

# mérnök újság

| A MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA LAPJA |

XXVIII. évfolyam, 3. szám, 2021. március – Ár: 680 Ft |

## Kérdezze mérnökét!

Ingyenes kamarai  
energetikai tanácsadás



AZ ÚJ EURÓPAI  
BAUHAUS

HÁZI NAPERŐMŰ-  
PROJEKT

AZ ÖSSZERENDEZŐ  
ERŐTÉR

A DUZZASZTÓMŰ  
MEG A SZIVACS



# ZETRIX® és ZEDOX®

## Excentrikus kivitel - Fokozott igénybevételekre

IPARI PILLANGÓSZELEP MEGOLDÁSOK!

Újdonság az ARI-nál!



### Fém-fém zárású tömítés széles körű alkalmazást tesz lehetővé

#### ZETRIX®

Háromszoros excentricitású folyamatszabályozó -60°C-tól max. +427°C-ig ipari alkalmazási területekre. Behegeszthető kivitelben DN600-ig, karimás kivitelben DN1200-ig, illetve „lug” (menetes helyező-fülekkel) kivitelben DN600-ig.

#### ZEDOX®

Újdonság az ARI-nál: kétszeres excentricitású fém zárású pillangószelep. Kedvezőbb árfekvésű megoldás -40°C...+260°C (esetenként max. +400°C) hőmérséklet-tartományban. Behegeszthető kivitelben DN1600-ig, karimás kivitelben DN1200-ig, illetve „wafer” (karimák közé építhető) kivitelben DN800-ig.

További információért - akár a lágyülékés pillangószelep (ZESA®, GESA® és ZIVA® típusok) választékunkkal kapcsolatban is - látogasson el a <https://www.ari-armaturen.com/hu> weboldalunkra!

Magyarországi képviselő:

**EXPLOTECH**

EXPLOTECH Szerelvény és Hasadótarcsa Kft.

H-1028 Budapest, Máriaremetei út 77.

Tel: +36 1 2750335, Fax: +36 1 2753158

Internet: [www.explotech.hu](http://www.explotech.hu), E-mail: [info@explotech.hu](mailto:info@explotech.hu)

Miskolci Iroda: Miskolci Egyetem, Vegyipari Gépek Tanszéke,

H-3515 Miskolc Egyetemváros, Tel/Fax: +36 46 565470



[www.ari-armaturen.com](http://www.ari-armaturen.com)

# Kérdezze mérnökét!



Az Alaptörvényünk előírja, hogy „a természeti erőforrások, különösen a termőföld, az erdők és a vízkészlet, a biológiai sokféleség, különösen a honos növény- és állatfajok, valamint a kulturális értékek a nemzet közös örökségét képezik, amelynek védelme, fenntartása és a jövő nemzedékek számára való megőrzése az állam és mindenki kötelessége”. Ebben a mérnököknek is fontos szerepük van. Meghatározó tehát, hogyan gazdálkodunk az erőforrásainkkal. Ideális az lenne, ha annyit fogyasztanánk, mint amennyi az idő alatt újratermelődik.

Az elmúlt évben augusztus 22-re esett a túlfogyasztás világnapja, az emberiség 2020-ban ekkorra használta el a Föld egy éve elegendő erőforrásait, ezt követően a tartalékokat éltük fel. Ezt a szintet 1970-ben léptük át először, amikor december 29-re esett ez az időpont.

Ha minden évben öt nappal tolnánk el a túlfogyasztás napját, akkor 2050-re érnénk el az egyensúlyt. Ha a karbonkibocsátás 50%-kal csökkenne, akkor a túlfogyasztás napja 93 nappal rövidebb lenne. Magyarországon a túlfogyasztás napja június 14., de Kínában június 13., az USA-ban március 14. A túlfogyasztásunkat, ökológiai lábnyomunkat az energiahordozók felhasználásának csökkentésével lehet a leghatékonyabban befolyásolni.

Az EPBD 2018. évi irányelve szerint 2050-ig el kell érnünk, hogy az üvegházhatású gázok kibocsátása jelentősen csökkenjen, és meg kell valósítani a „dekarbonizált” gazdaságot. De milyen módon, milyen energiatermelési, energiafelhasználási megoldásokkal lehet ezt a célt elérni? Az elmúlt időszak intő jelei óvatosságra adnak okot. Gondoljunk csak a múlt nyáron Kaliforniában bekövetkezett áramszünetre, amikor az 50 °C-os hőségben a szélcsend miatt leálltak a szélerőművek, vagy Texasban a nagy hideg miatti áramkimaradásra, a svédországi „porszívóválságra”, amikor az ellátási

problémák miatt felhívták a lakosságot, hogy senki ne porszívózzon. Foglalkozni kell az európai villamosenergia-elátó rendszeren januárban bekövetkezett frekvenciaváltozással, amely több országban áramszünethez vezetett. Intő jelek a német energetikai rendszer üzemelési tapasztalatai is. Magyarországon januárban 9500 megawatt volt az eddig mért legnagyobb villamosenergia-fogyasztás, amely mutatja az energiafelhasználási szokásaink változását.

