A besugárzóberendezések a

biológiai kísérletekhez szinte minden esetben egyedi tervezést igényelnek, ugyanis egy dózis-hatás összefüggés vizsgálatánál elengedhetetlen a biológiai mintákban elnyelt RF-teljesítmény pontos meghatározása, legyen szó sejtenyészetről, laboratóriumi állatról, vagy akár klinikai vizsgálat esetén emberről. Az in vitro vizsgálat esetén az elektromágneses besugárzásra vonatkozó kísérlet nem az élő szervezetben, hanem azon kívül, sejtek, szövetnyészetek felhasználásával, szigorúan ellenőrzött körülmények közt zajlik le, jellemzően Petri-csészében. A vizsgálati környezetnek meg kell egyeznie az élő szervezetben kialakuló környezettel, és ezt a kísérleti összeállítás megtervezésénél figyelembe kell venni. Tehát az elektromágneses tér előállításán túl például a megfelelő hőmérsékletet, hőáramlást is biztosítani kell a kísérleti besugárzóban. A harmadik terület a számítógépes dozimetriai és ún. expozimetriai modellezés. Ez nélkülözhetetlen mind a környezeti, lakossági RF-kitettség elemzésénél, mind a laboratóriumi kísérletek esetében. Ugyancsak mérnöki feladat a kísérleti elrendezések és rendszerek megtervezése, vezérlése, a vak, kettős-vak kísérletek biztosítása, és a már említett számítógépes adatfeldolgozás. A magatartási változásokat kutató szakemberek elektromágnesesen terhelte környezetben pszichomotoros teszteket, tanulási feladatokat vizsgálnak, és ezek eredményéből statisztik



tikai módszerekkel állapítják meg az elektromágneses tér élőlényekre gyakorolt hatását. Ilyen vizsgálatok esetén is szükség van az elektromágneses tér pontos ismeretére, hogy a tesztek azonos, kontrollált körülmények között lehessen végezni.

**– Mi a lényege a Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság (NMHH) mérőszolgálatának, illetve a Smog nano-műholdaknak?**

– Az NMHH kiterjedt feladatkörében fontos szerepet játszik a spektrumgazdálkodás, a rádiófrekvenciás mérés, az elektromágneses kitettség vizsgálata és szimulációja („elektroszmog”), és az ezekkel kapcsolatos lakossági tájékoztatás. A spektrumgazdálkodás a frekvenciakészlet mint nemzeti kincs lehetőleg optimális felhasználását jelenti mind a polgári, mind a nem polgári rádiószolgálatok számára. A tudomány ünnepén rendezett beszélgetés fő témája a lakossági elektromágneses kitettség volt, amelynek folyamatos ellenőrzését az NMHH mérőszolgálat végzi. Mérőprogram az egészséges lakókörnyezetért projektjében az NMHH hiteles és ingyenes mérési adatokat szolgáltat a lakókörnyezetet érő rádiófrekvenciás elektromágneses sugárzás mértékéről. A központosított mérőrendszer fő elemei az 1. ábrán láthatók.

Illusztrációként egy lakókörnyezet mérési eredményeit is megmutatom: ez a III. kerületben készült, széles frekvenciatartományban, tehát nem tudjuk megkülönböztetni, hogy melyik mobilhálózat, melyik műsorszóró stb. rádiórendszer generálta

a mért térerősséget. Akár egy-egy utcában is visszakereshető a térerősség értéke, ami a lakosság elektromágneses kitettségét jelzi. A mérési eredményekből megállapítható, hogy a lakosságot az egészségügyi határérték minősítésű térerősség 2,0-2,5%-a alatti nagysága érte a vizsgált területen. Az egészségügyi határérték az a térerősségszint, amely korlátlan idejű tartózkodás esetén sem jelent egészségügyi kockázatot. (Az NMHH mérőprogramjairól itt olvashatnak bővebben: <http://emirpubprod.nmhh.hu/pubrendszer-web/eszsmog/meproprogramok.jhtml>)

**– Kissé leegyszerűsítve, ez tehát a földi megfigyelés. Mi a helyzet a műholdas adatgyűjtéssel? Ez hogyan működik?**

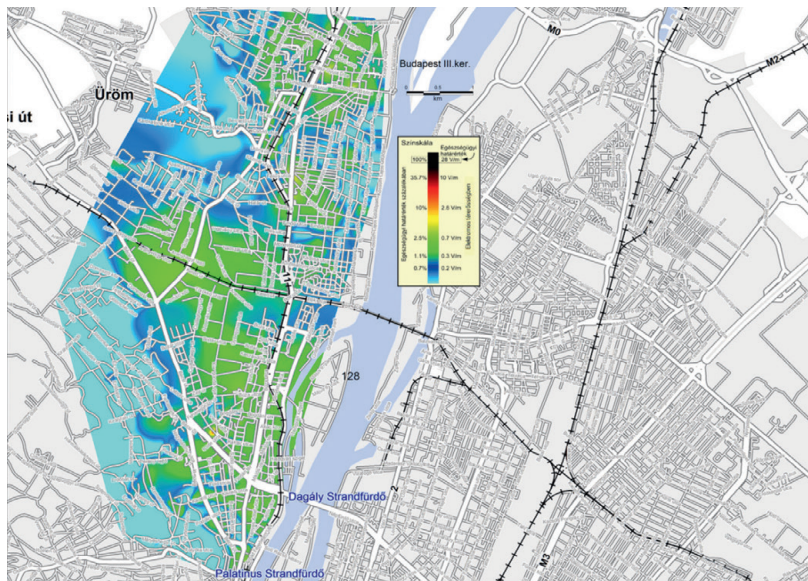
– A Smog műholdcsaládot a Műegyetem Villamosmérnöki és Informatika Karán, a Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszéken fejlesztik az oktatókból, hallgatókból és külső szakértőkből álló lelkes csapat. A SMOG-P előfutár műhold csaknem 10 hónapon át – 2020. szeptember 28-ig – tartó működésével a világ első 1-PocketQube (5x5x5 cm) méretű, sikeres missziót végrehajtó műholdja, mely széles frekvenciatartományban – 119-960 MHz között – volt képes spektrummonitorozásra. A műhold tehát nem közvetlenül a lakossági elektromágneses kitettséget vizsgálta, de a mérési eredmények támpontot adnak ahhoz, hogy a vizsgált frekvenciatartományban hol érdemes a rádiórendszereink elektroszmog-kibocsátását csökkenteni.

**– Az előadásában egyebek mellett az hangzott el, hogy a terahertzes tartomány (amit majd a 6G használ) nem alkalmas nagy távolságú összeköttetések megvalósítására, ezért csupán néhány tíz métert tudnak majd a cellák ellátni. Ha ez így van, nem jelent ez nagyobb terhelést az élő szervezetre?**

– A terahertzes tartomány a földi légréteg jelentős csillapítása miatt sem alkalmas nagy (akár több kilométeres) összeköttetések megvalósítására. A tartomány hullámterjedési sajátosságai már a fény terjedési tulajdonságaihoz hasonlítanak, tehát az adó- és vevőantennának akadálymentesen „látnia” kell egymást, ezt nevezzük Line of Sight (LOS) összeköttetésnek. A nagy előírt sűrűségű helyeken (hot spot) nagyszámú bázisállomás telepítésével oldható meg a néhány tíz méteres cellaméret. Ennek a távolságnak a rádiós áthidalásához viszont kisebb teljesítmény elegendő, éppen ezért csökkenhet az élő szervezet, a felhasználókat érő terhelés. A kutatások jelentős része ezen túl az energiahatékony rádióátvitelre koncentrál, ami ugyancsak a terhelés csökkenése irányába mutathat.

**– Arról is szó volt, hogy más a nyalábformálás a kisebb területet ellátó celláknál. Mit jelent ez pontosan?**

– A nyalábformálás előtt érdemes néhány szót szólni a cellás ellátásról. Ezek statikus, 360 fokos körsugárzó BS antennáktól a 120, 60, 45, 30 fokos szektoros antennák használatát jelentették és jelentik manapság is leggyakrabban. A felhasználók mozgásával a szektoros kialakítású rendszernél egyik szektorból a másik szektorba mozogva megtörténik az átkapcsolás, a handover. A mobil rádiós rendszer azonban már az ilyen statikus cella és szektor-kialakítás mellett sem tekinthető teljesen statikusnak, mert például a teljesítményszabályozás, az antennák megdöntése következtében, illetve hálózatmenedzseléssel a cella- és szektorhatárok kismértékben dinamikusan „mozognak”. A következő antennamegoldás a dinamikus szektor-kialakítás kapcsolt alszektorokkal, és további lehetőség a nyalábformálás. Nyalábformálás alkalmazása esetén keskeny, adaptív nyalábokkal a felhasználó irányában létrehozunk egy nyalábot, és a teljesítmény kisugárzása csak ebbe a keskeny tartományba történik. A korábbi statikus



bázisállomás-antennák az ellátottsági területük teljes tartományába sugároztak, ezzel szemben az adaptív nyalábformálás alkalmazásával csak az adott tartományba sugározva kisebb teljesítménnyel megvalósítható az összeköttetés, tehát ez is a lakossági terhelés csökkenését segíti elő.

**– Sok ingatlantulajdonos panaszkozik, hogy a tetőn lévő, mobiltelefon-rendszereket kiszolgáló antenna miatt az ingatlan kevesebbet ér. Miért nem igaz ez? Hogyan lehet ezt a közkeletű vélekedést cáfolni?**

– A fix szektoros BS-antennákkal az ellátottsági terület egyenletes lefedettsége a cél. Ideális az lenne, ha a bázisállomás-mobilállomás távolsággal inverz függvény szerint növelnék a kisugárzott teljesítményt. Ezt az ideális esetet pontosan nem tudjuk megvalósítani, de mindenképpen azt jelenti, hogy a BS alatt, tőle kis távolságban kell a legkisebb teljesítményt kisugározni. A BS-antennák ilyen karakterisztikával rendelkeznek, az alattuk lévő terület irányába kisebb mértékben sugároznak. A pontos üzemi karakterisztika természetesen a telepítés környezetétől is függ, ezért a fentieknél azért bonyolultabban alakul. Minden BS üzembe helyezése előtt elvégzik az élettani szempontú méréseket, és a szabvány határértékein belüli működést az NMHH és a mobilszolgáltatók együttesen biztosítják. Általános vizsgálati tapasztalat, hogy a fülhöz tartott mobil készülék nagyobb elektromágneses terhelést jelent, mint a bázisállomástól származó télerősség. Tehát a lakossági félelem véleményem szerint nem indokolt, és az ingatlan árának ettől való függése műszaki szempontokkal nem igazolható.

**– Amikor több frekvenciát használunk egyszerre, az módosítja az élő szervezetekre gyakorolt hatást?**

– A biológiai hatások kutatásánál fontos, hogy „tisztá RF” feltételeket biztosítsunk. Általában a legtöbb laboratóriumi vizsgálat valamely frekvencián történik, vagy valamelyik technológiához (2G, 3G, 4G) kötődik. Az epidemiológiai kutatások során adott esetben éppen az ellenkezője a cél, hogy a különböző forrásokból eredő expozíciókat elkülönítve tudjuk vizsgálni (például wifi, Bluetooth, vagy a 2-5G technológiák). Ez a vizsgálati modelltől függ. Van már néhány publikáció, amely a 3G és 4G

Általános vizsgálati tapasztalat, hogy a fülhöz tartott mobil készülék nagyobb elektromágneses terhelést jelent, mint a bázisállomástól származó télerősség.



expozíciót együtt vizsgálja, de nem találta eltérő hatásokat az egyes külön frekvenciákon történt kísérletekhez képest. Mivel ezek a frekvenciák biológiai hatás szempontjából közel vannak egymáshoz, egy olyan frekvencián történő kísérlet, amely közel van a 2-4G frekvenciatartományhoz, elegendő a dózis-hatás összefüggések vizsgálatához. A szabvány az együttes terhelésre méretezéskor az egyes terhelők összegzett hatásának figyelembevételét írja elő, tehát ezt a tervezésnél figyelembe veszik.

**– A szolgáltatók mindent megtesznek, hogy az 5G rendszerek minél gyorsabban elérhetőek legyenek a felhasználók számára. Ezek tervezésénél milyen egészségügyi követelményeket vesznek figyelembe? Egyértelmű, hogy az újabb rendszerek hatékonyabbak – technikai értelemben. De ez azt is jelenti, hogy kisebb az egészségügyi hatásuk? Mi a helyzet a magas denzitású területeken?**

– Az 5G rendszerek tervezésénél az egészségügyi határértékeket ugyanolyan módon veszik figyelembe, mint a korábbi mobilrendszerek esetén, a határértékszintek jellemzően az üzemi frekvenciától függenek. A magas denzitású (felhasználói sűrűségű) területek ellátása mindenképpen kisebb cellákkal történik, ezt több okból sem lehet másképpen megoldani. A fő ok a nagy adatsebesség igénye. Egy cella az allokált sávzélesség mellett korlátozott összadatsebesség-igényt tud kielégíteni, így korlátozott felhasználói adatforgalmi igényt. A cellák méretét ezért a nagyobb felhasználói forgalom igénye miatt csökkenteni kell. Az adatsebesség-igény kiszolgálásának másik eszköze a magasabb frekvenciák használata, mert ott nagyobb


sávzélesség áll rendelkezésre. Ez csak LOS módon működik, ami a földi mikrohullámú pont-pont összeköttetések fő jellemzője is, vagy a föld-műhold rádiószakaszoké. A magasabb frekvenciák alkalmazása így nagyobb sávzélesség mellett nagyobb adatsebesség elérését teszi lehetővé, de lényegében csak látótávolságon belül. A magas denzitású területeken tehát kis cellákat használnak, a kis cellaméret esetén kisebb adóteljesítmény elegendő, így kisebb egészségügyi hatást jelentenek.

**– Mekkora terhelés jut egy átlagemberre a mobilrendszerek használatának következtében? Milyen változás várható ezen a téren az 5G szélesebb körű elterjedésével, illetve a majdani 6G bevezetésével?**

– Jack T. Rowley és Ken H. Joyner 2012-ben megjelent cikkére hivatkoznék, amely több földrészre (így Magyarországra is) kiterjedő mérésorozaton alapuló összehasonlító vizsgálatban tanulmányozta a lakossági elektromágneses kitettséget. Az egyes területeken változó télerősségeket tapasztaltak, de minden mérési pontban jelentősen a lakossági határérték alatti szinteket mértek. Magyarországon a világszerte mért eredmények átlagának megfelelő szinteket tapasztaltak, ez is azt mutatja, hogy a hazai rádiós szakemberek jó munkát végeznek mind a tervezés, mind a hálózatok kivitelezése során. Az 5G-re és majdani 6G-re vonatkozó kérdés kapcsán összefoglalva azt tudom mondani, hogy az 5G hálózatok szélesebb körű elterjedésével a folyamatos monitorozást folytatni kell, az elektromágneses kitettségre vonatkozó biológiai vizsgálatokat is ki kell terjeszteni a 6G felé vezető generációs lépésekben alkalmazott frekvencia-, sávzélesség- és modulációs típusokra. Ha bármelyik vizsgálatnál olyan káros hatásra derül fény, melynek okozója az elektromágneses tér általi kitettség, akkor a szabványokat módosítani kell, de az eddigi vizsgálatok során ilyen tapasztalat nem volt.

*A cikk anyagának összeállításához szakmai segítséget nyújtott dr. Vári Péter, a Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság műszaki főigazgató-helyettese és dr. Thúróczy György, a Nemzeti Népegészségügyi Központ nem ionizáló sugárzások osztályának vezetője.*





Áldott Karácsonyi Ünnepeket  
és Egészségben, Sikerekben  
Gazdag Új évet kíván a  
Weishaupt Hőtechnikai Kft.

–weishaupt–

Weishaupt Hőtechnikai Kft.  
H - 2051 Biatorbágy, Budai u. 6.  
Tel.: +36 - 23 / 530 - 880, info@weishaupt.hu, www.weishaupt.hu

2021-ben LNG gáz is érkezik Magyarországra

# A közeljövő gázellátási lehetőségei

Magyarország éves gázfelhasználása az elmúlt öt évben 9-10 milliárd m<sup>3</sup> között változott. E mennyiség közel 80%-a orosz importból származott, amely Ukrajnán keresztül, vagy az osztrák–magyar HAG vezetéken érkezett. Az új gázforrásra épülő beszerzésre, illetve új diverzifikációs útvonalon való szállításra tett kezdeményezések 2021-ben eredményre vezethetnek. Ennek lehetőségeit mutatja be az alábbi összeállítás.



Csallóközi Zoltán, az MMK Gáz- és Olajipari Tagozatának elnöke, a Főgáz Zrt. ny. igazgatója

## A hazai gázfelhasználás forrásoldalai

A hazai gázfelhasználás kiszolgálása három forrásra épül: hazai gáztermelés, gáztárolói készletek, importszállítás. A hazai gáztermelésből az éves igények 15-20%-a biztosítható. Az elmúlt öt év termelési adatai az alábbiak:

	Milliárd m <sup>3</sup>	
2015	1,57	
2016	1,60	
2017	1,47	
2018	1,98	
2019	2,01	

A napi kitermelési kapacitás 4,5-5,5 millió m<sup>3</sup> között változik, amely a téli csúcspotyogasztási napok igényét (60-70 millió m<sup>3</sup>/nap) 5-8%-ban biztosítja. Bár az elmúlt évtizedekben több új földgázmezőt helyez-

tek üzembe, az évi kitermelés érdemben nem növelhető, mivel a jelenlegi készletek folyamatosan elapadnak.