Egyre szigorúbbak az építésekkel, üzemeltetésekkel kapcsolatos energetikai előírások, amelyek jelentős többletterhet rónak az építkezésre, az épületeket üzemeltetőkre. Ezek a hatások már nemcsak műszaki, gazdasági problémák, de egzisztenciális és szociális kérdések is. A családok részére biztosított otthonteremtési és felújítási támogatások, valamint a vállalkozásoknak juttatott támogatások és kedvezményes hitelek segítik a fejlesztéseket, de ahhoz, hogy az érintettek meg tudják találni a számukra ideális megoldást, hiteles információkra van szükségük. Ebben tudnak segíteni a Magyar Mérnöki Kamara szakemberei a márciusban elindított tanácsadási szolgáltatásukkal. A tanácsadás ingyenesen vehető igénybe, és az építkezni, felújítani vagy lakást vásárolni szándékozók, a vállalkozásoknak segít eligazodni az energiahatékony megoldások, valamint a pályázati és finanszírozási lehetőségek között. A tanácsadás legfontosabb feladata a szemléletformálás, a tudatos energiafelhasználás megvalósítására való törekvés.

Tekintettel a támogatásokat igénybe vevők nagy számára, a szakértők számítanak a lakosság és a vállalkozások jelentős érdeklődésére.

*Nagy Gyula MMK-elnök*

<https://mmk.hu/tanacsadas>



## 14

Az új európai Bauhaus

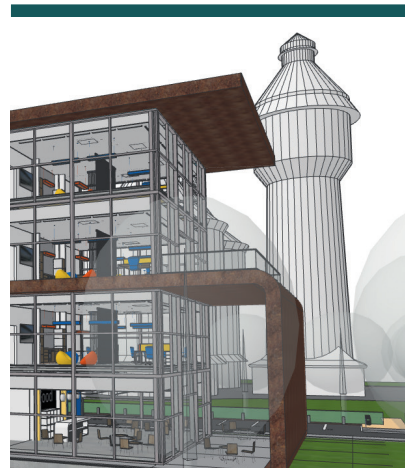
Az Európai Bizottság elnöke a közelmúltban mutatta be az új európai környezetvédelmi, gazdasági és kulturális projektet, a Bauhaus programot. Kulcsszavai a tervezés, a fenntarthatóság és a beruházás, valamint az európai zöld megállapodás.



## 24

Naphőerőművek

Cikkünk a naphőerőművek energiaátalakítási folyamatát, technikai megoldási lehetőségeit, a naphőerőművekben megvalósítható hőtárolás nyújtotta üzemviteli lehetőségeket tekinti át...



## 34

Integrált szerkezettervezés

Az építész és a tartószerkezeti tervező közötti együttműködés hatékonyságát jelentősen befolyásolja, hogy az építész adatszolgáltatásából a tartószerkezeti tervező milyen gyorsan tudja a mostanában jellemzően térbeli végelemes számítási modelljeit felépíteni.

## 51

A duzzasztómű meg a szivacs  
Magyarországot érezhetően elérte  
a vízkonfliktus.







48

Az elektroakusztikus

Dr. Balogh Géza az elektroakusztika szakterületén kimagasló kutatási, tervezői eredményeket ért el. A kiváló szakember az MMK Akusztikai Tagozatának egyik alapító tagja.

30

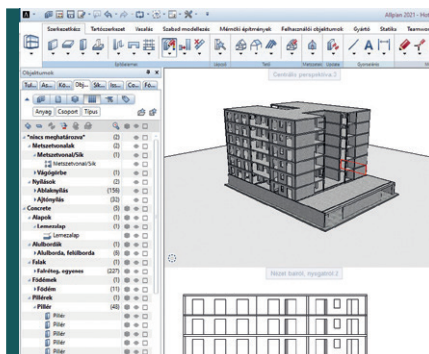
Az összerendező erőtér



57

A beregi árvízkatasztrófa

2001 márciusának első napjaiban a Tisza kárpát-aljai és hazai, Tiszabecs és Záhony közötti szakaszán az addigi legmagasabb vízállások alakultak ki.



<b>Kérdezze mérnökét!</b>	<b>3</b>
<b>A HÓNAP ESEMÉNYEI</b>	<b>6</b>
<b>A Schulek</b>	<b>8</b>
A kamara aranygyűrűs mérnöke	
<b>MOZAIK</b>	
Megyei kamarák, szakmai tagozatok hírei	<b>10</b>
<b>INTERJÚ</b>	
<b>Az új európai Bauhaus</b>	<b>14</b>
Beszélgetés Ursula von der Leyennel, az Európai Bizottság elnökével	
<b>FÓKUSZ – ENERGIA</b>	
<b>Közel nulla energiaigényű és okosépületek</b>	<b>18</b>
Hi-Smart oktatásfejlesztési projekt	
<b>Épületenergetika lakossági szemmel</b>	<b>22</b>
<b>Naphőerőművek</b>	<b>24</b>
Szerepük a villamosenergia-ellátásban	
<b>Házi naperőműprojekt</b>	<b>28</b>
Mennyi lehet a megengedhető beruházási költség?	
<b>PIAC</b>	
<b>Az összerendező erőtér</b>	<b>30</b>
Csaba Zsolt egy új korszak nyitányáról	
<b>Integrált szerkezettervezés</b>	<b>34</b>
Adatcsera és együttműködés az Archicad és az AxisVM program között	
<b>BIMbózó technológia az építőmérnökök kezében?</b>	<b>38</b>
A pontosabb dokumentáció elkészítéséért	
<b>PRAXIS</b>	
<b>Magyar tudósok a világ élvonalában</b>	<b>41</b>
Technológiai és komfortkövetelmények a Szegedi ELI Lézerkutató Intézet tervezése során	
<b>Az energiafordulat és az e-mobilitás árnyoldalai</b>	<b>44</b>
Elkeseredett óslakosoktól a valódi klímamegleges alternatívákig	
<b>Az elektroakusztikus</b>	<b>48</b>
Dr. Balogh Géza szakmai pályájáról és a hangrendszerek tervezéséről	
<b>A duzzasztómű meg a szivacs</b>	<b>51</b>
Miért akarunk öngólt löni?	
<b>EGYETEMES</b>	
<b>Felkészítés a jövőbeni kihívásokra</b>	<b>54</b>
Az építőipari digitalizáció megjelenése a felsőoktatásban	
<b>HISTÓRIA</b>	
<b>A beregi árvízkatasztrófa</b>	<b>57</b>
Húsz éve történt	
<b>Kortárs mesterek</b>	<b>60</b>
160 éve született Zielinski Szilárd építőmérnök és Korb Flórián építészmérnök	
<b>Egy világhírű magyar konstruktőr</b>	<b>62</b>
140 éve született Galamb József	
<b>Búcsúznak</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: **Szoós-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 • Tagdíjfizetési 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: Peter Krumholz vezérigazgató • Minden jog fenntartva! • Lapunk következő száma 2021. április 12-én jelenik meg.

**IMEDIA**

## Kamarai díjak

Az Év Mérnöke Aranygyűrű életműdíjat idén *Schulek János*nak, a Főmterv Zrt. műszaki igazgatójának (*interjúnk a lap 8. oldalán*), mérnöki létesítmény kategóriában pedig a szegedi lézerközpont (ELI) BIM-szemléletű gépészeti tervezéséért *Virág Zoltánnak*, a Duoplan Kft. ügyvezetőjének ítélte a bíráló testület (*cikkünk a 41. oldalon*). 2021-ben a magas színvonalú mérnöki és köztestületi tevékenységet elismerni hivatott Zielinski Szilárd-díjat *Benedicty Gyula*, *dr. Kozák Péter*, *dr. Szabó Éva Ibolya*, *Takács Zsuzsanna*, *Tóth Tibor* és *dr. Zsebik Albin* kapta. A Magyar Mérnöki Kamara elnöksége Tiszteletbeli Tag címet adományozott *dr. Bándi Gyula*, *dr. Beinschróth*



*József, Evetovic Cvijanovic Kornelija, Hamvas István László, dr. Kaderják Péter, dr. Németh Géza, valamint Pap Zoltán* részére.

Az elismerések átadására – a tervek szerint – lapunk megjelenésével egy időben, március 8-án került volna sor az MMK székhelyén, de a járványügyi korlátozások miatt erre csak később lesz lehetőség.

## Tisztújító küldöttgyűlés: hivatalos a jelöltlista

Lezárult a jelölési folyamat, a választásijelölőbizottság március 2-i ülésén megállapította a Magyar Mérnöki Kamara következő négyéves ciklusára az elnöki, alelnöki és elnökségi tagi tisztségekre, valamint a felügyelőbizottsági és az etikai-fegyelmi bizottsági tagságra jelöltek listáját. A február 5-i jelölési határidő után a választásijelölőbizottság február 12-i ülésén rögzítette az érvényes jelöléseket, és néhány jelölő szervezettől részleges hiánypótlást kért. Március 2-án a bizottság immár valamennyi jelölés és adatot értékelve megállapította: az összesen 40 jelölésre jogosult szervezet (19 területi kamara és 21 szakmai tagozat) közül a jelöltállítási határidőn belül 39 szervezet küldött be jelölési javaslatot, amelyek közül 38 érvényes.

A következő kamarai időszak országos elnökének személyére 2 érvényes jelölés érkezett, a 4 alelnöki posztra 7, a 12 elnökségi tag személyére 21 jelöltet állítottak. A felügyelőbizottság 5 tagjára 10 érvényes jelölés érkezett, és 11 jelölt közül választható meg az etikai-fegyelmi bizottság 7 tagja.

A tisztújító küldöttgyűlés tervezett időpontja május 14. Az április 23-án üléselő választmány – az aktuális járványhelyzet és a járványügyi szabályok figyelembevételével – állást foglalhat a küldöttgyűlés végleges időpontjával és a lebonyolítás módjával kapcsolatban.

A jelöltek hivatalos listája megtalálható a [www.mmk.hu/valasztas2021](http://www.mmk.hu/valasztas2021) oldalunkon.

## FEANI hírek

A Debreceni Egyetem Műszaki Kara professzora, *dr. Kalmár Ferenc* kezdeményezésére megvalósult FEANI tagsággal járó lehetőségek már négy, az MMK-val együttműködési megállapodást kötött egyetem hallgatói számára is elérhetőek. A tagsággal euro mérnöki minősítés szerezhető, amelyet az MMK tart nyilván.

## Erősödő együttműködés az MMK és az Igazságügyi Szakértői Kamara között

Szorosabbra fűzi az együttműködést köztestületünkkel a Magyar Igazságügyi Szakértői Kamara. Erről *Nagy Gyula* elnök írt alá megállapodást *dr. Schwáb Zoltánnal*, a MISZK 2020 novemberében megválasztott elnökével. A két köztestület az érdekvégyesítés erősítése, a szakértői munka színvonalának javítása mellett az oktatási programokban történő együttműködés lehetőségét is vizsgálja.