## Gáztárolói kapacitás

Magyarország egyik legfontosabb biztonsági tényezője a gáztárolói kapacitás, amelynek jelenlegi adatait a következő táblázat tartalmazza:

	Tárolói kapacitás (milliárd m <sup>3</sup> )	Napi kitérő kapacitás (millió m <sup>3</sup> /nap)
Kereskedelmi tárolók	5,1	53,1
Stratégiai tároló	1,45	20,0

A stratégiai tároló biztonságos készlet-szintjének növelésére a kormány 2019. augusztus 1-jével hozott döntést. A korábbi 1,2 milliárd m<sup>3</sup> készletet 1,45 milliárd m<sup>3</sup>-re emelte. A kitérő napi 53,1 millió m<sup>3</sup> kapacitásnak kiemelt szerepe van az országos napi csúcspotyogasztás kiszolgálásában. A napi csúcspotyogasztások alakulását az alábbi táblázat mutatja be:

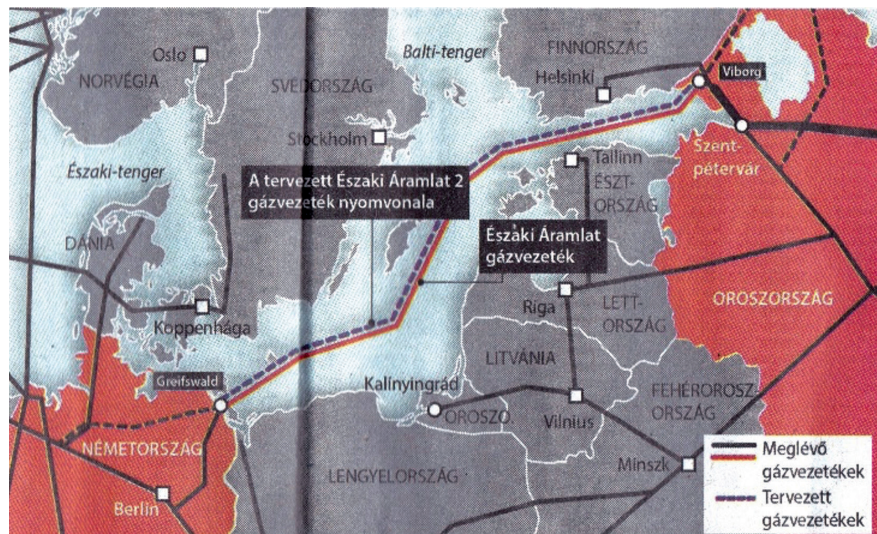
Év	Napi csúcspotyogasztás (millió m <sup>3</sup> )	Átlaghőmérséklet
2015	55,7	-5,7 °C
2016	62,3	-8,0 °C
2017	70,1	-10,8 °C
2018	66,5	-8,4 °C
2019	62,5	-5,1 °C

A napi csúcspotyogasztási adatokat értékelve megállapítható, hogy a kereskedelmi tárolók napi max. kapacitásából az országos csúcspotyogasztások 75-80%-a kielégíthető. A stratégiai tároló napi kapacitását is figyelembe véve – importszállítás nélkül is – az ország gázellátása a gáztárolókból a téli időszakban 50-70 napig biztosítható.

## Importszállítás

Az elmúlt öt évben európai országok éves gázfelhasználása 450-500 milliárd m<sup>3</sup> között változott. Ennek 35-40%-át az orosz





Gazprom szállította. Magyarországon az éves gázfelhasználás 78–80%-a származik orosz importból. A tényleges értékeket az alábbi táblázat mutatja be:

Év	Hazai gázfelhasználás (milliárd m <sup>3</sup> )	Gazprom-szállítás (milliárd m <sup>3</sup> )	Gazprom-szállítás %-ban
2015	8,98	7,08	78,8
2016	9,62	7,50	77,9
2017	10,29	8,28	80,4
2018	9,88	7,47	76,6
2019	10,07	7,98	79,2

Az orosz gáz túlnyomó része Ukrajnán keresztül érkezik, de jelentős szerepet játszik az Ausztrián keresztül, az ún. HAG vezetéken érkező gáz mennyisége is.

Az orosz és az ukrán állam között kötött tízéves gázszállítási szerződés 2019. december 31-éig volt érvényben. Hosszú tárgyalások után a két fél a szállítási szerződést öt évre meghosszabbította a következő feltételekkel: Ukrajnán keresztül 2020-ban max. 65 milliárd m<sup>3</sup>, 2021–2024 között max. 40 milliárd m<sup>3</sup> földgáz szállítható. A szerződés ún. pump or pay záradékkal zárul, vagyis az évente meghatározott mennyiség után kell fizetni tranzitdíjat, függetlenül a ténylegesen szállított mennyiségtől.

Magyarország 1996-ban kötött hosszú távú szerződést a Gazprommal. A 2015-ben lejárt szerződés szerint át nem vett mennyiséget 2021 végéig használhatjuk fel, ami a jövő évre kb. 4,0 milliárd m<sup>3</sup> gáz szállítást tesz lehetővé. 2021 őszén új szállítási

szerződés megkötése válik esedékesé, amelynek időtartama, rugalmassága és elsősorban az árkérdés számos kormányzati döntést igényel.

## Diverzifikációs útvonalak és új gázforrások Magyarország szemszögéből

Az Ukrajnán keresztül történő gázszállítás kockázati tényezői miatt Oroszország alapvető célja az Ukrajnát elkerülő szállítási útvonalak kiépítése. Ezt a célt szolgálja az Északi Áramlat II. megépítése, és a Török Áramlat meghosszabbítása Délkelet-, illetve Közép-Európa irányába.

### Északi Áramlat II.

A Balti-tenger alatt Oroszországot Németországgal összekötő két párhuzamos, 1224 km hosszú vezeték, amelynek kapacitása évi 55 milliárd m<sup>3</sup>.

A vezetéképítés eredetileg tervezett befejezési határideje 2019. december volt. A kivitelezési határidő csúszását több tényező befolyásolta. A dán környezetvédelmi hatóság miatt 147 km vezeték szakaszt új nyomvonalra kellett tervezni. 2019 decemberében hatályba lépett az USA ún. nemzetvédelmi költségvetési törvénye, amely szankcionálja a vezetéképítésben részt vevő szakképeket. A szankcionálás indoka több politikai-gazdasági tényezőre vezethető vissza, de a legfontosabb ok valószínűleg az európai piac biztosítása az amerikai LNG gáznak.

Németországnak feltétlenül szüksége van az Északi Áramlat II. vezetéken érkező gáz mennyiség nagy részére, mivel a fo-

lyamatosan leálló atom- és szénerőművek pótlása jelentős mértékben földgázalapú erőművekre épül.

Az Egyesült Államok és Németország számos tárgyalást folytatott a szankcionáló lépések feloldására, de ezek érdemi eredményre nem vezettek. A kivitelezés 2020 januárjában leállt. A készültségi fok 92–93%-os, a teljes befejezéshez még 160 km vezeték építése szükséges.

A közelmúltban megválasztott új amerikai elnök, Joe Biden ebben a kérdésben feltehetően más politikát folytat, így a kivitelezés 2021-ben befejeződhet.

## Az Északi Áramlat II. előnyei és hátrányai

### Előnyök

Magas szintű üzembiztonság. Két, párhuzamosan húzódó, egyenként 27,5 milliárd m<sup>3</sup> kapacitású vezeték bármilyen üzemzavar esetén nagy üzemeltetési biztonságot nyújt. A fokozatosan csökkenő holland termelés miatt több EU-ország részére ellátásbiztonságot növelő tényező.

Az Északi Áramlat II. 55 milliárd m<sup>3</sup> kapacitásából – a német igények kiszolgálása mellett – Közép-Európa (Szlovákia, Csehország, Magyarország) is szállítható gáz mennyiség. Ebben az esetben felértékelődik a jelenleg kihasználatlan szlovák-magyar gázvezeték, amelynek évi kapacitása 4,2 milliárd m<sup>3</sup>, napi kapacitása pedig 17 millió m<sup>3</sup>.

Nem kell számolni az ukrainai szállítási útvonal bizonytalanságával. A több mint negyven éve üzemelő, ún. Testvériség vezeték ukrainai szakasza több helyen felújításra szorul. Ukrajna fizetési készsége Oroszország felé pedig már kétszer (2006-ban és 2009-ben) is szállítási szünetet eredményezett.

### Hátrányok

Németország geopolitikai szerepe tovább növekszik. A Gazprom-függőség továbbra is megmarad, mivel az Északi Áramlat II.-n kizárólag orosz gáz érkezik Európába.

## A Török Áramlat meghosszabbítása

Az oroszországi Anapából induló, a Fekete-tenger alatt húzódó, két párhuzamos, évi 15,75 milliárd m<sup>3</sup> kapacitású vezeték, amelynek egyik ága kizárólag Törökországot látja el földgázzal. A másik vezetékágat továbbépítik Bulgárián és Szerbián keresztül Magyarorszáig. A Török Áramlat Délkelet-



let- és Közép-Európa felé történő meghosszabbításához az alábbi vezetéképítések szükségesek: Törökország: 122 km; Bulgária: 484 km; Szerbia: 398 km; Magyarország: 16 km.

Az egyes országok prognosztizált éves igényei: Bulgária: 3,5 milliárd m<sup>3</sup>; Szerbia: 2,5 milliárd m<sup>3</sup>; Magyarország: 6 milliárd m<sup>3</sup>. Az időközben Balkán Áramlatra „keresztelt” vezeték Magyarországra 66 bar nyomáson, Kiskundorozsmánál lép be. A komplex beruházás befejezési határideje 2021 októberére várható. Ha ezen időpontig létrejön a Gazprommal az új gázszállítási szerződés, akkor már az ukrajnai szállítási útvonal mellett, a Balkán Áramlaton szállított orosz gáz mennyisége is szerepelhet a megállapodásban.

## Új gázforrás

Magyarország szempontjából új gázforrás lehet a Horvátországból (a Krk szigetről) érkező LNG gáz, és a fekete-tengeri új román gázmezőről történő szállítás.

## LNG gáz

Több évig tartó előkészítés után a horvátországi Krk szigetre tervezett LNG-terminál kivitelezése 2019 májusában kezdődött meg. Az LNG visszagázosító terminál épület helyett hajóra épül, amely technológiai megoldás költségmegtakarítást eredményezett. A beruházás teljes költsége 233 millió euró, amelyből az EU 100 millió eurót biztosít. A tervezett befejezési határidő: 2021. június.

A vezeték kapacitása 2,7 milliárd m<sup>3</sup>. Ebből a magyar földgázkereskedő (MVM MFGK) egymilliárd m<sup>3</sup> kapacitást foglalt le a 2021-2027 közötti időszakra. A lefoglalt kapacitásból hat éven keresztül évi 250 millió m<sup>3</sup> LNG szállítására kötött szerződést a Shell

Magyarország szempontjából új gázforrás lehet a Horvátországból érkező LNG gáz, és a fekete-tengeri új román gázmezőről történő szállítás.



céggel. (A fennmaradó 750 millió m<sup>3</sup> szállítója jelenleg még nem ismert.) Ez az első hosszú távú szerződés, amelyet a magyar gázkereskedő nem a Gazprommal kötött.

A visszagázosítás után Krk szigetén a horvát gázhálózatba táplált földgáz Magyarországra szállításához üzembe helyezték a Zagrábtól 50 km-re található Velika Ludina-i kompresszorállomást, amely 50 000 m<sup>3</sup>/h gáz szállítását teszi lehetővé a magyar szállítórendszer felé.

## Román gázszállítás

Új gázforrásként vehető figyelembe a román gázszállítás, amely két ütemre bontható:

- a határkeresztelő vezeték kétirányúsításával évi 1,75 milliárd m<sup>3</sup> gáz érkezik Magyarországra,
- a fekete-tengeri Neptun Deep termelőhely üzembe állítása esetén kb. évi 4 milliárd m<sup>3</sup> gáz szállítható Magyarországra.

Mivel a kitermelő cégek (ExxonMobil és az OMV Petrom) nem tudtak megegyezni a román kormánnyal, így a termelés megindítása jelenleg teljesen bizonytalan.

## Összefoglaló gondolatok

A Magyarország gázellátását biztosító források és szállítási irányok a következő években jelentősen átalakulnak. 2021 a hazai gázipar szemszögéből „történelmi év” lesz, mivel először szállítanak - új gázforrásként - LNG gázt Magyarországra. A Földközi-tengeren tankerhajóval Krk szigetére érkező cseppfolyós gáz (LNG) visszagázosítás után kerül a horvát, majd a magyar gázszállító rendszerbe. A jelenleg lefoglalt kapacitás - hat évre - 1,0 milliárd m<sup>3</sup>/év.

Szintén új gázforrásnak tekinthető a román-magyar határkeresztelő vezeték kétirányúsításával Románia felől érkező földgáz, amely évi max. 1,75 milliárd m<sup>3</sup> szállítást eredményezhet.

Orosz gáz szállítását eredményezi, de új diverzifikációs útvonalon, a Török Áramlat meghosszabbítása Bulgárián és Szerbián keresztül Magyarorszáig. A Gazprommal kötendő új szerződés függvényében 3-6 milliárd m<sup>3</sup>/év földgáz szállítására van lehetőség.

Ha az Északi Áramlat II. vezetékét üzembe helyezik, új szállítási útvonal jöhet létre Csehországon és Szlovákián keresztül a magyar határig.

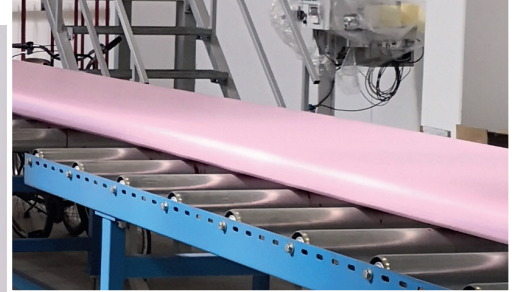
A hosszú távú orosz-magyar szállítási szerződésből még át nem vett mennyiséget, valamint a jelentős volumenű hazai gáztárolói kapacitást is figyelembe véve Magyarország gázellátása 2021-re és az ezt követő évekre is problémamentesen megoldható.





# RÉTEGESEN ÖLTÖZTETETT HÁZAK

Télen mindig kapjuk a jótanácsot, hogy öltözködjünk rétegesen, mert úgy nem fogunk megfázni. De jó ötlet-e, ha a házunkra is több rétegben kerül fel a hőszigetelés?



## PADLÓ HŐSZIGETELÉSE

A vízszintes, leterheléssel vagy mechanikusan rögzített hőszigetelések képezik a legegyszerűbb esetet. Ilyenkor az egy- vagy többrétegű fektetés egyaránt lehetséges. Az egyrétegű fektetés előnye a kevesebb élőmunka. Ez egy családi ház léptékénél nem kardinális kérdés, de több tízezer négyzetméter szigetelése esetén már költségtényező lehet. Kétrétegű fektetés esetén a második réteg fél tábla eltolásban, kötésben rakható, így az átmenő hézagok okozta hőhidak nem jelentkeznek. További előnye lehet ennek az eljárásnak, hogy a kereskedelemben aktuálisan kapható, tetszőleges vastagságú anyagokból lehet dolgozni. Ez különösen nagyobb vastagságok esetén előnyös, mivel ezeket a kereskedők a gyártótól rendelik meg, raktáron nem vagy nem elégséges mennyiségben tartják.

Padlók lépéshang-szigetelése esetében gyakran nincs is más választásunk, mint a kétrétegű fektetés. A technika fejlődésével egyre több kábel (klíma, internet, elektromos vezeték stb.) hálózza be lakásunkat. Ezeket gyakran az emeletközi födémbe kell elvezetni, ott, ahol a lépéshang-szigetelést is meg kell oldani. Mivel az akusztikai lemezeknek teljesen felületfolytonosnak kell lenni a kívánt hatás eléréséhez, ezért először a csövek vastagságával megegyező terhelhető, AT-N100 lemezt kell a nyers, szerkezeti födémre elhelyezni. Ebből aztán kézi szerszámmal könnyen ki lehet vágni a vezetékek helyét. Erre kerül a lépéshang-szigetelő lemez, majd a fóliaterítés és a legalább 5 cm vastag beton után a terv szerinti padlóburkolat adja a megfelelő akusztikai csillapítást.

Talajon fekvő padló esetében viszont a fokozott hőszigetelési igény indokolhatja a kétrétegű fektetést. Ilyenkor (ha nincsenek vezetékek) a sorrend megcserélődik, és a nagyobb szilárdságú terhelhető lemez kerül felülre, ezzel is védve az AT-L lemezeket a kivitelezési sérülésektől.

## HOMLOKZAT

A homlokzatokon korábban szóba sem került a kétrétegű elhelyezés, de a hőszigetelés vastagságának növekedésével erre a lehetőségre is ki kell térni. A 4-5 cm-es vastag lemezek helyett ma már a 15-20, vagy passzívházaknál akár a 30 cm vastag hőszigetelésre is lett kereslet. Itt is azzal kellett szembesülni, hogy a kereskedelemben raktáron nem tartott anyagok szállítási határideje a kivitelező számára esetleg túl hosszúnak bizonyult, így alternatív megoldásokra is szükség lehetett.

Technológiai akadálya nincsen a 20–40 cm vastag homlokzati hőszigetelő lemezek legyártásának (jelenleg a hazai rekord 38 cm), és az egy vastagabb vagy a két vékonyabb lemezből összerakott hőszigetelés ára sem tér el, ha az összvastagság azonos. A kétrétegű szigetelés viszont költségesebb, mivel a hőszigetelő lemezek egymáshoz ragasztása többletanyagköltséggel és munkadíjjal jár. Ha mégis több rétegben kell felhordani a hőszigetelést (amit például a homlokzati díszítő tagozatok rögzítése is indokolhat), a két réteg egymáshoz ragasztására a cementbázisú ragasztók (a legtöbb ragasztótápasz ilyen) nem alkalmazhatók. Mivel egyik felület sem nedvszívó, a ra-

gasztó nehezen vagy egyáltalán nem köt meg. Jól alkalmazhatók viszont a poliuretán bázisú ragasztók, melyek nedvesség jelenlétében kötnek. A kétrétegű homlokzatszigetelés technikai vagy jogi korlátairól a rendszergazdák adnak bővebb tájékoztatást.

Lábazaton, talajba kerülő szerkezetek esetén is a fentiek szerint kell eljárni.

## LAPOSTETŐ

Egyenes rétegrendű lapostetők a hőszigetelés rétegszámának tekintetében nem különböznek a padlóktól: lehetséges, esetenként még előnyös is a többrétegű fektetés. Más a helyzet a fordított rétegrend esetében. Ebben az esetben már az extrudált polisztirolhabok alkalmazását szabályozó MSZ 7574 szabvány is tiltja a kétrétegű fektetést. Ennek természetesen megvan az épületfizikai oka. A fordított rétegrendű tetőknél alul, a teherhordó/lejtésképző rétegre kerül a vízszigetelés, melynek páraellenállása többnyire magas. A vízszigetelésre elhelyezett hőszigetelés a nedvességet ugyan nem veszi fel, de kétrétegű fektetés esetében a két tábla között vízfilm tud kialakulni, ami egy második, külső párazáró réteget tud képezni. A két nagy páraellenállású réteg között kialakuló párányomás viszont a nedvességet a zárt cellás extrudált polisztirolhabba is be tudja préselni, így a hőszigetelő anyag hővezetési tényezője le fog romlani. Ezért akár Austrotherm XPS®-el, akár Zenit®-tel szigeteljük a tetőt, fordított rétegrend esetében csak az egyrétegű fektetés elfogadható. Szerencsére viszont már mindkét anyag akár 40 cm-es vastagságban is elérhető, így akár a passzívházak követelményeit is túl tudjuk teljesíteni a fordított rétegrend esetében is.



*Időtálló minőség 30 éve*

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

Az Eiffel Műhelyház akusztikai tervezése

# Hangutak

Budapest új kulturális élményközpontja, az Operaház Műhelyháza az ország legnagyobb ipari műemlék épületében, a MÁV egykori Északi Járműjavítójának felújításával jött létre. A gyakran Eiffel-csarnokként emlegetett hatalmas, öthajós iparcsarnok 1883–1886 között épült, a fennmaradt dokumentumok szerint Feketeházy János tervei alapján. A volt járműjavító az eltérő funkció és megjelenés ellenére közeli rokonságban áll az Operaházzal: majdnem pontosan egyidősek, és mindkét épület acél tetőszerkezetét Feketeházy tervezte.



Borsiné Arató Éva  
akusztikus mérnök

A 2009-ben bezárt Északi Járműjavító területét műemléki jelentőségű területté nyilvánították, az Eiffel-csarnokot és a mögötte lévő állomásépületet műemlékké. Nem kis fantáziára volt szükség, hogy a beruházó, a Magyar Állami Operaház beleáldmodja mindazt a funkciót, aminek ez a komplexum helyet ad: Bánffy próba- és színházterem (Kamaraszínház), Hevesi háziszínpad, Fricsay lemez- és hangfelvételi stúdió, raktáregyüttes és gyártóbázis, csak hogy a legfontosabbakat említsem. A hatalmas csarnoképület felújításához és az új funkcióhoz tartozó tervek elkészítéséhez számos összetett műszaki feladatot kellett kezelni, összefogni. A Közti Zrt. Marosi Építész Stúdiója, *Marosi Miklós* vezető tervező irányításával óriási bravúrral oldotta meg az összetett tervezési feladatot. Össze kellett fognia nagyon sok szakterületet, át kellett látnia a teljes működési mechanizmust. Ez a munka is igazolta: csak úgy lehet maradandót alkotni, ha a különböző mérnöki szakágak összehangoltan, egymásra figyelve, egymás munkáját tisztelve és megértve dolgoznak.

## Az Eiffel Műhelyház akusztikai tervezése

A helyszín akusztikailag is különleges, hiszen a próbacentrumot egy meglévő ipari



1. kép: Az Opera Eiffel Műhelyháza

csarnokba kellett betervezni úgy, hogy a fő épületszerkezetek megmaradjanak, de a létesítmény a mai kor követelményeinek is megfeleljen. Ez a feladat technológiailag, esztétikailag, építészetileg és akusztikailag is óriási kihívást jelentett, hiszen egyes rendeltetésű épület lévén nagyon sok szempontot kellett figyelembe venni, sok célnak kellett megfelelni.

Az első tervek szerint elvégzett költségbecslés alapján a beruházó úgy döntött, hogy a terveket át kell dolgozni. Építészetileg, de elsősorban akusztikailag lényegesen egyszerűbb igényszinthez igazodva új tervek készültek. Ezeknél az is szempont volt, hogy a tervezett kialakítás olyan akusztikai paraméterekkel rendelkezzen, amelyek maximálisan megfelelnek a beruházói igényeknek, és az épület maradék-

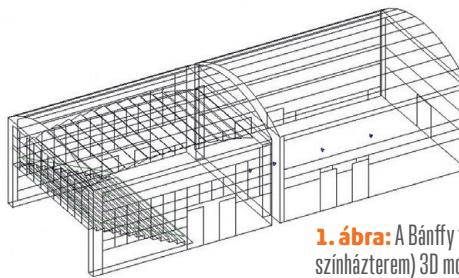
talantul teljesíti a működéshez szükséges alapvető feltételeket. Ez valóban sok megfontolást, a szakágak közötti közös gondolkodást igényelt.

Az óriási csarnoképület kisebb, de nagyon fontos részét a Bánffy próba- és színházterem, a hangstúdió (Fricsay hangstúdió) és a Hevesi háziszínpad foglalja el. Az épület nagyobbik hányadában különböző műhelyek, díszletraktárak és 11 gyártóműhely kapott helyet.

Az épület tehát többfunkciós, és mind az épületakusztika, mind a teremakusztika szempontjából magas követelményeknek kellett megfelelnie. A három kiemelten kezelt helyiség akusztikai megítélésének alapja általában ezek teremakusztikai viselkedése, ezért cikkünkben elsősorban ezzel a kérdéssel foglalkozunk.



2. kép: Nagy Attila: Újjászületésnap – gálaelőadás a Bánffy teremben az Eiffel Műhelyház megvalósításán dolgozók tiszteletére 2020 márciusában



1. ábra: A Bánffy terem (próba- és színházterem) 3D modellje (Alabárdos Zsuzsanna, Arató Akusztikai Kft.)



2. ábra: A Bánffy terem számított átlagos utózengési ideje berendezett állapotban, nézők nélkül (Alabárdos Zsuzsanna, Arató Akusztikai Kft.)

1. táblázat A Bánffy terem tervezett teremakusztikai paramétereit

Tervezett paraméter	Közepes utózengési idő $T_m$ [sec]		Mélyhang-arány BR		Magashang-arány HR		Hangtisztsági fok $C(80)$ [dB]	
	Ajánlott érték	Tervezett érték	Ajánlott érték	Tervezett érték	Ajánlott érték	Tervezett érték	Ajánlott érték	Tervezett érték
	$1,7 \pm 0,1$	1,8	1,2–1,4	1,24	0,85–1	1,05	$-1 \pm 2$	$-1 \pm 2$

## A teremakusztikai tervezés főbb szempontjai

Az akusztikailag kiemelten kezelt helyiségek akusztikai kialakítása a funkciójuknak megfelelő paraméterekkel történt. Első lépésként a fizikai adottságokat kellett felmérni, és ehhez igazítani az elvárható, optimális teremakusztikai paraméterek sorát.

Egy adott tér teremakusztikai viselkedését meghatározó legfontosabb tényezők a térfogat, a teljes határolófelület, a terem alakja, a beépített anyagok jellemzői. Az első három tényező a fizikai adottságok miatt kiindulási adat. Ezeket figyelembe véve, a beépített anyagok típusának, méreteinek megfelelő megválasztásával érjük el a kívánt paramétereket.

A teremakusztikai viszonyok leírására legáltalánosabban használt paraméter a helyiségek *utózengési ideje*. Nemzetközi megállapodás szerint azt az időt nevezzük utózengési időnek, amely alatt a hangforrás elhallgatása után, a zárt térben a hangnyomásszint 60 dB-lel csökken. Jelölése:  $T_{60}$  [sec].

A különböző célú termek optimális utózengési ideje más és más. Elsődlegesen a különböző frekvenciákon mért/számított utózengési időkből átlagolva számolt köze-

pes utózengési idő értéket adjuk meg mint teremjellelmezőt. Jelölése:  $T_m$  [sec]. A lecsengési idő hosszát érzékelve a teret élőbbnek vagy csillapítottabbnak ítéljük meg. Természetes, hogy zenei célra hosszabb lecsengési időt tartunk kedvezőnek, míg beszéd esetén inkább rövidebb lecsengést.

A lecsengési idő hossza mellett a szubjektív ítélet kialakulását a lecsengés minősége is befolyásolja. Minél egyenletesebben cseng le a hangenergia, annál kellemesebbnek érezzük a teret. Az egyenletes lecsengést nagy diffuzitással érjük el.

Az utózengési időn kívül még számos olyan objektív, mérhető teremakusztikai paraméter van, amelyek leírják a terem viselkedését. Ezek közül néhányat kiemelek:

**Mélyhang-arány: BR.** A terem „melegségére” utaló jellemző. A mély hangok tartományában mérhető utózengési idő értékét arányítjuk a közepes tartományban mérhető utózengési időhöz. Ennek megfelelő értéke biztosít meleg hangzást a teremben.

**Magashang-arány: HR.** Itt a magas hangok tartományában mérhető utózengési idő értékét arányítjuk a közepes tartományban mérhető utózengési időhöz. Ennek megfelelő értéke biztosít kellemes, fényes hangzást a teremben.

**Hangtisztsági fok:  $C(t)$  [dB].** A korai-késői hangenergia-arányt adja meg. Belátható: ha a hallgatóhoz több direkt hang vagy azt segítő visszavert hang érkezik, mint a későbbi és távolabbról érkező visszaverődések, akkor a hang tisztább és érthetőbb lesz.

## A Bánffy terem akusztikai méretezése

A három akusztikailag kiemelten kezelt helyiség közül nehéz megmondani, melyik volt a legnagyobb kihívás. A nagyközönség a Bánffy színházteremmel találkozhat elsősorban, hiszen itt a próbákon kívül nyilvános előadások is vannak.

A Bánffy próba- és színházterem elnevezésében benne van, hogy elsősorban próbateremként szolgál az Operaház számára. Tervezésekor kiemelt szempont volt, hogy az Operaház Andrassy úti épületében lévő színpadra és zenekari árokra rendezett produkciók korlátozás nélkül próbálhatók legyenek az Eiffel Műhelyház színháztermében is. Így a Bánffy terem színpadának és zenekari árkának mérete, elrendezése hasonló az Operához. Az alapvető különbség az, hogy a színpadhoz nem tartozik magas zsinórpadlás – itt is az épület meglévő magassága szabta meg a határt. Ugyanakkor a modern színpadtechnika sokoldalú színpadhasználatot biztosít.

Az akusztikai szempontból legnagyobb kompromisszumot az jelenti, hogy a nagy színpad és zenekari árok méretéhez képest

jóval kisebb térfogatú a nézőtér. Fizikailag nem volt lehetséges az Operaházhoz hasonló teret megálmodni. Ez a korlátozás azt jelenti akusztikailag, hogy a terem ösztérfogata jóval kisebb, mint az Operaházé. A terem paramétereit ennek megfelelően kellett meghatározni. Azt is tudomásul kell venni, hogy nagy létszámú operaműveknek nem szolgál elegendően nagy légtérrel, a nagy hangteljesítmény már „túlvezérli” a termet.

Első lépésként a terem térfogatához és funkciójához kellett meghatározni a jellemző teremakusztikai paraméterek kívánt értékeit. A tervezés során figyelembe kellett venni azt az igényt, hogy a terem több célra is alkalmas legyen.

A nézőtér és a színpad csatlakozása közel teljes felületen történik, tehát nem a klasszikus „kukucsaszínház” kialakítású. Ezzel a megoldással a terem alkalmas nagy rendezvények – például bálók, nagyobb intézményi események – megtartására is. A nézőtér mobil széksorai betolhatóak a terem technikai helyiségek felé eső végébe. A terem összenyitásával egy több mint 8500 m<sup>3</sup> térfogatú helyiséget kapunk.

A nézőtér és a színpad teremakusztikai kialakítása elsősorban az opera-előadásokhoz szükséges paramétereket biztosítja. Ugyanakkor arra is törekedtünk, hogy a két térfél teljes összenyitásakor a színpadi rész ne legyen sokkal zengőbb a nézőtérnél, illetve a nézőtér se legyen túlcsilapított. A nézőtér akusztikai burkolatainak megválasztásával olyan környezetet alakítottunk ki, ahol nagy a hangtisztaság, jó a teremérzet, és kellemes, nem túl csillapított, diffúz hangtér biztosítja a jó akusztikai komfortot.

Alkalmazott burkolatok:

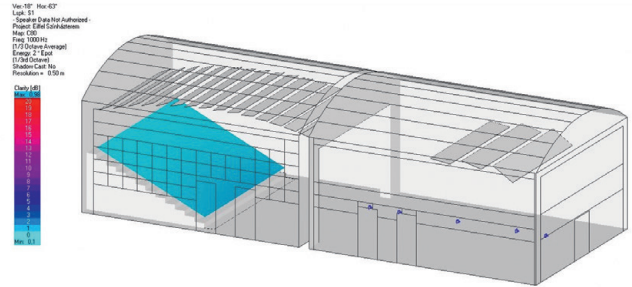
- mély frekvenciás elnyelőelemek: fa-membrán és műbőr membrán,
- széles sávú elnyelőelem: textillal burkolt szálás anyag,
- középfrekvenciás elnyelő: perforált rezonátor burkolat,
- diffúzor: az első kemény reflexiók elkerülése és a beeső hangenergia egyenletes szétterítése a falakról, ezzel növeljük a hangtisztaságot és segítjük az egyenletes energiaellátást,
- mennyezeti hangvetők – a nézőtér megfelelő hangenergia-ellátását, a nagyobb hangtisztaságot szolgálják.

Az akusztikai burkolatok mennyiségét a teremakusztikai paraméterek elérése érdekében

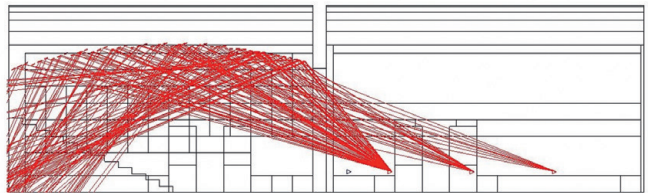
**2. táblázat** A Fricsay stúdió tervezett teremakusztikai paramétereit

Tervezett paraméter	Közepes utözengési idő T <sub>m</sub> [sec]		Mélyhang-arány BR		Magashang-arány HR		Hangtisztasági fok C(80) [dB]	
	Ajánlott érték	Tervezett érték	Ajánlott érték	Tervezett érték	Ajánlott érték	Tervezett érték	Ajánlott érték	Tervezett érték
	1,3±0,1	1,3	1,2–1,4	1,4	0,85–1	1	-0 ± 2	-0 ± 2

**3. ábra** A Bánffy terem számított hangtisztasági fok 1000 Hz – 1/3 oktávsvá-  
ban (Alabárdos Zsuzsanna,  
Arató Akusztikai Kft.)



**4. ábra** A Bánffy terem nézőtérében lévő hangvetők vizsgálata (Alabárdos Zsuzsanna,  
Arató Akusztikai Kft.)



értékei határozzák meg. Fontos kiemelni, hogy az is befolyásolja a végeredményt, hogyan és hová helyezzük el a térben a különböző hangelnyelő anyagokat.

A mai akusztikus munkáját már modern eszközök segítik. A számítógépes modellel előre lehet számolni, becsülni, hogy milyen lesz a terem akusztikai viselkedése. Ennek az eszköznek a használata akkor biztonságos, ha a felhasználónak van jártassága a szakterületen. A modellezésből kinyert paraméterek együttese már sok mindent elárul a várható eredményről, de a tér megítélése a gyakorlatban nagyon sok olyan szubjektív elemet is tartalmaz, melyek már nem fejezhető ki objektív paraméterekben. Ezzel nem akarom azt mondani, hogy az akusztika egy okkult tudomány, de a végső összkep, a hangzás összkepé még tartogathat meglepetéseket a végtermék elkészülése után.

Irodánk is dolgozik számítógépes modellező programokkal. A teremakusztikai modelleket az egyik legelterjedtebben használt számítógépes programmal, az EA-SE-zel készítettük el. (Az 1. ábrán látható a terem 3D modellje.)

A teremben a tervezett akusztikai burkolatokkal (hangelnyelők, diffúzorok és hangvetők) a számított hangtisztasági fok az elérni kívánt tartományban van. Egy pél-

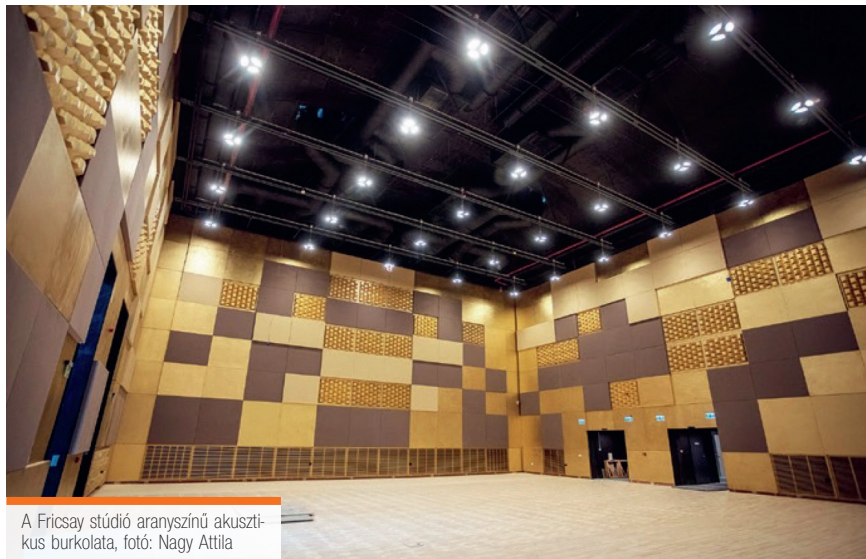
da látható a számított értékekből a 3. ábrán. (Ez a paraméter is, mint az akusztikai paraméterek, természetesen frekvenciafüggő.)

A nézőtérre mennyezeti hangvetőket terveztünk, hogy a nézőtér megfelelő, egyenletes hangenergia-ellátását biztosítsuk. Megfelelő szögben történő beállításuk nagyon fontos, hogy hatékonyan tudjanak működni, a pontos pozíciójukat számítógépes modellel határoztuk meg (4. ábra).

**A Fricsay hangfelvételi stúdió teremakusztikai tervezése**

A Fricsay stúdió hangfelvétel készítésére alkalmas helyszín. Az alapvető paraméterek meghatározásának folyamata hasonló a Bánffy terméhez, de más gondolatmenettel kellett a munkát elvégezni. Az első nagy különbség az, hogy a stúdióban nincs meghatározott irány, rögzített hangforrás-pozíció. A feladat olyan akusztikai tér biztosítása volt, amely megfelel egy komolyzenei hangverseny hangfelvételi stúdiójának, alkalmas zenekari és énekkari próbákra, és esetleg kisebb hangversenyek megtartására is. Elsőként kidolgoztuk, milyen akusztikai paraméterek mellett alkalmas erre a célra a tér. Tudomásom szerint jelenleg ez Magyarország legnagyobb zenéi hangfelvétel-stúdiója, valamivel na-





A Fricsay stúdió aranszínű akusztikus burkolata, fotó: Nagy Attila

gyobb, mint a Magyar Rádió régi 6-os és 22-es stúdiója – csaknem 4300 köbméteres, 400 négyzetméter alapterületű. Az összes eddigi tapasztalatunkra és a szakirodalmi adatokra volt szükségünk a paraméterek előírásánál, rendszerbe foglalásánál. Ilyen méreteknél komoly hangütkülönbségek vannak, óriási a távolság a felületek között. Ezért különös figyelmet kellett fordítani arra, hogy a késői hangvisszaverődések ne legyenek zavaróak.

Az első és legfontosabb kérdés mindig az, hogy az utózungési idő ne legyen se túl hosszú, se túl rövid. Ha hosszú, akkor cseng, bong, zavaró a hanghatás, ha rövid, akkor túlcscillapítjuk a termet, ami a zenészeknek nagyon kellemetlen környezet. Nem érzik magukat biztonságban, mert nem jön vissza a hang a felületekről, nem hallják egymást. Ennek a mértéknek az eltalálása nagyon nehéz, de sikerült elérnünk a megfelelő arányt. A végeredmény jól sikerült, a helyesen megválasztott felületi struktúrák nagyon jól működnek akusztikailag, és belsőépítészeti is igényes a stúdió kivitelezése. A helyiségben ugyanazokat a burkolattípusokat alkalmaztuk, mint a Bánffy teremben, de a kiosztásuk más mechanizmus szerint történt. A burkolatokat az Operaház saját asztalosműhelye készítette el, kiváló minőségben. Folyamatos konzultációt folytattam a kivitelezővel, az asztalosokkal, vizsgáltam a felületeket, a membránok, a diffúzorok működését.

Ahogy a Bánffy teremben, úgy a stúdióban is vannak mennyezeti hangvetők, de ezek beállítása még folyamatban van.