## Hatalmas érdeklődés az Építő-5 pályázaton

Mérnöki mikroállalkozások először pályázhattak technológiai fejlesztésekre, gépbeszerzési és újraparaszási célok finanszírozásának támogatására. A jelentős érdeklődés miatt öt nappal az Építő-5 pályázat megnyitása után felfüggesztette a pályázatok befogadását az ÉMI Nonprofit Kft., mert az addig beérkezett igények elérték a csaknem 10 és fél milliárd forint keretösszegét másfélszeresét. A pályázat tanulságait levonva az MMK és a Magyar Építész Kamara elnöke közös levélben hívta fel a figyelmet a kiírás ellentmondásaira, és javasolta *Palkovics László* innovációs és technológiai miniszternek, hogy a pályázaton – a korábbi javaslatoknak megfelelően – az egyéni vállalkozó mérnökök is indulhassanak. A kamara elnöke-



nek határozott véleménye, hogy a mérnökvállalkozások támogatása nélkül az építőipar megújulása nem tud megvalósulni. Hibás az a szemlélet, hogy csak nagy létszámú cégeket lehet támogatni. Ha van forrás a multicégek beruházásainak állami finanszírozására, akkor forrást kell biztosítani a mikroállalkozások megsegítésére is. Erre jó kezdeményezés az Építő-5, de a pályázati feltételeket a cégstruktúra sajátosságaihoz kell igazítani. A kamarák nyitottak az egyeztetésre.



## Megjelentek az első magyar nyelvű BIM-szabványok



Az MSZT Építményinformációs Modellezés (BIM) szabványosító bizottsága elkészítette az egész építésgazdasági szektor BIM-gerincű modernizációjához szükséges MSZ EN ISO 19650 szabványsorozat két legfontosabb részének magyar nyelvű változatát (MSZ EN ISO 19650-1, MSZ EN ISO 19650-2), melyek március 1-től elérhetők. A magyar MSZT BIM-szabványosítási bizottsága öt éve kezdte az együttműködést Európa 34 és a világ számos más országának szakembereivel, hogy létrehozzák a szakma digitális átalakulásának alapját képező, világ- és európai szintű BIM-szabványokat. Itthon az angol nyelvű szabványokból ed-

dig már 14 szabványt hirdettek ki, és még legalább ennyi áll kidolgozás alatt.

Az MSZ EN ISO 19650 szabványsorozat a teljes épített környezettel foglalkozó szektor alapvető folyamatainak fogalmait és alapelveit határozza meg a létesítmények teljes életciklusa alatti információmenedzselés és -létrehozás támogatása érdekében, építményinformációs modellezés (BIM) alkalmazása esetén. Most a sorozat első és második részének magyar nyelvű változata jelent meg, az első rész a fogalmakról és alapelvekről szól, míg a második rész a létesítmények megvalósítási fázisával foglalkozik.

### Megalakult a Magyar Épületgépészeti Egyeztető Fórum

Létrehozta a Magyar Épületgépészeti Egyeztető Fórumot a hazai épületgépészet öt meghatározó szereplője, a Kéményjobbítók Országos Szövetsége, a Magyar Uszodatechnikai Egyesület, a Hűtő- és Klimatechnikai Vállalkozások Szövetsége, a Magyar Épületgépészek Szövetsége és az MMK Épületgépészeti Tagozata. A több mint négyezer mérnököt és épületgépészt összefogó együttműködés célja, hogy egységesen és hatékonyan képviselje az egyre növekvő fontosságú épületgépészeti szakma érdekeit, segítse a kiegyensúlyozott szakmai kapcsolatok ki-

alakítását, támogassa a szakmai utánpótlásképzést, valamint erősítse a szakma külső kapcsolatrendszerét. A négy szakmai szervezet és a köztestület összefogását kezdeményezők nevében Gyurkovics Zoltán, az Épületgépészeti Tagozat elnöke hangsúlyozta: „A magyar épületgépészet területén az elmúlt évtizedekben gyakran volt tapasztalható a szakmán belüli párbeszéd hiánya, ebből következően az érdekvégyesítés nehézsége. Az utóbbi évek pozitív szakmai-közéleti változásai, az együttműködés új szándékai megteremtették annak esélyét, hogy a szakmán belüli átfogó és sokszereplős együttműködés jöjjön létre.” A fórum február 5-én alakult meg a mérnöki kamara Szerémi úti székhelyén.

## 2000 milliárdból valósulhat meg a fővárosi agglomerációs vasúti stratégia

Húsz év alatt 2000 milliárd forintos, javarészt uniós forrásból valósulna meg a budapesti agglomerációs vasúti stratégia, amely biztosítaná, hogy a térségben megduplázódjon a vasúton utazók száma, és 115 ezer emberrel kevesebben közlekedjenek gépkocsival a város központi részei felé. A véglegesítés előtt álló vasútfelvezetési stratégia céljai között szerepel, hogy minden elővárosi állomásról óránként legalább négy vonat induljon Budapestre, amelyekkel legalább három metróvonal elérhető közvetlenül, és mindezt egyetlen bérlettel vagy jeggyel lehessen igénybe venni. A koncepció legfontosabb elemei a Déli körvasút és átmenő vasúti rendszer megvalósítása, a meglévő vasúti infrastruktúra felújítása és fejlesztése, hiányzó megállók és átszállókapcsolatok megépítése, valamint a járműpark fejlesztése, továbbá a 4,5 kilométeres, a Nyugati és a Déli pályaudvar összekötő vasúti alagút megépítése.

...