A hangvetők elsődleges célja a stúdióban az, hogy a mennyezetről se verődjön vissza első reflexió a zenészekhez, a visszaverődések véletlenszerűen kövessék egymást. A lamellák különböző szögben való beállításával növeli a tér diffúzitását, aminek az eredményeként tisztább lesz a hang.

### Épületakusztikai tervezés

Az építészeti akusztikai tervezés egyik alapszakterülete az épületakusztika, mégis kisebb publicitást szokott kapni ez a munkarész, hiszen kevésbé látványos, mint a teremakusztika. Aki nem kifejezetten szakértő füllel és kíváncsisággal járkel egy akusztikailag igényes épületben, csak akkor figyel fel erre a részterületre, ha hibát észlel: azaz zavarja valamilyen zaj. Az épületakusztikai tervezés során úgy kellett méretezni a különböző szerkezeteket, hogy a termekben a kívülről és a szomszédos helyiségekből származó zajszint ne lépje túl a megengedett értéket. A három helyiség közül a legszigorúbb előírások a hangfelvételi stúdióban vannak, szigorú előírások szerint terveztük a Bánffy termet is. Mindkét teremben a megengedett zajszintet NR-görbékben adtuk meg. Ez a zajosság nagysági mértékének egyadatos meghatározására alkalmazott módszer, ami a színek szerinti összehasonlításra szolgál.

A határérték a felvételi stúdióban: NR20, a Bánffy teremben NR25. A megadott szigorú határértékeket „ház a házban” rendszer megépítésével biztosítottuk. A helyiségeket elválasztó főfalak vasbetonból épül-

## RÉSZTVEVŐK

Csak a legfontosabb szakágakat és közreműködőket felsorolva (a teljesség igénye nélkül) láthatjuk, milyen szerteágazó tervezési munkáról van szó, hány szakág összehangolt munkájára volt szükség ahhoz, hogy ez a projekt sikeresen záruljon.

**Generáltervező:** KÖZTI Zrt.  
– Marosi Miklós Stúdió

**Építészet, vezető tervező:** KÖZTI Zrt.  
– Marosi Miklós

**Statika:** Váci Péter – KÖZTI Zrt.,  
Honti Gábor – Produktív-Plusz Kft.

**Alapozás:** Petik Csaba – Petik Kft.

**Gépészet:** Szakál Szilárd – KÖZTI Zrt.,  
Virág Zoltán – Duoplan Kft.

**Erősáram:** Máramarosi András – KÖZTI Zrt.,  
Kapitor György – T-system Lysis, Zone-Plan

**Épületszerkezetek:** dr. Becker Gábor,  
dr. Kakassy László – BME Épületszerkeztani Tanszék

**Belsőépítészet:** Szenes István –  
Szenes Design Kft.

**Tűzvédelem:** dr. Takács Lajos –  
BME Épületszerkeztani Tanszék

**Speciális technológiai rendszerek:**  
Balogh Géza – Interton Kft.

**Színháztechnikai rendszerek:**  
Tompai Zsuzsa – Színházterv Kft.

**Akusztika:** Borsiné Arató Éva –  
Arató Akusztikai Kft., dr. Huszty Csaba – Entel Kft.

**Épületautomatika:** Harmath László – IQ Kft.

...és még sokan mások

tek, ezzel már biztosítjuk a megfelelő lég-hanggátláshoz alapvetően szükséges nagy szerkezeti tömeget. A helyiségek megfelelő hanggátlásának eléréséhez szükséges „ház a házban” rendszerben a belső fal könnyűszerkezetből, rugalmas kitámasztással épült meg, leválasztva az épületszerkezeteken keresztül, kerülő úton terjedő zavaró zajokat.

### Összefoglalás

A Magyar Állami Operaház és Erkel Színház Műhelyháza és Próbacentruma méltó helyszínévé vált az Opera művészeti életének. Az eredetileg megfogalmazott célok megvalósultak. Színházként, hangfelvételi helyszíneként és próbák helyszínéként egyaránt a legmagasabb igényeknek is megfelel.

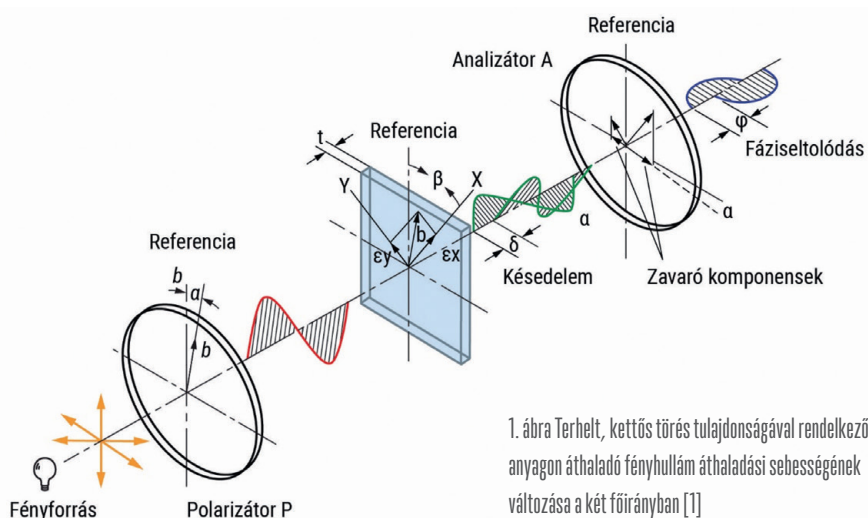
# Optikai feszültségvizsgálat

A Magyar Mérnöki Kamara kiadványsorozatában a Gépészeti Tagozat 2020-ban a gyakorló és a tervezőmérnökök számára egyaránt hasznos és felhasználható kísérleti eljárás bemutatását tűzte ki célul. A pályázati keretek között elkészült munka „Optikai feszültségvizsgálat: Kísérleti eljárás a konstrukció fejlesztésére, szerkezetek anyagfelhasználásának és teherviselésének optimalizálására” címet viseli.

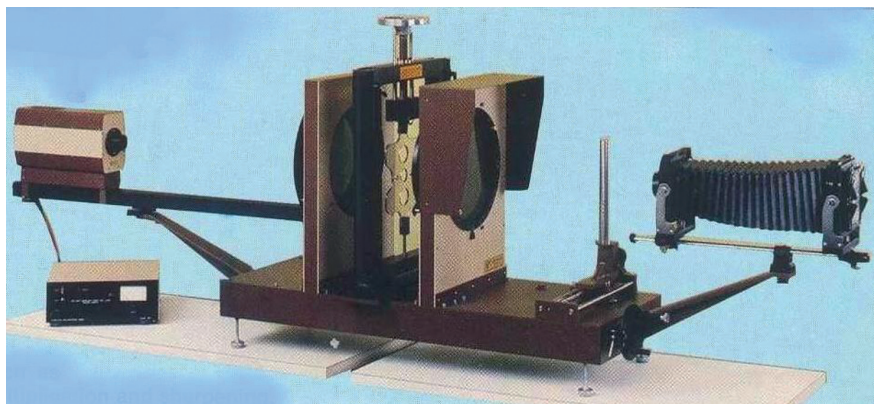
**Dr. Borbás Lajos, a FAP-202/102-GPT pályázat témavezetője**

A kiadvány alapvető célja a gyakorlat számára olyan ismereteket szolgáltatni, amelyek közérthetően, felhasználóbarát módon alkalmazhatók a mindennapi mérnöki gyakorlatban. Mindez szervesen illeszkedik a Magyar Mérnöki Kamara mérnöki tudást szélesítő és elmélyítő törekvéséhez, miszerint a mérnökök számára hasznos, a mérnöki gondolkodást, szemléletet és munkát segítő szakmai anyagok legyenek hozzáférhetőek. Az elkészült munka az MMK továbbképzési rendszerében oktatási segédletként alkalmazva olyan háttéranyagként használható, amely a felsőfokú képzésben elsajátított mérnöki ismeretek kiegészítését szolgálja. Számos alkalmazási példán keresztül mutatja be a kísérleti mechanika ezen eljárásának helyét és szerepét a tervező-, fejlesztő- és üzemeltető mérnökök napi gyakorlatában.

A pályamű bevezetése az optikai feszültségvizsgálat kísérleti mechanikában



1. ábra Terhelt, kettős törés tulajdonságával rendelkező anyagon áthaladó fénycsugár áthaladási sebességének változása a két főirányban [1]



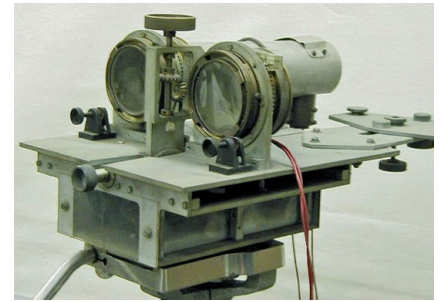
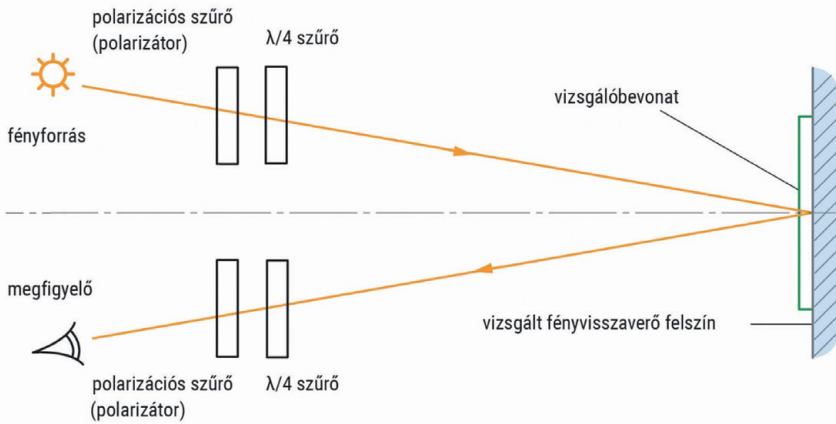
2. ábra Vishay 060 Series átvilágító berendezés, moduláris fényforrással és speciális fényképezőgéppel ellátva [2]

elfoglalt helyét, szerepét ismerteti. Összszegi és osztályozza a kísérleti mechanika eljárásait, bemutatja a numerikus számításokkal való kapcsolatát. Ezt követően részletesen foglalkozik az optikai feszültségvizsgálat két klasszikus eljárásával: a modellezési és a konkrét szerkezeti elem mérő rétegbevonatos optikai feszültségvizsgálat módszereivel. Az olvasottak alapján nyomon követhetjük, hogy a mérésekből nyert információk miként használhatók a konstrukció fejlesztésében, a meghibásodási okok feltárásában, egy tönkremeneteli folyamat nyomon köve-

tésében, vagy éppen a numerikus eljárások eredményeinek validálásában.

A kétezres évek elején felerősödött viták, miszerint egy konkrét felmerült műszaki kérdés tisztázására számítási vagy mérési eljárást válasszunk, napjainkra nyugvópontra jutottak. Meglehetősen egyértelmű alakult ki abban, hogy milyen esetekben célszerű és szükséges a kísérleti eljárások alkalmazása. Célszerűen a mérési eljárások eredményeire támaszkodunk egy szerkezet feszültségkoncentrációs helyeinek nyúlás- és feszültségeloszlása meghatározásakor, különösen, ha a szer-





4. ábra Szöryt fényű reflexiós polarizskóp (Nagy-Szittner-féle) [3]

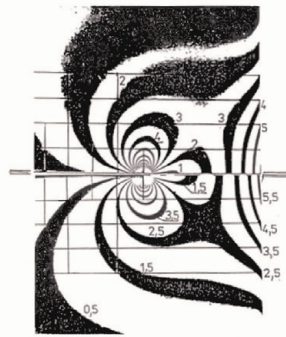
3. ábra Reflexiós polarizációs optikai berendezés gyakorlatban elterjedt összeállítása [3]

kezet terhelése ismétlődő igénybevétel. Ugyancsak előnyt élveznek a mérési eljárások olyan esetekben, amikor valós szerkezetek anyaghibás, inhomogén területeinek viselkedéséről, azok helyének, méretének meghatározásáról beszélünk. Hasonlóképpen nem nélkülözhetjük a méréseket a szerkezetekre ható külső terhek, a szerkezetek merevségi kérdéseinek tisztázása esetén. Fontos azonban hangsúlyoznunk, hogy számítás és mérés egymást kiegészítve, hibrid eljárásként történő párhuzamos használata biztosítja a felhasználói igényeknek megfelelő eredményt.

A termékek gazdaságos előállítás és üzemeltetése iránti egyre fokozottabb igény természetszerűleg követeli az ipari körülmények között is gyorsan használható és kiértékelhető, nem túlságosan drága mérési eljárás, hozzá kapcsolódóan könnyen kezelhető mérőberendezések alkalmazását.

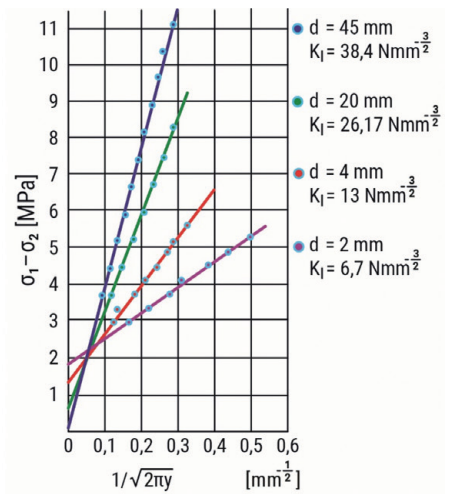
Az optikai feszültségvizsgálat minden vonatkozásban megfelel az itt megfogalmazott igényeknek. Mindkét eljárása, a modellezési és a tényleges szerkezeti elem mérő is egyszerű polarizációs eszközt alkalmaz. A modellezési eljárás áttetsző, feszültségoptikai értelemben aktív modellanyagon, míg a rétegbevonatos módszer a tényleges szerkezetre felvitt és azon rögzített optikailag aktív mérőbevonat terhelés hatására bekövetkező és polarizált fényben nyomon követhető interferenciaképeivel (színsávok: rendszám- és irányávvelosz-lásokkal) teszi láthatóvá a terhelés hatására bekövetkező viselkedést. Az eljárás során rögzített optikai képek az anyagjellemzők ismeretében nyúlásra és feszültségre kalibrálhatók, a kísérleti úton mért eloszlások a

Sötét mezős – keresztezett – polarizátor állás



Világos mezős – párhuzamos – polarizátor állás

5. ábra Repedéscsúcs környezetében rögzített egész (sötét képmező) és fél rendszámok (világos képmező) az intenzitási tényező meghatározásához (a), valamint a kiszámított intenzitási tényezők diagramja (próbatestmérésekhez parametrizált) [4]



numerikus módszerek redukált feszültségeinek értékeivel közvetlenül összevethetők.

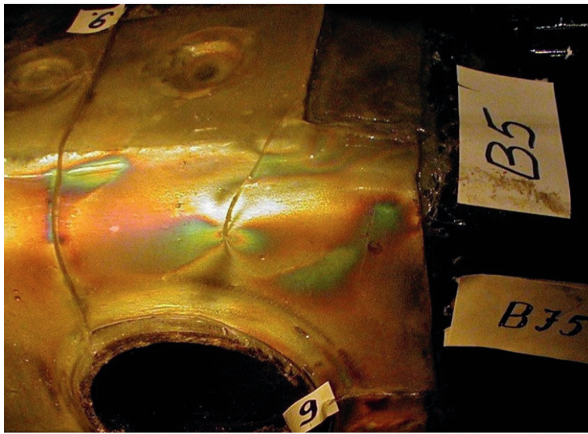
A kiadvány (pályamű) főbb fejezetei az alábbiak:

- az optikai feszültségvizsgálat elméletének, fizikai háttérének bemutatása,
- az alkalmazási területek, gyakorlati alkalmazások rövid ismertetése,
- az optikai feszültségvizsgálat modellezési eljárása - ebben a fejezetben bemutatjuk a kapott optikai képek (rendszámeloszlások) elemzését (terhelés hatására kialakuló interferenciaképek), és az irányávok hatásainak vizsgálatát,
- törésmechanikai paraméterek meghatározásának lehetősége a modellezési eljárás rendszámeloszlásának alkalmazásával,
- a rétegbevonatos mérési eljárás fejezet kitér a fém és polimer alkatrészek vizsgálatának lehetőségére,

- biomechanikai alkalmazások (csontok feszültségoptikai elemzése), melyek elsősorban egy esetlegesen szükséges implantáció optimalizálását szolgálják,
- részletes, a vizsgálati technika gyakorlati alkalmazásának kérdéseit bemutató esettanulmány zárja a kiadványt.

A következőkben néhány szemelvényt kiemelve engedünk betekintést a pályamű tartalmába. Természetesen egy 120 oldalt kitevő kiadvány részletes bemutatására jelen ismertetés nem alkalmas, ugyanakkor a figyelemfelhívás elképzelésünk szerint lehetséges, így jelen összeállítás célja is ebben foglalkozhat össze.

Elsőként a mérés elvi összeállítását a modellezési módszerre alapozva adjuk közre első ábránkon [1], amely egyben a polarizációs optikai feszültségvizsgáló berendezés főbb részegységeit is bemutatja.



**6. ábra** Segédvázkeret meghibásodott környezetében mért rendszámeloszlása,  $1 \times 10^6$  igénybevételi szám esetén (a), a mért rendszámeloszlás feszültségére kalibrálva (b)

Mint az előzőekben leírtakból kiténik, az eljárás vizsgálati technika (megvalósítás) tekintetében modellalkotással vagy tényleges szerkezeten történő vizsgálattal végezhető el. Ennek megfelelően a berendezések is alapvetően kétféleképpen lehetnek: a modellezési eljárás átvilágító rendszerű polarizskópot, míg a tényleges szerkezeten mérő reflexiós polarizskópot használ. A berendezéseket - példaként - a 2. és a 3. ábrán láthatjuk. [2]

A reflexiós polarizációs optikai feszültségvizsgálat elvi elrendezését a 3. ábrán, míg berendezésének egy lehetséges változatát a 4. ábrán mutatjuk be. [3]

A reflexiós polarizskóp ipari környezetben is alkalmazható változatának bemutatását azért is fontosnak éreztük, mert a 4. ábrán látható mérőeszköz hazai fejlesztésben és gyártásban valósult meg.

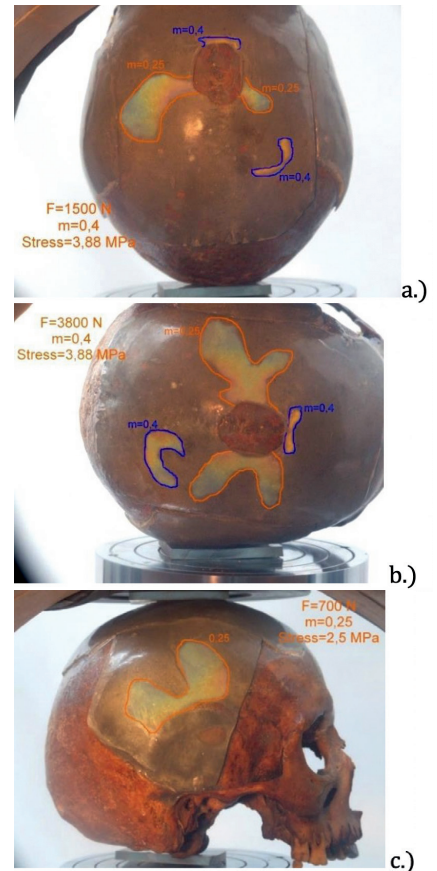
Az optikai feszültségvizsgálat eljárása a lehető legszélesebb körben alkalmazható, a konstrukció fejlesztésétől (alakadás fázisától kezdődően a termék ellenőrzéséig) kiindulva a berendezések, eszközök üzemeltetése során monitoring rendszer részeként, vagy akár a meghibásodási okok feltárásában, vagy anyagjellemzők, anyagtulajdonságok leírása érdekében végrehajtott vizsgálatokban. Nem véletlen, hogy az eljárás a világ számos országában (Amerikai Egyesült Államok, Németország, Olaszország, Oroszország, India, Brazília, Nagy-Britannia, Lengyelország és mások) rendszerszinten alkalmazott technika, illetve olyan társaságok k+f tevékenységének része, mint a NASA, vagy autógyárak és repülőgépgyártók.

A következőkben néhány kiragadott példa bemutatásával kívánjuk szemléltetni az eljárás gyakorlati alkalmazhatóságát. Példáink szemléltetik a modellvizsgálati technika és a rétegbevonatos mérési eljárás eredményeit, valamint azok felhasználhatóságát.

Elsőként egy modellvizsgálaton alapuló, anyagtulajdonság meghatározására szolgáló eljárásról ejtünk szót. A próbatesten mesterségesen kialakított repedés csúcs környezetében terhelés során rögzített rendszámeloszlás (egész értékű rendszámok keresztezett, félértékű rendszámok párhuzamos polarizátor állásban) alapján lehetőségünk adódik a vizsgált repedésméret környezetének egyik fontos jellemzője, a kritikus intenzitási tényező meghatározására. Az 5. ábra a rendszámeloszlást (a), valamint a különböző paraméterekkel rendelkező próbatestek esetén meghatározott kritikus intenzitási tényező értékeit mutatja (I. törési mód,  $K_{Ic}$ ). [4]

Egy nagyméretű, valós szerkezeti elem (járműsegédalváz-keret) élettartam-vizsgálata során (M 1:1 terhelési körülmények alkalmazása esetén) folyamatosan monitorozott, a bekövetkezett meghibásodás környezetéről készült, feszültségekre kiértékelt rendszámeloszlást mutat következő példánk a 6. ábrán. [5]

Végezetül a nemfém anyagok területéről, a biomechanika alkalmazásai közül mutatunk példát valós csontszöveteken végzett vizsgálatainkból. Az eljárás során a koponya terhelhetőségét, teherbírását tanulmányoztuk rétegbevonatos feszültség-optikai vizsgálattal (7. ábra, [5]).



**7. ábra** Koponya határterhelésének megállapítása érdekében végzett vizsgálatok - a) koponya előlről terhelve, b) koponya oldalról terhelve, c) koponya felülről terhelve [6]

Bízunk benne, hogy az olvasottak felkeltették mérnöktársaink érdeklődését, és a jövőben alkalmazási arsenáljukban üdvözölhetjük ezt a rendkívül szemléletes, egyszerű technikai eszközökkel dolgozó mérés-technikai eljárást.

#### FELHASZNÁLT IRODALOM:

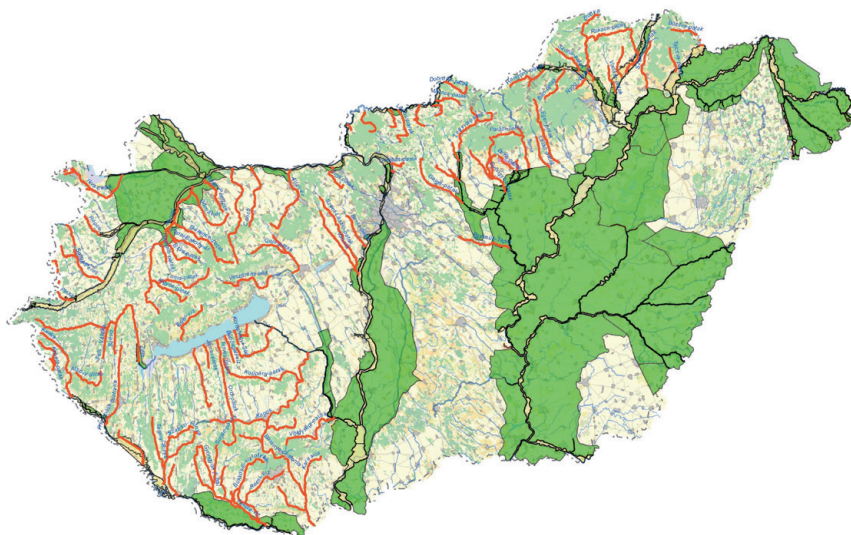
- [1] F. Zandmann - S. Redner - J. W. Dally: Photoelastic Coatings. Society for Experimental Stress Analysis, Westport, 1977.
- [2] Vishay Buletin, 060 Series, modular transmission polariscope.
- [3] Borbás Lajos: Rétegbevonatos optikai feszültségvizsgálat fejlesztése száloptika alkalmazásával. PhD-értekezés, BME Közlekedésmérnöki Kar, 2002.
- [4] OTKA kutatási jelentés, T22073/2000 - Erősített anyagok tulajdonságainak meghatározása. Témavezető: Borbás Lajos, BME.
- [5] Borbás Lajos: Rétegbevonatos optikai feszültségvizsgálat. Lehetőség a konstrukció megítélésére, javítására. Előadás: MMK-továbbképzés, 2014. 11. 7. BPMK, Budapest.



Elkészült a hegy- és dombvidéki kisvízgyűjtők új árvízszámítási segédlete

# Árvízi kockázatkezelés

Az Árvízi kockázatkezelési projekt (ÁKK) keretében készült el az OVF–2020: az új árvízszámítási segédlettel a magyarországi hegy- és dombvidéki kisvízgyűjtők különböző valószínűségű árvízhozamait lehet meghatározni, hidrológiailag feltáratlan vízgyűjtő területeken, 10–6000 km<sup>2</sup> vízgyűjtő nagyság tartományban.



**Dr. Koris Kálmán c. egyetemi docens**  
**Bálint Márton Zoltán vezető tervező, VIZITERV Environ Kft.**

Az Európai Parlament és a Tanács 2007/60/EK irányelve az árvíz kockázatok értékelésének és kezelésének témakörét egységesen és kötelező jelleggel szabályozza a tagállamok számára. A végrehajtás nemzeti feladatait Magyarországon a 178/2010. Korm. rendelet tartalmazza. A szabályozás előírja, hogy a tagállamoknak előzetes kockázatbecslést, árvízi veszély- és kockázati térképeket, továbbá az árvíz kockázat kezelésére, csökkentésére hozandó intézkedéseket kell kidolgozni. Magyarországon ez a munka az Országos Vízügyi Főigazgatóság koordinálása mellett 2010 óta zajlik, jelenleg a KEHOP-1.1.0-15-2016-00006 projekt konstrukció keretében. Az itthoni árvízi

kockázatkezelés nemcsak EU-s kötelezettség, hanem saját érdek is, amiért az ország már évszázadok óta dolgozik.

A projekt célja az, hogy az ország ártéri öblözetekre, kis vízfolyásaira és nyílt ártereire a lehető legfrissebb adatokat figyelembe véve meghatározza a potenciális veszélytérképeket, majd ezek eredményeit felhasználva a kockázati térképeket. A korábban kidolgozott metodika szerint a vizsgálatokat a jelen állapot modellezésével végrehajtottuk Magyarország teljes területére. Egyre növekvő igény mutatkozik az ÁKK számítási eredményeire; számos hatóság, illetve EU-szervezet az árvízveszélyes projektek gazdasági indoklását az ÁKK-tól várja. Így a felülvizsgálat során figyelembe kellett vennünk az összes várható kérdést és scenáriót, hogy azokra megfelelően tudjunk válaszolni. A kis vízfolyások vizsgálata során

az ÁKK korábbi ütemében Lidarral és földi geodéziával készült felmérések alapján 112 kis vízfolyást vizsgáltunk, ami közel 3100 km vízfolyást jelent, és az ország hat vízügyi igazgatóságát érinti. Eredményként minden kis vízfolyásra a meghatározott három valószínűséghez tartozó vízmélységtérképet, veszélytérképet, valamint kockázati térképeket kapunk. A töltészetlen kis vízfolyások veszélytérképei HEC-RAS 2D rendszerben, flexibilis rácshálón készülnek. Az alkalmazott több szempontú kockázati térképezésnél vagyoni, emberélet- és közösségi kockázatot értékelünk és ábrázolunk.

A kis vízfolyások esetén a hidrológiai terhelések előállítására és a belső peremfeltevésekhez rendelése biztosítja az előtési veszélytérképek alapját (1. ábra). A most bemutatott eljárás vízmérceidőszorai jóval megbízhatóbb statisztikai alapadatot szolgáltatnak, mint a korábbi eljárások. Ez részben hidrológiai okokra vezethető vissza, részben a térinformatikai környezet nagyfokú fejlődésére, ami lehetővé teszi az adatok teljes mértékű digitális kezelését.

Az árvízszámítás a műszaki hidrológia egyik legfontosabb fejezete. Hidrológiailag feltáratlan vízgyűjtőkön empirikus módszereket alkalmazunk. Ezek a módszerek az észlelt vízfolyások mért vízhozamadatain alapulnak, és a hidrológiai analógia alkalmazása révén használhatók olyan vízgyűjtőkre, amelyekre vízrajzi észlelés nem folyik. Az empirikus árvízszámítási eljárások a műszaki tervezések hidrológiai alapadatait adják meg, hidrológiailag feltáratlan hegy- és dombvidéki kisvízgyűjtőkön. A hazai Csermák-, Kollár-, Kovács-Takács-, Markó-féle stb. eljárások után az eddigi legszélesebb adatbázison alapuló eljárás az OVF-2001 módszer volt. A cikkünkben bemutatott árvízszámítási eljárás ennek adatbázisában és elméleti háttérben lényegesen bővített, illetve korszerűsített utódja: az OVF-2020.

Az OVF 1998-ban felkérte a szerzőt, hogy vizsgálja meg az addigi tapasztalati árvízszámítási eljárásokat, és ezen alapulva dol-

gozzon ki egy új eljárást. A munkában jól képzett hidrológus-vízrajzos csapat vett részt, a szerző irányításával. Munkájuk vég-eredménye 2001-ben jelent meg, a segédlet az OVF-2001 nevet kapta. Az azóta eltelt csaknem húsz év során összegyűlt észlelési anyag a segédlet kiegészítését és megújítását sürgető igényként vetette fel. *Láng István*, az OVF főigazgatója kezdeményezte és támogatta a segédlet megújítását. Az alább röviden ismertetett, OVF-2020 nevű árvízszámítási segédlet 2020. augusztus 31-re elkészült. Az alapját képező adatgyűjtemény, az adatok statisztikai feldolgozása és egyéb részletek a hazai kis vízfolyások árvíz-történeti leírásával egy összefoglaló kötetben jelenleg is készül.

Az új árvízszámítási segédlet elvi alapjai meghatározzák az alapadatok feldolgozásának módszereit és folyamatát. Az empirikus árvízszámítási eljárások legfontosabb hidrológiai törvénye az amerikai Myertől (1879) származik, mely szerint az árvízhozam vagy nagyvízhozam alapvetően a vízgyűjtő terület nagyságától függ, az alábbi elvi összefüggés szerint:  $Q_p = f(A^b)$ , ahol  $A$  – a vízgyűjtő terület nagysága,  $b$  – állandó ( $b \leq 1$ ).

A segédlet ezen elven alapulva az empirikus módszerek – nemzetközileg is általánosan elfogadott – fő módszertani elveit követi:

1. Alapvetően alkalmazza a vízgyűjtő-nagyság „Myer-elvét”, amelyben a nagyvízi jellemzők döntően a vízgyűjtő nagyságától függenek.

2. A módszer tartalmazza az úgynevezett „régioelvet”, azaz a vizsgált teljes hazai hegy- és dombvidéki területgyűttest – a lefolyási sajátosságok eltérései miatt – kisebb régiókra bontja.

3. Az eljárás felhasználja a „geográfiai paraméterek elvét”, megjelenítve azt a tényt, hogy az árvízi lefolyási viszonyokat a vízgyűjtő geográfiai jellemzői (vízgyűjtő alaki jellemzői, lejtéviszonyai, fedettség, geológiai és talajtani viszonyok stb.) alapvetően befolyásolják.

A segédlet rendeltetése és alkalmazásának feltételei a következők: Az árvízszámítási segédlet hidrológiailag feltáratlan magyarországi hegy- és dombvidéki kisvízgyűjtők vízfolyásai különböző előfordulási valószínűségű árvízhozamainak meghatározására használható. Nem alkalmazható a segédlet a hegy- és dombvidéki területeken belül a teljesen sík, vagy belvízi öblözet jellegű részterületekre, kis esésű mesterséges csatornákra vagy belvízcsatornákra. A segédlettel közvetlenül meghatározható a  $p = 0,5, 1, 2, 3, 5, 10, 20$  és 50%-os előfordulási valószínűségű, azaz a  $T = 200, 100, 50, 33^{1/3}, 20, 10, 5$  és 2 évenként átlagosan egyszer előforduló árvízhozam. A  $p = 0,5\%$ -os valószínűségnél kisebb valószínűségű árvízhozam nem határozható meg a módszerrel. A  $p = 0,5 \div 50\%$  valószínűségi tartományban a megjelölt értékek között lineáris interpolálással tetszőleges valószínűségekhez tartozó árvízhozamok is meghatározhatók, míg az 50%-nál nagyobb valószínűségek esetében erre elvi lehetőség van.

A segédlet a hegy- és dombvidéki területeket hat régióra osztja fel, melyek Magyarország jól elkülönülő lefolyási régiói („régioelv”). A régiók vízhálózati térképe alapján állapítható meg, hogy a vizsgált vízfolyás (vízgyűjtő) melyik régióban helyezkedik el, és ennek alapján lehet majd megválasztani az alkalmazott lefolyási függvényt. A lefolyási régió kiválasztása után következik a  $p = 5\%$ -os előfordulási valószínűségű,  $q_{5\%}$  [ $m^3/s \text{ km}^2$ ] fajlagos árvízhozam meghatározása a vízgyűjtő terület nagyságának függvényében:

$$q_{5\%} = f(A)$$

Ehhez a fenti összefüggést lefolyási régióként tartalmazó grafikonok készültek. A 2. ábrán példaképpen bemutatjuk az észak-magyarországi lefolyási régióra vonatkozó függvényt. Az összefüggések megadják az „átlagos” lefolyási viszonyokat kifejező vonalat, továbbá az azt körülölelő sávot. A felső tartományt „heves” lefolyási viszonyok között, míg az alsót „nyugodt (kiegyenlített)” vízjárás esetén kell használ-

ni. A teljes sáv tartományon belül a hidrológiai viszonyok mérlegetésével kell értékeket felvenni. Az ábrán a sorszámozott pontok a segédlet kidolgozásánál figyelembe vett vízgyűjtőket jelentik.

A lefolyási viszonyok elemzéséhez a vízgyűjtők geográfiai és fedettségi adatai, valamint egyéb, a lefolyás jellegét befolyásoló paraméterek szükségesek („geográfiai paraméterek elve”). A geográfiai paraméterek nagy segítséget nyújtanak a lefolyási viszonyok jellegének megállapításában. Régióként az abban szereplő vízgyűjtők geográfiai paramétereit meghatároztuk. Mintaképpen az 1. táblázat (részlet) mutatja a konkrét értékeket.

A segédlet általános iránymutatást ad a geográfiai paraméterek és a lefolyási jelleg kapcsolatáról. A paraméterek felhasználása adja a lefolyási viszonyok jellemzésének egyik módszerét. A vizsgált vízgyűjtő paramétere a segédlet alkalmazhatóságának, azaz a hidrológiai analógia fennállásának igen fontos tényezői. (A hidrológiai analógiát a vizsgált, vízrajzilag feltáratlan vízgyűjtő és a felhasznált bázisvízgyűjtők között értelmezzük.) A lefolyási viszonyok meghatározásának, minősítésének másik legfontosabb módszere a helyszíni bejárás, és az abból levonható következtetések.

A lefolyási viszonyok fentiek szerinti elemzése után a  $q_{5\%}$ -fajlagos árvízhozam a segédlet grafikonjai segítségével meghatározható. A  $q_{5\%}$  ismeretében a  $p$  [%]-os előfordulási valószínűségű árvízhozam:

$$Q_{p\%} = a_i \cdot q_{5\%} \cdot A$$

képlettel számítható, ahol:  $Q_{p\%}$  [ $m^3/s$ ] – a  $p$  [%] valószínűségű árvízhozam,  $a_i$  – dimenzió nélküli szorzó, definiálása és értékei a 2. táblázatban található,  $q_{5\%}$  [ $m^3/s \text{ km}^2$ ] – a grafikonokról meghatározott fajlagos árvízhozam,  $A$  [ $km^2$ ] – a vizsgált vízgyűjtő terület nagysága.

Az új OVF-2020 empirikus árvízszámítási eljárás adatbázisában és korszerű statisztikai szemléletében nyújt többet a korábbi eljárásoknál. Az OVF-2001 módszer adatbázisáról pontos adataink vannak (3. táblázat).