### A tagozatok idén is pályázhatnak új mérnöki segédletek, útmutatók készítésére

A kamara idén is a FAP-rendszerben támogatja a tagozatok szakmai munkáját. A tagozatonként pályázható keretösszeg 2021-ben is egymillió forint. Pályázni lehet:

- eddig nem létező mérnöki segédanyag elkészítésére;
- nem közismert mérnöki eljárások, módszerek, megoldások bemutatására;
- jó eséllyel bevezethető új innovatív technológiák és/vagy mérnöki eljárások bemutatására;
- korábban elkészült FAP-pályamű indokolt felülvizsgálatára.

A feladatalapú pályázatokat a tagozatok elnöksége nyújthatja be március 22-én éjfélig. További információk a [www.mmk.hu](http://www.mmk.hu) oldalon érhetők el, vagy [Zubor András](mailto:Zubor.Andras@mmk.hu) kollégánktól kérhetők a [zubor.andras@mmk.hu](mailto:zubor.andras@mmk.hu) e-mail-címen.

A kamara aranygyűrűs mérnöke

## A Schulek

Kerültem olyan helyzetbe, hogy egy főpolgármester-helyettesnek azt kellett mondanom, én nem vagyok politikus, hogy megmondjam egy hídnak, mit kell bírnia, én mérnök vagyok, nekem a híd mondja meg, mit bír – mesélte interjúnkban **Schulek János**, a Főmterv műszaki igazgatója, a kamarai életműdíj idei kitüntetettje, akivel pályaválasztásról, Budapest közlekedési adósságairól és hivatáskeresetről beszélgettünk.

Dubniczky Miklós

– **Miért választotta a mérnöki hivatást?**

– Nyolcan voltunk testvérek, és édesanyámnak – aki a Képzőművészeti Főiskolán végzett – hihetetlen képessége volt arra, hogy a gyermekeiben felismerje, mi rejlik bennük, miben tehetségesek. Mindannyiunkban mást ismert fel, és aszerint foglalkozott velünk. Nyolcan nyolc különböző területre kerültünk, és visszatekintve mindannyian megtaláltuk a helyünket. Megadatott, hogy már öt-évesen játszhattam a Halászbástya oszlopainak apró gipszmásolataival, és anyám gyakran lerajzolt valamit, amit nekem meg kellett építeni építőkockából, vagy később ő épített valamit, és azt nekem kellett lerajzolni. Hamarabb tudtam, mi az alaprajz vagy metszet, mint hogy írni tudtam volna. Középiskolába az Ybl építésztechnikumba jártam, ami kiváló iskola volt, nagyon jó alapokat adott, köszönhetően annak, hogy tanáraink nagy része a Műegyetemről 1956 miatt kirúgott oktató volt. De az Ybl abban volt számomra a leghasznosabb, hogy hamar megtudjam, mi az építészek és a statikusok között az igazi különbség, és nem volt kérdés, hogy az Építőmérnöki Karra jelentkezem.

– **Mindig is tervező akart lenni?**

– Nem, ezt nem mondhatom, mert mindig nagyon érdekelt a szakmám gyakorlati része is. Az iskolából nézve valahogy úgy éreztem, hogy a tervezők nagyon okosak lehetnek, fehér köpenyben dolgoz-



nak, s vajon én megfelelek-e ennek. Ez a dilemma végig bennem volt, mert a technikum nagyon sok gyakorlati előnyhöz juttatott, de mi csak heti kétórányi matematikát tanultunk, s az évfolyamunkon sokan a Fazekasban végeztek, nem volt jó hozzájuk mérni magamat a differenciálegyenletek világában. De a technikum adta előnyök nagyobbak voltak a hátrányoknál. Ugyanakkor még jóval később is elgondolkoztattott, miért nem lettem inkább ács, mert ez a szakma mindig közel állt a szívemhez, persze nem a zsaluzóácsra gondoltam ilyenkor, hanem legalább egy barokk templom hagyományok alapján ácsmunkájára.

– **Máig ugyanannál a mérnökcégnél dolgozik, ahol beosztott tervezőként kezdte a pályát. Sosem vágyott máshová?**

– A diplomamunkámat a FŐMTERV-től kaptam, és ez lett később az első munkám is a cégnél. Kiváló szakemberek és nagyon jó főnökök közé kerültem a főváros tervezőcégnél, egy jó korszakban, amikor nagyon érdekes munkák folytak. Vonzott, hogy a városi tervezésnél nincsenek ismétlődő feladatok, itt minden feladat új megoldást kíván, és minden munka összetett, bonyolult, sok szakág együttműködését igényli. A vártnál mindig hamarabb jutottam előbbre és magasabbra a számléltrán, de nem ez tartott itt, hanem hogy sorozatban olyan munkákon dolgozhattam, amik a mérnökök többségének egyszer sem adatnak meg az életében. A FŐMTERV nagyon jó iskola volt mindig, ma is az, mert olyan munkákat végez, amelyek a főváros egészét érintik, fejlesztik, változtatják. Sohasem jutott eszembe, hogy elhagyjam ezt a helyet, mert jobbat, kedvezőbbet még papíron sem tudtam elképzelni.

– **Létezik olyan építőmérnök Budapesten, aki többet tudhat a főváros közlekedéstervezéséről?**

– Nálam okosabb, a szakmáját mélyebben ismerő, magasabb szinten űző mérnököt sokat ismerek. De nekem nem az volt a feladatom, hogy a legjobb statikus vagy hidász legyek – nem is voltam soha az –, hanem hogy összefogjak olyan munkákat, ahol együtt



dolgozik tíz-húsz szakág, és az együttes munkából a legjobb eredmény jöjjön ki. Azért, hogy ez létrejöhessen, bele kellett szólnom olyan területbe is, ami nem az én szakmám, de így lehetett megoldást vagy jó kompromisszumot találni az összetett tervezési feladatokban. Kevesen vannak, akik szeretnek vagy egyáltalán képesek nagy munkákat összefogni, inkább a szakmai tudásuk mélyítése és nem a szélesítése vonzza őket. Én nem ezt az utat jártam, ezért valóban nagy rálátásom alakult ki a főváros közlekedésének, közműveinek, hídjainak, metróinak világában.