**1. táblázat** Vízgyűjtők geográfiai paramétere (részlet) – A paraméterek részletes magyarázata a segédletben található

S.	Vízfolyás-vízmerce	Vízgyűjtő terület A ( $km^2$ )	Erdő-terület E ( $km^2$ )	Fővölgy hossza L (km)	Min. terep (m B.f.)	Max. terep (m B.f.)	Fővölgy átl. esés S (-)	Összegy. idő $\tau$ (óra)	Vízgy. hossz N (km)	Vízgy. szélesség M (km)	N/M
1.	Garadna-Újmassa	33,6	33,61	7,2	291,16	945,64	0,091	0,49	12,31	5,95	2,07
2.	Kövicses-Hasznos	36,4	30,51	12,6	199,26	943,66	0,059	1,81	12,53	6,39	1,96



**2. táblázat** Az ai valószínűségi szorzók - példaképpen az észak-magyarországi lefolyási régióra

S.	Valószínűségi szorzók	ai = NQi%/NQ5% [-]							
		a0,5	a1	a2	a3	a5	a10	a20	a50
1.	Észak-magyarországi lefolyási régió	1,95	1,63	1,34	1,19	1,00	0,77	0,55	0,27

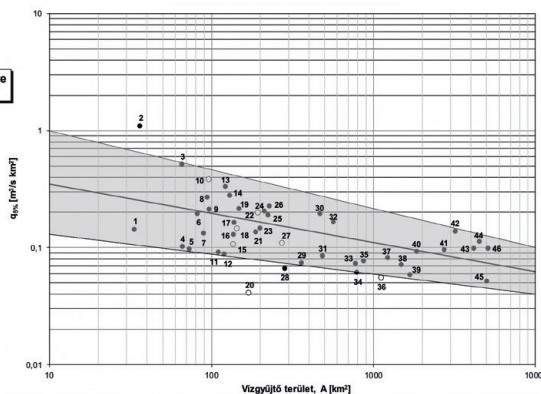
**3. táblázat** A segédletek adatbázisai

S.	Lefolyási régió	Vízgyűjtő (2001)	NQ- adat (2001)	Vízgyűjtő (2020)	NQ- adat (2020)
1.	Észak-magyarországi	25	1360	46	1870
2.	Budapest környéki	12	571	13	1605
3.	Észak-dunántúli	14	710	27	1198
4.	Közép-dunántúli	33	1614	57	2409
5.	Dél-dunántúli	16	838	29	2214
6.	Nyugat-dunántúli	21	1278	38	1471
<b>ÖSSZESEN</b>		<b>121</b>	<b>6371</b>	<b>210</b>	<b>10767</b>

**4. táblázat** Az eloszlásfüggvény-típusok megoszlása

S.	Lefolyási régió	Exponenciális eloszlás család	Normál eloszlás család	Egyéb simuló eloszlás	Összes eloszlás
1.	Észak-magyarország	30	12	4	46
2.	Budapest környéki	11	2	0	13
3.	Észak-dunántúli	20	6	1	27
4.	Közép-dunántúli	36	21	0	57
5.	Dél-dunántúli	18	10	1	29
6.	Nyugat-dunántúli	22	11	5	38
<b>ÖSSZESEN</b>		<b>137</b>	<b>62</b>	<b>11</b>	<b>210</b>

Fajlagos árvízhozamok  $q_{50}=f(A)$  függvénye Észak-magyarországi lefolyási régió



A táblázat az OVF-2020 segédlet adatbázisának adatait is feltünteti. A felhasznált csaknem kétszer annyi vízgyűjtő- és a több mint másfélszer annyi nagyvízhozamadat önmagáért beszél. Már a korábbi OVF-2001 segédlet - széles adatbázisa miatt is - sokkal megbízhatóbb volt a megelőző empirikus módszerekénél, de az OVF-2020 eljárás ennél is csaknem „kétszer” megbízhatóbb.

Az OVF-2020 módszer az adatsorok statisztikai feldolgozása során az előzőnél korszerűbb eszközökkel dolgozott. A kis vízfolyások vízjárásának modellezésére a

Poisson folyamatot alkalmazták. A modell alapja a küszöbszint feletti mintavételezés, amely a vízhozamidősort a fenti sztochasztikus folyamattal jól megközelíthetővé tette. A kis vízfolyások - vízgyűjtő nagyság szerinti - elsősorban alsó tartományában a nagyvízhozamok exponenciális eloszlása csaknem minden esetben igazolható az empirikus eloszlásfüggvényrel. Pontosabban az exponenciális eloszlás család valamelyik eloszlásával (exponenciális, Gumbel, Fréchet, Pareto II., Todorovics), tekintettel a vízjárás-modellezés közelítő voltára.

A figyelembe vett eloszlásfüggvények lefolyási régiók szerinti megoszlását a 4. táblázat foglalja össze.

A táblázatból látható, hogy a vízfolyásoknak több mint a fele jól modellezhető a Poisson folyamattal. Valamivel kevesebb mint az egyharmaduk nagyvízhozamainak eloszlása a nagyobb folyók eloszlástípusát követi. A kétféle típus egyikével sem (és más típussal sem) követhető a vízfolyások elenyésző, 5 százaléka.

Kézenfekvő módon kínálkozik az OVF-2001 és az OVF-2020 módszerek összehasonlítása. A felhasznált adatbázisok összehasonlítását, és az ebből nyert információtöbbletet az előzőekben részleteztük. Az eljárás összehasonlításából látszik, hogy az új segédlet fajlagos vízhozamértékei a teljes vízgyűjtő területi tartományban kisebb értékeket mutatnak. Ezek a jellegzetességek valamennyi lefolyási régióra fennállnak. Mindenesetre a legfontosabb tendencia a fajlagos árvízhozamok általánosan csökkenő volta. Ennek feltételezhetően oka a kétszeresére bővült adatanyag, de a lefolyási viszonyok húszéves időtávlatban mutatkozó változása, valamint egyéb tényezők is. Azt azonban nem lehet megállapítani, hogy a húsz év folyamán bekövetkezett adatbázis-növekedés vagy a lefolyási viszonyok változása a domináns, esetleg a kettő együtt van hatással e jelenségre. Ez utóbbi látszik valószínűbbnek. Ez tömören összefoglalva azt jelenti, hogy az árvízhozamok értékei a hazai hegy- és dombvidéki vízgyűjtőkön - globális területi vonatkozásban - a múlthoz képest csökkenő tendenciát mutatnak. Ez a tendencia az antropogén hatások együttese miatt alakult így, és ellentmond sok „divatos” véleménynek.

Összefoglalva: a segédletekkel az A=10-6000 km<sup>2</sup> nagyságú vízgyűjtők különböző valószínűségű árvízhozamait határozhatók meg hidrológiai szempontból feltáratlan területekre. Az új árvízszámítási segédlet megadja a tervezéshez szükséges mértékadó árvízhozamot vagy árvízhozamokat, a vízgyűjtő terület nagyságának és a lefolyási viszonyok jellegének függvényében. A lefolyási jelleg meghatározásához a segédlet útmutatót ad, de tervezői felelős döntés is szükséges annak pontosabb megállapításához. Az új segédlet elavulttá teszi a korábbi hasonló célú eljárásokat. A segédlet főbb alkalmazói a szakhatóságok, műszaki tervező cégek, egyéni tervezők, kutatók és oktatók.



# Biztonság a tetőn

Az Épületszigetelők, Tetőfedők, Bádigosok és Ácsok Magyarországi Szövetsége (ÉMSZ) a Layher Kft. és a PREFA Hungária Kft. támogatásával „Biztonság a tetőn” címmel szakmai oktatófilmet készít a tetőn végzett munka biztonságosabbá tétele érdekében. Ágazatunk sajnos élen jár a halálos munkabalesetek számában, pedig ezen balesetek jelentős hányada megfelelő tervezéssel és a tetőbiztonsági elemek alkalmazásával megelőzhető lenne! A biztonság a tetőn kiemelten fontos számunkra. A professzionális és átgondolt tartozékok lehetővé teszik, hogy a kivitelezők biztonságosan dolgozzanak a tetőn a kivitelezés, karbantartás és tisztítás során. Az eredeti PREFA tartozékok tökéletesen illeszkednek az alumíniumburkolat anyagához, esztétikusak, és nem befolyásolják a tető működését.

## A NON PLUS ULTRA PROFESSZIONÁLIS VÉDELEMHEZ:

Tetőbiztonsági termékeink a biztonsága érdekében:

- Járórácsok és járórácstartók
- Tetőlépcsők
- Biztonsági tetőkampók
- PREFA talpakon álló tetőbiztonsági rendszer
- Fúrósablon

## JÁRÓRÁCSOK ÉS JÁRÓRÁCSSTARTÓK

A talpakon álló járórácstartók a járórács szélességétől függően egy-egy két tömített talppal rendelkeznek. A tartók  $12^\circ$  és  $55^\circ$  közötti tetőhajlásszög tartományban állíthatók, és a deszkázatra történő rögzítéshez szükséges süllyesztett fejű csavarokkal kerülnek kiszállításra. A tartókhoz illeszkedő járórácsok 250 mm és 360 mm szélességben, és több választható hosszban érhetők el. A kilenc standard színből álló választék biztosítja, hogy a rendszer illeszkedjen a tető megjelenéséhez.

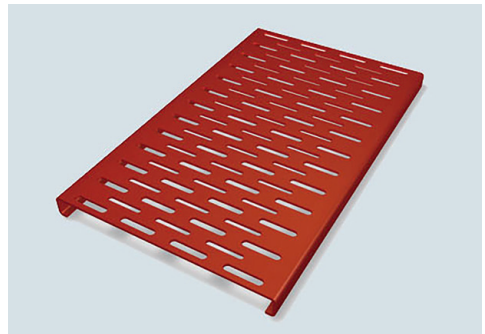
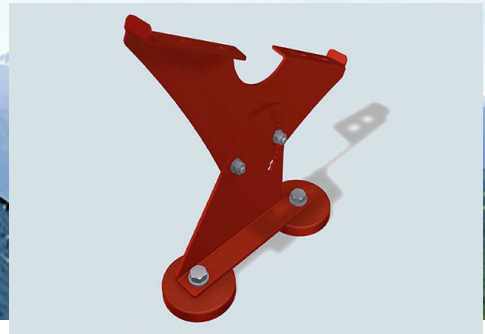
## TETŐLÉPCSŐK

A tetőn való mozgás a karbantartási, javítási stb. munkálatok során nem csak a járórácsokkal biztosítható a tetőn. A tetősíkokon való mozgás a tetőlépcsőkkel is biztonságosan kivitelezhető. A PREFA tetőlépcsők két tömített talpon állnak,  $12^\circ$  és  $60^\circ$  közötti tetőhajlásszöghöz illeszthetők, és a süllyesztett fejű csavarokkal együtt kerülnek kiszállításra.

## BIZTONSÁGI TETŐKAMPÓK

A PREFA termékválasztékában két különböző biztonsági tetőkampó érhető el. Az egyszerű, beütőheggyel rendelkező biztonsági tetőkampó a szereléshez szükséges csavarokkal és takarólemezrel kerül kiszállításra. A szerelési iránnyal párhuzamos zuhanási irányban egy ember biztosítására lett minősítve, és kilenc standard színben érhető el. A szintén a szerelési iránnyal párhuzamos zuhanási irányra minősített talpakon álló biztonsági tetőkampó a PREFA összes kiselemes tetőfedéséhez alkalmazható. A rozsdamentes acél kampó maximum két ember biztosítására alkalmas (melyből egy ember a mentést végzi), és egyedi rendelés alapján porszórt kivitelben, a standard színválasztékunkban is elérhető. A talpak rugalmas és gyors beépíthetőségének köszönhetően megtakaríthatjuk a takarósapka beépítésére és a korcok kialakítására szánt időt.





### A TALPAK MEGKÖNNYÍTIK A BEÉPÍTÉST ÉS A POZICIONÁLÁST

A tányértalpas rendszer jelentősen megkönnyíti a termékek beépítését. A felületi szigetelésnek köszönhetően a különböző elemek közvetlenül a kisélemes tetőfedésekre rögzíthetők – termékektől és a követelményektől függően a kötőelemeket a szarufába (pl. biztonsági tetőkampó), vagy a teljes deszkázatba (pl. tetőlépcső) kell rögzíteni, tömítésük tökéletes lesz. Az öntapadó tömítés szintén megkönnyíti a kivitelezést. Használatával a kiegészítő takaróelemek megtakaríthatók, az elemek pedig teljesen rugalmasan a megfelelő helyre helyezhetők el. Az elemek utólagos beépítése is kis ráfordítással lehetséges. Egy másik nagy előnye a tányértalpas rendszernek, hogy azonos technikával különböző kiegészítők is beépíthetők, pl. a napelemes rendszerek tartói.

### SZARUFA FELETTI SZIGETELÉS – PONTOS RÖGZÍTÉS A FÚRÓABLONNAK KÖSZÖNHETŐEN

A talpakon álló biztonsági tetőkampó szarufa feletti szigetelésre is minősített. Ehhez egy külön csavarszett érhető el hosszabb csavarokkal. És mivel a PREFA számára fontos, hogy a bádogosok és tetőfedők munkáját a lehető legjobban megkönnyítse, a beépítéshez egy speciális fúróablont fejlesztettünk ki, melyhez útvefúrószárat is biztosítunk. Ezek segítségével a csavarok pontos behajtása biztosított.

### KIVITELEZÉSI DOKUMENTÁCIÓ ÉS ÉVES ELLENŐRZÉSEK TÁMOGATÁSA

A kivitelezés megfelelő dokumentálása és a rendszeres ellenőrzések elkerülhetetlenek. Ezekkel támasztható alá, hogy a szakemberek személyes biztonsági felszerelésükkel csak hibátlanul beépített biztonsági tetőkampókon biztosítják magukat. A PREFA ehhez is megfelelő segítséget nyújt: a beépítési és alkalmazási útmutató utolsó oldalán egyszerű dokumentációk másolatai találhatók.

### A PREFA SZAKÉRTELME

Nem kérdéses, hogy termékeinket mindig a jelenleg érvényes szabványoknak és előírásoknak megfelelően teszteljük. Ezen túlmenően alkalmazástechnikai szakértőink tudásukat a szabványalkotás területén is kamatoztatják, továbbá aktív támogatást nyújtanak a szakmai szövetségeknek és a szabványügyi hivataloknak.

Gondolatok a klímavédelmi szakértői tanúsításról

# Éghajlatvédelmi feladatok a környezetvédelemben

A mérnöki kamara tanúsítási szakterülete ebben az évben is tovább bővült, a Környezetvédelmi Tagozat kezdeményezte a klímavédelmi szakértői tanúsítás bevezetését.

**Parragh Dénes,**  
az MMK Környezet-  
védelmi Tagozat elnöke

A klímavédelem természetesen nemcsak a környezetvédelem szempontjából és nemcsak a környezetvédelmi szakemberek számára fontos, de konkrét jogszabályi kötelezettséget elsőként a környezetvédelmi szakértők kaptak ezen a területen. Az előzetes környezeti vizsgálatok és a hatásvizsgálatok készítésénél – a 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet 2017-ben bevezetett módosítása révén – az eddig megszokott környezetvédelmi vizsgálatok mellett a környezetvédelmi szakértő kötelessége elvégezni a tervezett beruházás, tevékenység éghajlatvédelmi vizsgálatát is. A kamara tagjainak munkáját segítő egy egészen új terület ismereteinek megszerzésében, a Környezetvédelmi Tagozat a FAP pályázati rendszerben már 2018-ban elkészítette az első módszertani útmutatót a beruházásokhoz kapcsolódó éghajlatváltozás hatásainak érzékenységvizsgálatához és kitérőelemzéséhez. 2019-ben további segédletek születtek: „Módszertani útmutató az üvegházhatású gázok közvetlen és közvetett kibocsátásának számítására” és „Városi környezetvédelem – Fenntartható és okos városok” címmel. A tagozat részt vesz a 2019-ben indult, az Innovációs és Technológiai Minisztérium által vezetett *SRSP klímavédelmi képzés és monitoring* projektben is, melynek célja szintén a hazai szakemberek és a kormányhivatalok illetékes munkatársainak képzése.

Ezen előzmények után kezdeményezte a Környezetvédelmi Tagozat a klímavédelmi szakértői tanúsítás bevezetését – elsősorban azért, hogy azok a kollégák, akik ezen a területen pluszismeretet szereztek, erről tanúsítványt is szerezhessenek. A kamarai tanúsítási rendszerben – a terület újdonsága okán – a tanúsítvány megszerzését nem szakmai gyakorlat igazolásához kötöttük, hanem írásbeli vizsga letételéhez.

A vizsgázóknak az éghajlatvédelem területén széles körű ismeretekkel kell rendelkezniük, a vizsga öt témakört ölel fel:

1. Éghajlatvédelmi (természettudományos) alapismeretek
2. Uniós és hazai jogi szabályozás, intézményi háttér és klímapolitika
3. Éghajlatvédelmi elemzés módszertana (érzékenység-, kitérő- és sérülékenységvizsgálat)
4. Adaptáció, mitigáció (üvegházhatású gázok kibocsátásának számítása)
5. Épített környezet, települési klímavédelem

Fontos, hogy a mérnöki munkában is megfelelő teret kapjon az éghajlatvédelemmel kapcsolatos gondolkodás. ”

A felkészülés megkönnyítésére, illetve a tagjaink további ismereteinek gyarapítására képzések indultak, melyekhez aktív segítséget kaptunk többek között a Magyar Meteorológiai Szolgálattól, az ITM Energia- és Klímapolitikáért Felelős Államtitkárságtól, a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálattól és több szakmai szervezettől.

Mivel a tanúsítás a környezetvédelmi szakértők jogszabályban előírt feladatának magas szakmai színvonalú teljesítését szolgálja, a klímavédelmi szakértői tanúsítás megszerzésének nemcsak egy sikeres

vizsga a feltétele, hanem a környezeti vizsgálatok jogszabályi feltételeként előírt környezetvédelmi szakértői jogosultság (SZKV 1-4.) megléte is. Megítélésünk szerint jó színvonalú környezeti vizsgálat és éghajlatvédelmi elemzés készítéséhez a megfelelő gyakorlaton kívül szintetizálási képesség és szélesebb szakmai rálátás is szükséges, ezért a tanúsítás feltétele a legalább két év szakértői szakmai gyakorlat és két környezetvédelmi szakértői jogosultság (azaz szakértői terület ismerete) megléte is.

Jól mutatja a tanúsítás iránti igényt, hogy a szeptemberben induló vizsgákra nagy számban érkezett jelentkezés. A járvány miatti korlátozás bevezetéséig hat vizsgaturnus zajlott le, az év hátralévő részére tervezett vizsgákra jelentkezőknek pedig online vizsgalehetőséget biztosítottunk. A három hónap folyamán több mint százan vizsgáztak le. A megtanulandó ismeretek széles körét, a vizsga komolyságát mutatja, hogy eddig hatvanholcan szerezték meg a klímavédelmi szakértői tanúsítványt, amelyhez ezúton is gratulálunk! Az internetre felkerült bejegyzések jól mutatják: a tanúsítványt megszerző kollégák büszkéek az új minősítésükre, szakmailag sokra tartják.

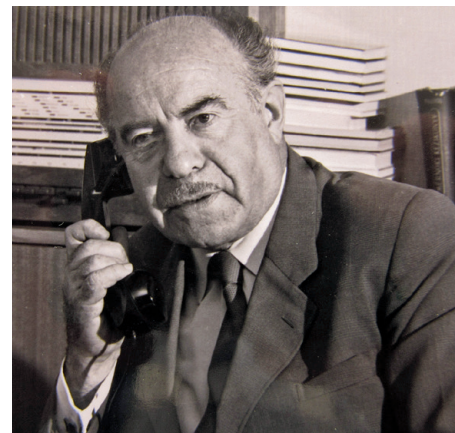
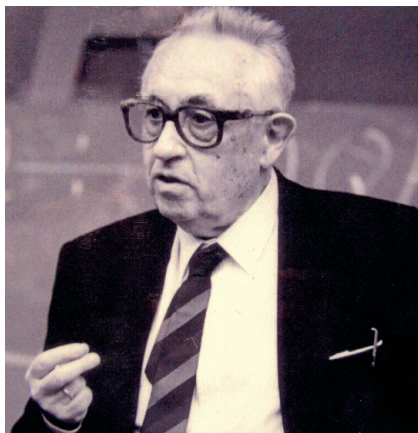
Természetesen a klímavédelem a környezetvédelemben belül sem csak a környezeti vizsgálati dokumentációk készítésénél fontos – de itt jogszabály kötelez erre bennünket –, legalább ilyen fontos az is, hogy a mérnöki munkában is megfelelő teret kapjon az éghajlatvédelemmel kapcsolatos gondolkodás, beépüljön a tervezés, kivitelezés mindennapi gyakorlatába. Ezért a Környezetvédelmi Tagozat már több kamarai tagozatnál kezdeményezte az együttműködést, az eddigi képzési és gyakorlati tapasztalataink megosztását. Örülnénk, ha ezek felhasználásával a kamarán belül is szélesebb képzési rendszert alakíthatnánk ki a mérnökök számára, illetve az egyes szakterületekhez kapcsolódóan igény esetén újabb tanúsítások létrehozására is sor kerülhetne.



110 éve született mérnökök

# Mosonyi és Dégen

Pályájuk egy időben párhuzamosan, egymás mellett futott, aztán egyszer és mindenkorra elváltak útjaik. Dégen Imre volt az idősebb, persze nem sokkal, mindössze két nappal. Eltérő világlátásuk, életpályájuk a magyar történelem igencsak kanyargós útját tükrözi vissza.



Fejér László

*Mosonyi Emil* Budapesten született (Mahler néven, ám diplomáját már az 1934-ben magyarosított Mosonyi névre állították ki), míg *Dégen Imre* Miskolcon, mindketten szolid polgári családban. Mérnöki tanulmányaikat 1934-ben fejezték be, Dégen – a numerus clausus miatt – a prágai német egyetemen kezdett, majd Bécsben kapott diplomát. Mosonyinak e tekintetben nem kellett messzire mennie, ő a budapesti műegyetemet végezte el. Amíg Dégen Imre mérnöki diplomájával idehaza vállalt munkát különböző magáncégeknel, addig Mosonyi mérnöki karrierje gyorsan szárba szökken. A kezdetben műegyetemi tanársegéd képességeit hamar felismerte az általi vízügyi szolgálat, és előbb az Öntözésügyi Hivatal mérnöke lett, majd 1943-ban a Vízierőügyi Hivatal főnökévé nevezték ki. A háborús összeomlás Dégen Imre számára valódi felszabadulást jelentett, Mosonyi pedig egy új politikai rendszer kialakulásának lett részese. Miután hivatala éppen az 1940-es évek elején újra magyar fennható-

ság alá került, kárpátaljai és részben erdélyi vízkészletek tározásának felmérését és lehetséges öntözési, vízenergiái hasznosítását kapta fő feladatának, ennek folytatása az új világban okafogyottá vált, így 1946 után Mosonyi már a tiszai vízerőmű terveit készítette elő. 1948-ban a vízügyek államosítása az ő hivatalát is érintette, és mint a vízerő-hasznosítás megbecsült szakértője, az OVGH tervezési főosztályvezetője lett. Eközben Dégen Imre az 1945-ös földreform műszaki munkálatainak egyik irányítója volt, ami együtt járt a politikai mozgalmakba való bekapcsolódásával. A tehetséges fiatal mérnök 1948-ban a Szövetkezeti Hitelintézet, illetve a Magyar Országos Szövetkezeti Központ vezérigazgatója, majd a Szövetség főtájkára, 1954-ben elnöke lett. További pályafutására is kiható kapcsolataiban ebben az időszakban keletkeztek, beosztott munkatársa volt például *Nyers Rezső*, de a termelőszövetkezetek kérdéseivel foglalkozó *Fehér Lajossal* is közvetlen összeköttetésbe került.

A vízügygel Dégen Imre 1955 végén került kapcsolatba, amikor az 1954. évi dunai árvíz során elkövetett szakmai hibák miatt elődjét menesztették, és őt nevezték ki a OVH élére. Ez idő alatt Mosonyi is szép karriert futott be. Jóllehet személyes adottságai alkalmassá tehetné volna, hogy akár ő legyen az új főigazgató, de vallásos el-

kötelezettsége, polgári származása és a régi rendben betöltött magas tisztsége, pártönkívülisége minden bizonnyal elve lehúzták őt a jelöltek listájáról. Viszont a Műegyetemen katedrát kaphatott, hiszen nagy tudású és legendásan jó előadó volt, óráira mindig megtelt a nagyelőadó terme. Szinte halmozta a vezetői pozíciókat, a Magyar Hidrológiai Társaság elnöke, a Vízitervek, illetve elődszervezetének igazgatója, a tiszalöki vízlépcső építkezésének létesítményi főmérnöke, Kossuth-díjas, akadémikus, az első vízgazdálkodási keret-terv kidolgozásának irányítója, szóval szinte mindent elért, amit akkoriban egy politikai rendszeren kívül álló, de azzal szakmai alapon együttműködő tudós vízmérnök elérhetett.

És akkor jött az 1956-os forradalom. Az OVH főigazgatója hagyta magát sodortatni az árral, igaz, a nevével megjelent október 31-i utasításokon nem volt ott a kézjele, csak az „s. k.” (saját kezűleg) betűjel... Mosonyi Emil ezzel szemben a forrongó és lelkes hallgatók előtt nagy tetszéssel fogadott beszédet tartott az egyetemen. Be is választották az ÉKME forradalmi bizottságába. Mosonyi persze – habitusának megfelelően – inkább csitítani igyekezett a radikális hangadókat, de utóbb ezt sem írták a javára. Az 1957-es első felében még lehetősége nyílt arra, hogy a megkezdett félét be-





Budapesti Műszaki Egyetem, Vízépítéstani Tanszék laboratóriuma (1949), a Tiszaelői Vízterelő áramlási modellje (Fortepan)

fejezze hallgatóival, ám ezt követően „mint egy kutyát” rúgták ki az egyetemről...

Dégen Imre és Mosonyi Emil ettől kezdve párhuzamos („felső” és „alsó”) pályán futottak nyolc éven át. Mosonyinak nemcsak az egyetemről kellett távoznia, hanem leváltották a Viziterelv éléről is, és maga is megvallotta, sok tekintetben Dégen Imrének köszönhetette, hogy nem került börtönbe. Dégen lehetővé tette számára, hogy korábbi cégénél igazgatóhelyettesként végezze ugyanazt a munkát, amit korábban, s ezek mellett a VITUKI igazgatójától, *Stelczer Károlytól* is kapott egy helyettesi felkérést, amit örömmel elfogadott. Csak amit a legszívesebben csinált volna, a műegyetemi oktatásba nem engedték többé visszatérni.

Hogy Dégen Imrének mi volt a véleménye Mosonyiról, azt nem tudjuk, mert 1977-ben autóbaleset következtében hunyt el, Mosonyi Emillel viszont többórás életútinterjú készült, amit a Duna Múzeum archívuma őriz. Mosonyi ebben elismerte Dégen menedzseri kvalitásait, de hozzátette: „Megértem azt, hogy ti Dégent magasra emeltek, de azzal nem értek egyet, ha Dégenből tudóst is csináltak...” Igen, Dégen Imre Mosonyi szakértelmét a legteljesebb mértékben felhasználta (Mosonyi szerint kihasználta), de – amint az OVH-elnök „nyugdíjba buktatása” előtti pártvizsgálat is a terhére róttá – Dégen a politikai megbízhatóságot háttérbe szorítva igencsak megbecsülte a használható szakembereket maga körül. Még azokat is, akik

1956-ban megégették magukat, vagy nyíltan vállalták vallásos meggyőződésüket.

OVF-es pozícióba kerülésekor Dégen Imre nem volt vízügyi szakember, de okos mérnökember lévén a hiányt hamarosan pótolta, és nemcsak politikai kinevezett főnökként, hanem szakemberként is egyenrangú társa lett a tapasztalt mérnökökből álló felső vízügyi vezérkarnak. Ambiciózus ember lévén arra törekedett, hogy valamennyi vízgazdálkodással összefüggő ügy az OVH felügyelete alá kerüljön. Ezzel megvalósította a hazai vizekkel kapcsolatos egységes – azaz mennyiségi és minőségi –, mai kifejezéssel élve integrált vízgazdálkodást, és elindítója volt a vízi környezetvédelem ügyének is. Mindez mára dezintegrálttá vált...





Mosonyi Emil professzor, a Tiszalöki Vízérmű főtervezője, középen szemüveggel (Fortepan)

Ezzel megvalósította a hazai vizekkel kapcsolatos egységes, mai kifejezéssel élve integrált vízgazdálkodást. ”

lyes tartóoszlopai (Fehér, Nyers, Fock Jenő és társaik) lassan „kipontozódtak” a politikai ringből, megindult a politikai támadás ellene is. Akik korábban sérelmeket szenvedtek tőle, azok 1974/75-ben kezdeményezői voltak a pártvizsgálatnak, az államtitkár nyugdíjaztatásának.

Dégen Imre és Mosonyi Emil együttműködésük idején valószínűleg nem különösebben kedvelték egymást. Dégen talán irigyelhette a nagy tudású, színes egyéniségű, ám mindvégig polgári beállítottságú volt professzort. Mosonyi pedig a jó pártkapcsolatokkal, kiváló menedzseri képességekkel rendelkező, néha talán a machiavellisztikus megoldásoktól sem visszariadó vízügyi első ember túlzottan ambiciózus ténykedését figyelte bizalmatlanul. De az utókornak nem kell egyikük vagy másikuk pártjára állva elvetni munkásságukat. Működésük nyomai a magyar vízgazdálkodás XX. századi történetében megkerülhetetlenek.

(A fotók a Duna Múzeum archívumából származnak)

Mosonyi, aki az 1957-et követő szűk egy évtizedben növekvő nemzetközi elismertséget szerzett mint FAO-szakértő és ICID-alelnök, egyre kevésbé tudta elviselni hazai háttérbe szorítását, ahogy ő fogalmazott, a „súgó szerepét” játszani Dégen Imre mögött. Végül 1965-ben, OVH-engedély nélkül elfogadta az akkor nyugatnémet karlsruhei műegyetem meghívását, és feleségével együtt az ottani vízépítési tanszék professzoraként Karlsruhéban telepedett le. A tudományos és mérnöki világ addig csak félig nyitott kapuja szélesre tárult előtte, s az elkövetkező évtizedekben világszerte a legismertebb, talán a legtöbbet utazó magyar vízügyi szakember lett.

Dégen Imre a következő időszakban az 1965. évi dunai, majd az 1970-es tiszai árvíz – körülményekhez képest – sikeres védekezéséért a kormányzaton belül komoly tekintélyre, és ami ezzel óhatatlanul együtt járt „irigyek hadára” is szert tett. Nem tudtak ellene tenni semmi érdemlegeset, mert a párt felső vezetésében ott volt Fehér Lajos és Nyers Rezső, ráadásul az akkortájt bontakozóban lévő „új gazdasági mechanizmus” egyik híveként Dégen Imre is sokat tett a vízgazdálkodás szervezeti kereteinek észszerűsítése, a tervgazdálkodás rugalmasságának biztosítása terén. Amikor a politikai ellentábor a reformerek elképzeléseit blokkolni kezdte, ráadásul Dégen politikai hátszágának szemé-

## APRÓHIRDETÉS

**Applikációk és mérőműszerek önellenőrzésre, földmunkák, alapozások dinamikus tömörség és teherbírás, valamint 12 további paraméter helyszíni mérésére** eladó gyártótól. Díjazott magyar innováció – alltest.office@gmail.com, www.alltest-smart.hu

**Budapesti tervezőiroda keres villamos, energetikus kollégákat:** tapasztalattól függően lehetnek pályakezdők, szerkesztők vagy tapasztalt mérnökök, teljes vagy részmunkaidőben. Feladat: ipari jellegű épületek, középületek, lakóépületek, irodák, sportlétesítmények, bevásárlóközpontok tervezése, szerkesztése. Amit ajánlunk: kiváló szakmai környezet, versenyes fizetés, előrelépési lehetőség – planwork@t-online.hu, tel.: 70/362-6888

**Engedélyezési, kiviteli, bontási, felmérési, vasbeton és acélszerkezeti tervek szerkesztése, digitalizálása** ArchiCad, AutoCad, Nemetschek, VB-Express és más programokkal. Készülék-, célgép-, terméktervezés, felületmodelllezés 3D-s CAD rendszerekkel. Tel.: 270-0968, 06-70/362-6888, www.planwork.hu

**Nyugdíjas mérnököket keresünk!**  
**Vízfolyam Közérdekű Nyugdíjas Szövetkezet**

A vízügyi ágazatban, települési és regionális vízművek részére végzett műszaki tervezői, tervellenőri, szakértői, műszaki ellenőri feladatok nem rendszeres, alkalmi ellátása. E-mail: Info@vizfolyam.hu • Honlap: <https://www.vizfolyam.hu>



**Báthory Tibor Gábor**  
1954–2020

Édesapját követve 1980-ban szerzett építőmérnöki oklevelet a Budapesti Műszaki Egyetemen. Első munkahelyei a Soproni Erdészeti és Faipari Egyetem, majd a SZÜV, meghatározók voltak a pályafutása során. A számítógépekkel végzett munka mindennapos tevékenységévé vált.

1988-tól statikus munkakörben dolgozott a Győri Terv soproni irodájánál, amit időközben SOPRONTERV-re neveztek át. 1991-ben szerkezeti szakmérnöki végzettséget szerzett a BME-n. Saját vállalkozását, a Báthory Tibor Gábor Mérnökirodát 1993-ban alapította meg, ettől kezdve egyedül dolgozott. A statikai tervezés mellett épületek felmérését és műszaki ellenőrzését is végezte. A soproni Erzsébet Kórház építéskor (1992–1994) német nyelvtudásának köszönhetően az osztrák tervezőket képviselte. Ekkor ismerkedett meg a német Allplan tervezőprogrammal, aminek egyik első hazai használója lett. Ennek az akkor úttörő jellegű döntésnek is köszönhető, hogy a szintén Sopronban megépült Harrer csokoládémanufaktúra (2008) épületszerkezetének megtervezéséért a Nemetschek AG 2011-es nemzetközi versenyén az ipari épületek kategóriában bekerült a díjra jelöltek közé.

Pályakezdő mérnök voltam, amikor a 90-es évek közepén Tiborral megismerkedtem. A rendszerváltás utáni zavaros időszakban sorra szűntek meg a korábbi nagy tervezőirodák, ahol még generációk dolgozhattak együtt. Első és egyben utolsó közös munkahelyünkön Tibor képviselte a megfontoltságot, a szakmai tapasztalatot. Erre a későbbiekben is mindig számíthattam, de nem csak én: fiatal soproni mérnökök köszönhetik neki az egyetemen nem oktatható ismereteket. Minden fiatal magyar mérnöknek kívánok Tiborhoz hasonló barátot, kollégát!

*Grieszler Zsolt*



**Buskó András**  
1960–2020

Életének 61. évében, váratlanul elhunyt Buskó András okl. vasútépítési és -fenntartási mérnök, vasúti futástechnikai szakmérnök, környezetvédelmi szakmérnök. 1981-ben a MÁV-nál kezdte pályafutását, 1996-tól különféle környezetvédelmi beosztásokban, többek között környezetvédelmi vezetőként is dolgozott, 2013 óta a MÁV Szolgáltató Központ Zrt. mérnök főtanácsosa, környezetvédelmi szakértője, a MMK és az MMK Akusztikai Tagozatának alapító tagja, az OPAKFI Zajcsökkentési Szakosztály aktív tagja, a KTE Vasúti Tagozat Vasútépítési és Pályafenntartási Szakosztály elnöke.

Munkássága a vasúti zaj- és rezgésvédelem területén kimagasló, a Vasúti lexikon, a Vasúti környezetvédelmi lexikon egyik szerzője, megannyi tudományos előadás, cikk írója. Több szakmai és társadalmi kitüntetésben is részesült, számtalan előadást tartott a BME Út- és Vasút Tanszékén, a Baross Gábor Oktatási Központban. Szakmai munkája mellett aktív közéleti tevékenységet is foly-

tatott. Kiváló túrázó volt, a MÁV turisztikai csoport túravezetője, a XVII. kerületi Lengyel Kisebbségi Önkormányzat volt elnöke, a Magyarországi Országos Lengyel Kisebbségi Önkormányzat volt elnöke és elnökségi tagja, katonai hagyományörző százados, a Tűzvédelmi tankönyv szerkesztője, írója.



**Kormos Gyula**  
1950–2020

A Műegyetemen 1974-ben szerzett közlekedés-építőmérnöki diplomát, 1981-ben gazdasági mérnöki, majd 1990-ben vasútépítési és pályafenntartási szakmérnöki képzés keretében szerzett oklevelet. Az egyetem befejezése után a szolnoki KPM Közúti Igazgatóságán helyezkedett el, majd 1975-ben Budapestre került a Betonútépítő Vállalathoz, ahol lehetősége nyílt autópálya-területen dolgozni. Ekkor kezdődött az észak-déli metróvonal felszíni pályaszakaszainak építése, így ez a nagyszabású feladat várta.

1992-ben Megyeri Jenő professzor óraadónak hívta a Műegyetemre a Vasútépítési Tanszékre, ahol 1996-ban egyetemi doktori fokozatot szerzett. Legfontosabb szakterületei közé a hézag nélküli vágányok, a dilatációs szerkezetek, a vasútépítés és -fenntartás, valamint a mozgásgeometria tartoztak. Mérnöki tevékenysége mellett sem szakított a zenével és az orgonával. Rendszeres egyházi, kántori szolgálatai mellett a Magyarországi Evangélikus Egyház egyházzenei igazgatója orgonajavításra is kérte. A harangok szakértőjeként is ismert volt. Komolyabb megbízást kapott a témában: Sopron és a környező jobbágyfalvak összes harangjának felmérését végezte el. 70. születésnapján túl is aktív szakmai életet élt: a vasúti szakma és az oktatás mellett az orgonák, orgonatorténai kutatók és a harangok töltötték ki idejét. A BME Út- és Vasútépítési Tanszéken nyugalmazott docensként egészen 2020 októberéig aktívan tevékenykedett.



**Babós Gyula**  
1953–2020

1977-ben diplomázott a BME Építőmérnöki Karán, majd városi forgalomtervezési szakmérnöki oklevelet szerzett. Pályáját 1977-ben a Fővárosi Mélyépítési Tervező Vállalatnál kezdte, ahol városi közlekedéstervezés, utak, csomópontok építésének, vízvezetésének tervezése, szakmai szoftver készítése volt a feladata. Kezdő mérnökként is kiemelkedő szerepe volt a Flórián téri közúti felüljáró tervezésében. 1981-ben a Városépítési Tudományos és Tervező Intézet regionális irodájára került, ahol az egyik jelentős munkája a gönyői kikötő tervezése volt. Innen áthívták a mérnöki irodára, ahol egészen 1990 végéig dolgozott. A közlekedéstervezés sokféle szakterületét művelte, ezek között települések rendezési terveihez közlekedési munkarészek, közlekedésfejlesztési tervek, útgendélyezési és kiviteli tervek készítését. Néhány év után kinevezték a közlekedéstervezési osztály vezetőjének.