**– Valójában kik formálják inkább a város arculatát, az építőmérnökök, az építészek vagy a politikusok?**

– Ha végigmegyünk a Duna-part bármelyik oldalán, látunk építőmérnökök által tervezett csodálatos rakpartokat, hidakat, de látunk csodálatos épületeket, templomokat is, és ezek együtt alkotják azt a képet, ami a mai napig ámulatba ejt, ha például a Margit híd közepéről dél felé nézek. Nem lehet előbbre helyezni az egyik szakmát a másiknál. Persze jól tudjuk, hogy az építészek jobban adják el magukat, mert művészek, csillogóbbak, jobban reklámozzák magukat. A mérnökök csendesebbek, szorgolóbbak, és nemcsak létrehozzák műveiket, hanem működtetik is azokat. A mérnökökre nem jellemző, hogy azt mondanák, ezt a hidat, utat vagy metróút én terveztem, mert jól tudják, hogy azt harmincan vagy akár százötvenen terveztek. Az építészek szeretik azt mondani, hogy ezt vagy azt az épületet én terveztem, pedig azt is harmincan terveztek. A politikusok nem becsülik a mérnöki szakmákat, nem veszik figyelembe a mérnöktársadalom véleményét, és nem használják ki azt a hatalmas tudást, ami a szakmagyakorlóinkban együtt van, s ez nagyon sokszor rossz eredményre vezet. Kerültem olyan helyzetbe, hogy egy főpolgármester-helyettesnek azt kellett mondanom, én nem vagyok politikus, hogy megmondjam egy hídnak, mit kell bírnia, én mérnök vagyok, nekem a híd mondja meg, mit bír.

**– Melyek ennek a városnak a legégetőbb közlekedési adósságai?**

– A közlekedés mindenkit érint, olyan, mint a foci, vagyis mindenki azt hiszi, ért is hozzá. Ez azonban nem olyan egyszerű, mert egy hatalmas szövegmű, amihez részeiben nem lehet és nem érdemes hozzányúlni, hanem csak teljes egységében lehet kezelni. Hosszú lenne a hiányok felsorolása, de talán néhányat ki lehet ragadni. A történelmi fejlődés révén gyűrűs-sugaras rendszer alakult ki, azonban a sugarak fejlettsége mellett a gyűrűk elmaradtak, ezért minden a középső részre koncentrálódik. A majd 30 km-es fővárosi Duna-szakasz közepén 8 km-en van minden hidunk, és északon 7 km-en, míg délen 15 km-en nincs híd a városhatári M0-hidakig. Minden metrónk rövidebb az eredetileg tervezettnél, és messze vannak attól, hogy elérjék a városhatárt. A közösségi közlekedés folyamatosan vesztesre áll az egyéni autós közlekedéssel szemben. A város lakosainak száma inkább csökken, de a forgalma folyamatosan nő, mert egyre többen és egyre távolabbról járnak be naponta a városba.

**– Mire a legbüszkébb?**

– A válasz egyrészt könnyű, mert természetesen öt gyermekemre és az eddigi tizenhárom unokámra, de biztosan nem erre gondolt a kérdéssel. Nem tudok rangsorolni, mert vannak nagy dolgok, amiknek a tervezését vezethettem, és vannak egészen apró dol-

gok, amikre legalább olyan büszke vagyok. A legnagyobbat emelem ki, a 4. metróvonalunkat: 25 év harc volt az életemben azért, hogy legalább az első szakasza megépüljön. Nem a FŐMTERV tervezte korábban a metrókat, és ahhoz, hogy a tervezést mi készíthettük, sok közöm volt, erre mindenképp büszke vagyok. Folyamatosan meg nem értés, támadás érte a tervezést, majd az építést, s csak az egyértelmű és biztos szakmai hitünk vitt tovább ebben a közegben. A mű végül elkészült, a viták elcsendesedtek, mert hibátlanul tölti be a szerepét, még így, csonkán is. Számos szakmai díjat nyert, és a nagyvilágban komoly elismeréseket kapott. A városlakók megszerették, forgalma folyamatosan nő, a közlekedés sokat javult általa. Büszke vagyok arra, hogy ebben fontos szerepet tölthettem be. De mondhatok apró példát is. A Nagykörút tervezése kapcsán a kivitelezési kooperáción egy A4-es papírra firkáltam le annak a gömbsüveg tereleőelemnek a rajzát, ami arra hivatott, hogy megakadályozza az autók belégását a villamos pályájába, gátolva a villamosok haladását. Ebből az A4-es skiccből azóta több százezer elem készült, s találkozom vele számos településünkön, számtalan felhasználási formában.

**– Ha mérlegre teszi az elmúlt csaknem öt évtizedes építőmérnöki pályafutását, van olyan, amit másképp csinálna?**

– Szerintem nem lennék jó mérnök, ha azt válaszolnám, semmit sem változtatnék, sőt azt mondom szívesebben, hogy mindent másképp csinálnék. A világ gyorsan változik, már több olyan mű is van, amihez közöm volt a tervezésekor, de már el is bontották, és más épült helyette. Mindig lehet finomítani, mindig lehet egy kicsit javítani, de azt ki merem mondani, hogy hibásat vagy netán szégyellnivalót nem követtem el.