1990 végén alapította társaival a Pro Urbe Mérnöki és Városrendezési Kft.-t, melynek tulajdonosa és igazgatója volt egészen haláláig. Eleinte az ügyvezetés mellett tervezési és kutatási mun-



kákban is részt vett, de ahogy nőtt és fejlődött a cég, egyre inkább lekötötte idejét a vállalkozás irányítása. A cég jelentős sikereket ért el, két fontos nemzetközi díjat is kapott: a megvalósult hűvösvölgyi intermodális csomópont tervezéséért a Nemzetközi Tömegközlekedési Szövetségtől, és az ECPT-CEU különdíját Nagykanizsa-városközpont forgalomcsillapítási tervéért.

Lelkén viselte, hogy az általa vezetett cég ne kizárólag tervezzen, hanem kutatás-fejlesztési feladatokat is végezzen. Ezek közül az ezredforduló környékén robbanásszerű fejlődésnek induló bevásárlóközpontok közlekedési hatásának kutatása és szimulációs prognosztizálása volt az egyik különösen kedves számára.

Alapító tagja volt az MMK-nak, ahol áldozatkész tevékenységet folytatott. Megalakította a Terület- és Településrendezési Szakosztályt, és hosszú éveken át, egészen a haláláig sikeresen vezette. Az Építési Tagozat elnökségének tagja volt, és számtalanszor nyújtott segítséget a kamarának különböző feladatok ellátásában.

Fiatalkorától kajakozott, kézilabdázott, később évtizedeken át hobbiszinten focizott, szabadidejében rendszeresen futott. Kollégáival váltóban részt vett az első Bécs-Budapest-szupermaraton lefutásában. Amikor tehette, hegyet és sziklát mászott. Erős volt, de az igazi maratont az élet hozta számára, és több mint tízéves küzdelem után a betegség legyőzte.



**Szendrey Csaba**  
1957–2020

Okl. vegyész, okl. környezetvédelmi, levegőtisztaság-védelmi szakmérnök, a Jász-Nagykun-Szolnok Megyei Mérnöki Kamara alapító tagja, 1996-tól 2004-ig a kamara alelnöke, majd 2013-ig elnökségi tagja volt, ezt követően a jelen korig a felügyelőbizottság tagja. Az MMK Környezetvédelmi Tagozatának aktív szereplője, a tagozat megyei szakcsoportjának elnöke, a szakmai gyakorlatot minősítő szakértői testület tagja. Szakmai munkájáért 2001-ben környezetvédelmi miniszteri elismerő oklevelet, 2007-ben Környezetünkért Emlékplakettet, 2009-ben Magyar Köztársasági Arany Érdemkeresztet kapott, 2012-ben pedig az MMK Környezetvédelméért kitüntetésében részesült.

Szakmai alázata, közvetlensége, segítőkészsége példaértékű volt. Nagy úrt hagyasz magad után, Csaba...

*Lescsinszky Katalin titkár*



**Mészáros Antal**  
1948–2020

Több mint fél évszázados műszaki pályafutásod Vásárhelyhez kötött. 1967-ben kezdted dolgozni a CSOMIÉP-nél mint segédmunkás, végigjártad egy munkahelyen az összes lehetséges szakmai utat. 1989-től, az alapítástól a CSOMIÉP Beton Melior Kft. ügyvezető igazgatója voltál. Közel negyven éve, fiatal tervező koromban ismertelek meg, hasznos észrevételeiddel, tanácsaiddal, javaslataiddal segítettél feladataim megoldásában. Jól emlékszem, bármilyen szakmai problémával fordultam hozzád, mindig a leg-

bölcsebb, a legjobb megoldásokra jutottunk. Szakmai, közéleti tevékenységed sokszínű, tagja voltál a Magyar Beton Szövetségnek, a Vízgazdálkodási Társulatok Országos Szövetségének, a Magyar Iparjogvédelmi Egyesületnek, a Magyar Marketing Szövetségnek, az MTE SZ Előgyártási Szakosztály elnökségének, a VOSZ Csongrád Megyei elnökségének, a Nemzetközi Szent György Lovagrendnek.

Kezdetektől segítetted a kamarai munkát, mindig nagyon bölcs tanácsokkal láttál el bennünket. A Mérnök Újság 1994-es első kiadásától kezdve minden számban a mai napig hirdetéseitekkel segítettétek a lapot. Széchenyi mondta: „Merjünk nagyok lenni”, és te mertél nagy lenni. A szakma csúcsára jutva tucatnyi helyi, megyei, regionális, országos és nemzetközi elismerést szerezteél, a nevedhez fűződik több mint félszáz szabadalom. 2003-tól képviselő-testületi tagságot töltöttél be a római katolikus Belvárosi Plébániatemplomban. Nagyon segítőkész voltál, számtalan karitatív tevékenységed volt, támogattad a vásárhelyi kórházat, az önkormányzati intézményeket, a céged dolgozóit. Saját kezdeményezésed volt a „Hétvégén is legyen kenyér az asztalon” alapítvány létrehozása, folyamatos irányítása, szervezése.

Köszönjük, amit tettél a mérnöktársadalomért, köszönünk mindent, amit tőled kaptunk. Isten veled, Tóni!

*Bodor Dezső CSMMK-elnök*

**Dr. Zsilák Endre**  
1935–2020

1958-ban szerzett kiegészítő oklevelet az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Mérnöki Karán. Szakmai tevékenységét a Vízügyi Tervező Vállalatnál kezdte tervezőként, majd 1967-től irányító tervezőként. 1973-tól a Dunai Létesítményi Főmérnökségen dolgozott. 1985-től 1990-ig a főmérnökség osztályvezetője volt. 1974-ben a Vízgazdálkodás Kiváló Dolgozója címben részesült. 1976-ban a kis esésű vízlépcsők téli üzemelésével összefüggő jégkezeléssel kapcsolatos értekezése alapján megszerezte a műszaki tudományok kandidátusi minősítést, amelyet 1977-ben a műszaki doktori cím követett.

1990-től az Observator Kultúrmérnöki Kft. ügyvezető igazgatója, egyben vezető tervezője volt, ahol feladatát nyugdíjasként is ellátta, majd szakmai tevékenységét 2014-ben fejezte be. Fontosabb munkái: belvízszivattyú-telepek tervezése; Sió-torkolati mű kiviteli tervezése; a Bős-Nagymarosi Vízlépcsőrendszer előkészítési terveinek készítése; dunakiliti duzzasztómű beruházási programjának készítése irányító tervezőként; a dunai vízlépcsőrendszer tervezési munkái, részt vett a közös egyezményes terv készítésében. Egyéb tervezési feladatok: a Mosoni-Duna árvízvédelme, a Győr alatti szakasz tendertervei; a Nagymaros-Ipoly-öblözet védelmi létesítményeivel kapcsolatos rehabilitációs feladatok, földművek, zsilipek kiviteli terveinek készítése; a Szentendrei-sziget árvízvédelmével kapcsolatos kiviteli tervezésben való részvétel; Almásfüzitő-Komárom, továbbá Tát árvízvédelmével kapcsolatban a töltésméretezések elvégzése; alsó-szigetközi vízpótlás engedélyezési terveinek készítése; a Duna Szap-Gönyű-szakaszának ideiglenes szabályozása, a mederváltozások figyelemmel kísérése, vizsgálata; a dunakiliti fenékgát kiviteli tervezése; Esztergom város árvízvédelmi kiviteli terve; a gönyői kombinált ciklusú erőmű ipari feltöltésének engedélyezési és kiviteli terve; a Sió csatorna karbantartásával, bővítésével kapcsolatos tervezések.

## El(t)érés – Hogyan alakítja a befogadás a tervezést?

Előfordul, hogy a precízen gyártott tárgyakat a felhasználók elutasítják. Gondoljunk csak a „jobbkezes” számítógépes egérre, amely nem vagy kellemetlenségek árán működik a balkezesek esetén. E példa is mutatja, hogy az eltérés a kirekesztés építőköve. A dizájn mint kreatív tervezésen alapuló gondolkodásmód és az innováció a 21. századi fejlődés egyik legfontosabb kulcsa. Alkalmazásának hozománya nem csupán a termékfejlesztés sikerében, pozitívabb ügyfélélményekben vagy az ügyfélmegtartási arányszámokban mérhető, hanem a tervezés folyamatában részt vevő szakértők esetében is jobb teljesítményt eredményez.

Kat Holmes, a Microsoft Inclusive Design (MID) területének egykori főigazgatója, jelenleg a Google felhasználói élmények tervezéséért felelős egységének igazgatója, az 2017-ben alakult Pallas Athéné Könyvkiadó révén magyar nyelven is megjelent *El(t)érés – Hogyan alakítja a befogadás a tervezést?* című kötetében arra hívja fel a figyelmet, hogy az emberi sokféleségen alapuló tervezési megközelítés révén és csapatépítési módszerrel képessé válunk kezelni még a mai VUCA (volatile, uncertain, complex, ambiguous), azaz változó, bizonytalan, komplex és kevésbé egyértelmű világ jelentette kihívásokat is. A fordítás alapjául szolgáló 2018-as, a Massachusetts Institute of Technology által kiadott mű eredeti címe *Mismatch: How Inclusion Shapes Design*.

A szerző teljesen új szemléletet vezet be, melynek széles körű alkalmazásával egyszerre nyílnak új távlatok a saját lehetőségeink meghatározásában, a 21. századi tervezési kihívásoknak való megfelelésben és a dinamikus világ kezelésében egyaránt. Az inkluzív, a felhasználókkal együttműködő, őket elérő tervezés egyben orvosolni tudja a kirekesztést, és így lehet a könyv címében jelzett eltérésből elérés.

## Élhető városok

Ma már a világ lakóinak többsége városokban lakik, és a városi növekedés várhatóan tovább gyorsul az előttünk álló évek folyamán. Az 1960-as évektől az autók vették át a közterületek fölötti uralmat, egyre jobban kiszorítva a gyalogosokat, és rontva az életminőséget a városokban. A Nemzeti Kulturális Alap, a Dán Kulturális Alapítvány és a Dán Kulturális Intézet támogatásával, az 1990-ben három barát által alapított TERC Kft. gondozásában megjelent *Élhető városok* című könyv a várostervezés emberi dimenziójával foglalkozik. A magyar kiadás a *Cities for People* című angol nyelvű kötet alapján, a szerző, Jan Gehl dán építész és várostervező hozzájárulásával készült.

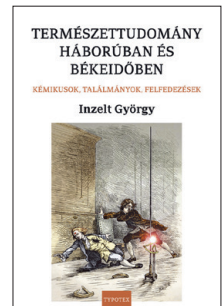
A város és a benne élő ember közötti kapcsolat mélyreható vizsgálata elkerülhetetlen kérdéssé válik, ha élhető környezetet akarunk teremteni. A városoknak nem ideológiákat kell alátámasztaniuk, hanem az életigenlés terepének lenniük, amelyek kiindulópontja, mozgatója, értelme és célja egyetlen lehet: az ember. Hogyan lehet ezt szem előtt tartani egy olyan művi világban, ahol elviselhetetlen a sűrűség, a helyhiány, a technika mindent átható uralma, a zaj, a szennyezés? Mit és hogyan lehet tenni úgy, hogy mindennek ellenére élhető, biztonságos, fenntartható és egészséges legyen a környezetünk? E kérdések szakszerű megválaszolása mellett ma már egyre inkább magától értetődő, hogy a modern, 21. századi élhető város az embereknek épül. A fotókkal gazdagon illusztrált mű alkotója Koppenhágában él, munkájának középpontjában a városi életminőség javítása áll, különös tekintettel a gyalogos életmódra. 1960-ban szerzett építészeti mesterfokozatot a koppenhágai Dán Királyi Szépművészeti Akadémián. Először építészként működött, majd 1966-tól a közterek formáit és használati módját kutatta az akadémián. A Gehl Architects – Urban Quality Consultants tanácsadó cég alapító tagja.



## Természettudomány háborúban és békeidőben

Ha valaki Nobel-díjra aspirál, a tudományos teljesítménye mellett esetleg személyes kapcsolatok kiépítése is fontos lehet? Ha éppen az uralkodótól függ valakinek a sorsa, akkor lehet-e alapozni a tudományos karrierre dicsőtő költeményekre? Ezen két és még sok más kérdés segítségével a tudomány és a tudósok elvontnak tűnő világába tekinthetünk be az MTA és a Vegyész Oktatásért Alapítvány támogatásával, a Typotex Kiadó gondozásában megjelent kötet tanulmányozása során.

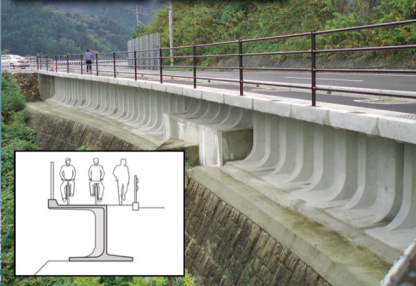
A szerző Inzelt György vegyész, elektrokémikus, egyetemi tanár. Fő kutatási területei a vezető polimerek, az elektrokatalízis, az elektroanalitika és a tüzelőanyag-cellák. E tudományterületek tanítása mellett oktat fizikai kémiát és kémiatörténetet. Szakmájából adódóan kiemelt témája a természettudomány, így hősei természettudósok, javarészt kémikusok. E könyv az utóbbi három évszázadban alkotó magyar és külföldi természettudósok, főleg kémikusok életét és munkásságát mutatja be. Leginkább az első világháború alatt tevékenykedőkkel ismerkedhetünk meg, de néhány kiválasztott tudós, így Mihail Vasziljevics Lomonoszov (1711–1765) polihisztor, Kitaibel Pál (1757–1817) botanikus, kémikus, Than Károly (1834–1908) kémikus, egyetemi tanár vagy Wilhelm Ostwald (1853–1932) kémikus, a fizikai kémia úttörőjének életrajza kapcsán a 18. és a 19. századra is irányul egy-egy fénysugár. A történet a legújabb kémiai elemek felfedezésének ismeretetésével zárul, amelyek által teljessé váltak a sorok a Dmitrij Ivanovics Menyelejev (1834–1907) kémikus által megalkotott periódusos rendszerben.



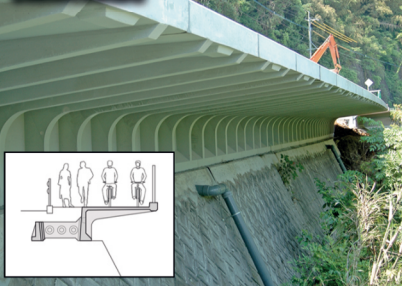


# ÁLDOTT, BÉKÉS KARÁCSONYT ÉS BOLDOG ÚJ ÉVET KÍVÁN ÖNNEK A CSOMIÉP KFT, AZ ÉPÍTŐK PARTNERE!

**Konzolos támfalas közlekedési elemcsalád<sup>(M)</sup>**



**Konzolos közlekedési elemcsalád<sup>(M)</sup>**



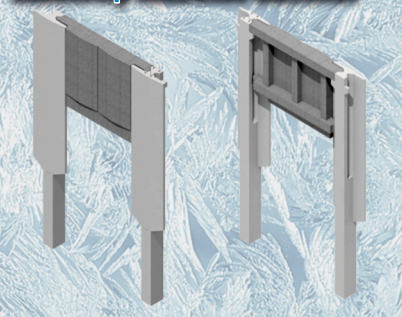
**Új univerzális peronelem**



**Betonacél nélküli vasúti sínpanel**



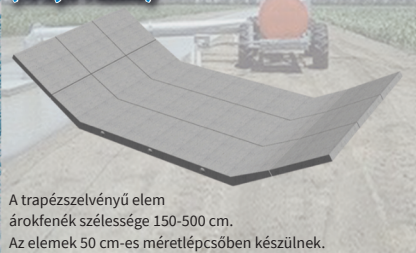
**Szácölöp közbelső elemmel**



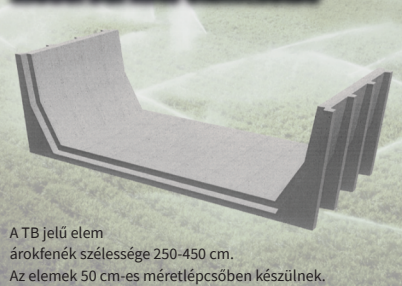
**Szácölöp elem**



**Nagy trapézszelvényű mederburkoló elemcsalád (1:1,5 rézsű)**



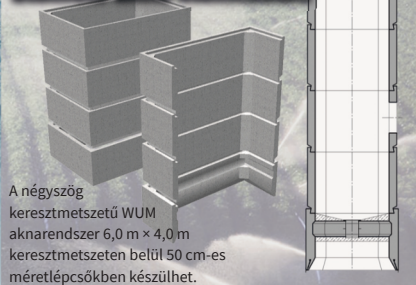
**TB jelű nagyszelvényű bordás mederburkoló elemcsalád**



A trapézszelvényű elem árokfenék szélessége 150-500 cm. Az elemek 50 cm-es méretlépcsőben készülnek.

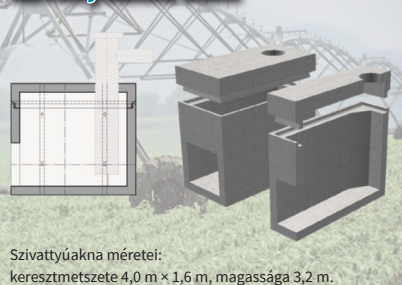
A TB jelű elem árokfenék szélessége 250-450 cm. Az elemek 50 cm-es méretlépcsőben készülnek.

**WUM négyzetes vasbeton áttemelő akna elemcsalád**



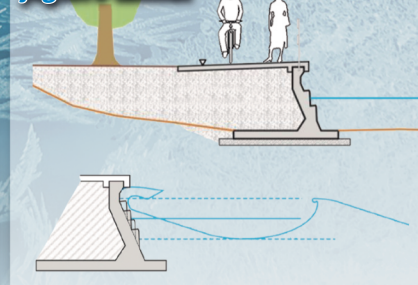
A négyzet keresztmetszetű WUM aknarendszer 6,0 m x 4,0 m keresztmetszeten belül 50 cm-es méretlépcsőkben készülhet.

**WUM sorolható szivattyúakna elem**



Szivattyúakna méretei: keresztmetszete 4,0 m x 1,6 m, magassága 3,2 m.

**Hullámenergia elnyelő és jégtörő támfal**



Minden termékünk iparjogvédelem alatt áll (1) Fotó partnerünk hozzájárulásával

**CSOMIÉP Beton és Meliorációs Termékgyártó Kft.**

6800 Hódmezővásárhely, Makói út CSOMIÉP Ipartelep

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

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







GRAPHISOFT  
**Archicad®**

24

## Multidiszciplináris csapatmunka az integrált tervezés érdekében

Az Archicad 24 új megoldásai az algoritmikus tervezési munkafolyamat és a kiemelkedő modell támogatás, az automatizált dokumentáció, az egy kattintással elérhető publikáció, a valósághű renderelés és a kategóriájában egyedülálló elemzési képesség, amelyek a tervezők és kivitelezők számára a korábbinál pontosabb, gyorsabb és eredményesebb tervezést tesznek lehetővé.

További információ: [www.graphisoft.com/hu](http://www.graphisoft.com/hu)