**– Min dolgozik jelenleg?**

– Nemrég fejeztem be sok kollégámmal együtt az M3 metróvonal északi, Káposztásmegyerieg tartó meghosszabbításának engedélyezési tervét, ami már engedélyt is kapott, de most két ennél is sokkal nagyobb munkában tevékenykedhetem. Az egyik a csepeli és a ráckevei HÉV Kálvin térig tartó bevezetése: megbízásunk egészen a kiviteli tervezésig tart, tanulmánytervi szinten pedig a szentendrei HÉV-vel való összekötésig. A másik pedig ennél is nagyobb munka, egy régi mérnöki álom megvalósítása, a főváros vasúti átjárhatóságának javítása, ami sok más mellett a Déli és a Nyugati pályaudvarok összekötését jelenti a Duna alatti alagúttal. Most elsősorban ennek az alagúti szakasznak a tervein dolgozom, természetesen sok más kollégámmal együtt.

**– Mit jelent önnek a kamara aranygyűrűje?**

– Elsősorban hatalmas megtiszteltetést, de emellett sok minden mást is. Azt, hogy mit tettem az életemben, jól tudom, és ez mindig jó érzéssel töltött el, de hogy ezt mások is észreveszik és elismerik, az különösen nagy öröm. Én kapom az aranygyűrűt, de szemem előtt sorjáznak azok a kollégák, akiknek ezt köszönhetem, akik előttem törték az utat, akikről sokat tanultam, akik a kezembe adták a marsallbotot, és utat nyitottak előttem, akikkel együtt toltuk a szekeret és megvalósították az elképzeléseimet, akik tussal kihúzták a ceruzás rajzaimat, vagy gépelték az írásomat. Közösen kaptuk ezt a díjat. Az elismerés persze számvetést is jelent, az eddigiekről és az előttem állókról egyaránt, de azt semmiképp sem szeretném, hogy ennek búcsúbeszédje legyen.

## MEGYEI KAMARÁK HÍREI

### Budapest és Pest

## Új tudományos fokozat várható az épületgépészetben



A hő- és levegőminőségi komfort elemzése címmel nyújtotta be MTA-doktori disszertációját dr. habil Kajtár László. A három bíráló prof. dr. Zöld András, prof. dr. Bobok Elemér és prof. dr. Kistelegdi István volt. A nyilvános vitára február 16-án került sor. A disszertáció a hőkomfort Fanger-modelljének alkalmazását elemezte hazai környezetben. Korábbi német és koreai kutatók méréseik alapján azt állapították meg, hogy a hősemlegesség nem  $PMV=0$  mellett jelentkezik. Kajtár László hazai helyszíni mérések és elméleti vizsgálatok alapján megállapította, hogy hazai környezetben a hősemlegesség helyzete nem módosul, illetve a hidegérzetre nagyobb az érzékenység. Belsőlevegő-minőség témakörben laboratóriumi méréseket végzett, kutatási eredményei alapján meghatározta a Fanger- és a Hedonic-skálák kapcsolatát. Mindkét következtetés a bizottság döntése alapján új tudományos eredményként kezelendő. A bizottság prof. dr. Reményi Károly akadémikus vezetésével 90%-ra értékelté a kutatómunkát. Így a Magyar Tudományos Akadémia illetékes döntéshozó testületei várhatóan támogatni fogják a fokozat odaítélését. Az épületgépészet tudományterületen dr. Bánhidi László és dr. Zöld András professzorok rendelkeztek hosszú évtizedek óta akadémiai fokozattal, az elmúlt évben dr. Kalmár Ferenc (Debreceni Tudományegyetem) szerzett fokozatot.

## Online rendezvény a települési utak szabályozásáról

Sokak érdeklődését felkeltő rendezvényre invitáltak a *Közös Dolgunk – beszélgetések a szakmáról* programsorozat szervezői, a MAÚT, az MMK Közlekedési Tagozata, a BPMK és a KTE Közlekedésépítési Tagozata. A február 16-án online megtartott workshop a települési utak tervezésének ütügyi műszaki szabályozási kérdéseivel foglalkozott, a közvetítésbe csaknem négyszáz mérnök kapcsolódott be.

Nyíri Szabolcs MAÚT-elnök bevezető gondolatai között hangsúlyosan szerepelt, hogy az ütügyi műszaki előírások alkalmazása már most is *lényegében kötelező* a nem országos úthálózat útjain is, kiemelten a települési utakon, és ez a jövőben minden kétsé-

get kizáróan teljes körűvé válik. Ezért alapvető fontosságú, hogy a települési utakra és a közúti közlekedési területekre is vonatkozó előírások műszaki részletei életszerű, észszerű, a realitásokhoz illeszkedő műszaki és logikai alapszemléletű, megvalósítható szabályokat tartalmazzanak.

Ercsényi Balázs irányító tervező (Főmterv) az élhető város – mint alapkoncepció – számára megfelelő „világlátású” műszaki előírások jelentőségét hangsúlyozta, négy kiemelt budapesti helyszínen példáján bemutatva a települési és a külterületi tervezés szükségyszerűen eltérő logikáját, a meglévő adottságok prioritási különbségeit. Előadásában elhangzott egy mottóként is felfogható üzenet: „A belterület sokkal inkább a kompromisszumok művészetete, mint jól leírt szabályok betartása.” Erneyi Balázs, a Főmterv Zrt. főmérnöke előadásában olyan jellemzően előforduló helyzeteket mutatott be, amelyek különbözőképpen jelennek meg a külterületi és a belterületi utak esetében, míg Szloszjár György, a Garten Stúdió Kft. ügyvezetője a klímabarát közterületi tervezés legújabb tendenciáiról, törekvéseiről és azok gyakorlati alkalmazásairól osztotta meg tapasztalatait.



Tárczy Lászlótól, a Reformút Kft. műszaki igazgatójától a biztonságos közlekedés szempontjai szerinti városi kialakításra vonatkozóan láthattunk újszerű és hasznos példákat, elsősorban a frankofón területekről. Külön figyelmet fordított a városi útkezesztszettek tudatosan átgondolt újrafelosztásának kérdéskörére, a védtelen közlekedők igényei és az alternatív járművek megjelenésének figyelembevételével. Stockholmi példát mutatott be a műemléki városközpontban – a túlszabályozottság ellenpólusaként – a táblaerdő megszüntetésére. Keresztes László, a MAÚT tervezési bizottságának vezetője arról beszélt, hogy máshol vannak a súlypontok a külterületen és a belterületen: míg külterületen adott a műszaki megoldás és ehhez kell megszerezni a helyet, belterületen a hely az adott és oda kell beprézelni a műszaki megoldást. A tendenciák azt mutatják, hogy a jövőben felértékelődnek a belterületek, mert míg 1900-ban még csak az emberiség 20%-a lakott városias környezetben, addig 2050-re ez a szám várhatóan 70% lesz. Rámutatott: a szabályozásban a közösen érvényes, illetve a külön szabályozott kérdések megfelelő elválasztásának több lehetséges módja van, de lényeges elem, hogy a leginkább egységes, leginkább áttekinthető előírásrendszer alakuljon ki. Lázár Lajos, a Budapest Közút Zrt. osztályvezetője ismertette a társaság térinformatikai platformját, a KAPU (Közúti Adatok Publikációja), illetve a KARESZ (Közúti Adatgyűjtő Rendszer) megoldásait.

Thoroczkay Zsolt, az ITM főosztályvezetője kiemelte: az ütügyi műszaki előírások folyamatosan formálódó rendszerének alkal-



masnak kell lennie valamennyi úttervezési feladat megfelelő, a helyi sajátosságokat, adottságokat, realitásokat figyelembe vevő megoldására, akár külterületen, akár települési körülmények között. Az üti mészaki előírások rugalmas lehetőséget kell, hogy hagyjanak a szükségszerűen korlátozott városi területek funkcionális újrafelosztására is, biztosítva a megfelelő szintű közösségi részvételt. Egy találó megjegyzése szerint az emberek egyszerre szeretnének városi körülmények nyújtotta kényelmet és madár-csicsergést is. A *Közös dolgaink* program szereplői felhívták a rendezvény hallgatóit arra, hogy a MAÚT és a Magyar Közút honlapján véleményezésre közreadott előírásokhoz tett javító szándékú észrevételeikkel segítsék az üti mészaki előírások minél tökéletesebb megalkotását.

Részletes beszámoló a [www.bpmk.hu](http://www.bpmk.hu) oldalon olvasható.

## Építők Napja

A szervezőbizottság február 8-i döntése értelmében idén is megtartják a nagy sikerű rendezvényt, az Építők Napját. A korábbi évekhez hasonlóan az ünnepi megemlékezésen adják át a miniszteri elismeréseket és a szakmai szervezetek által alapított díjakat is. A rendezvényvel kapcsolatos részletek hamarosan elérhetőek lesznek a [www.bpmk.hu](http://www.bpmk.hu) weboldalon.

## Projektindító megbeszélés

Projektindító megbeszélést tartott a BPMK közreműködésével egy megújuló energiára épülő kórházprojektet megvalósító vállalkozás. A projekt lényege az Ősagárdon megvalósuló magánkórház, amelynek energiaellátását a helyi mezőgazdasági üzemre épülő biogáz-, biomassza-erőmű látná el a tervek szerint, így az innovatív energiatermelés és hasznosítás mellett a kistérségen belül állandó, magas szintű foglalkoztatás is megvalósulna. A projekt finanszírozására állami források igénybevétele is tervezik a beruházók.

## Az energiahatékonysági irányelv felülvizsgálata

Az ITM dekarbonizációs fősztályától kapott kérdésekre szakmai véleményt fogalmazott meg a BPMK. Az energiahatékonysági irányelv felülvizsgálatának aktualitását az EU 2030-as klímavédelmi céljának növelése adta, mely szerint a szén-dioxid-emisszió csökkentését 40%-ról 55%-os szintre kell emelni, ehhez azonban tovább kell csökkenteni az energiafelhasználást. A Green Deal folyamat része az energiahatékonysági irányelv felülvizsgálata, amelynek során júniusban megalapozott stratégiai javaslatokat, az intézkedési tervek mögötti modellszámításokat és finanszírozási tervet kell prezentálni a Bizottságnak. Az energetikai kérdéseket érintő átfogó szakmai összefoglalónkat február 16-án megküldtük az ITM részére.

## „Csongrád-Csanád / „Mérnöként te is lehetsz világhírű!”

140 éve született Galamb József, ebből az alkalomból megkoszorúzták az emléktábláját, felavatták a Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar lépcsőházában a róla szóló tablót, átadták a tisztele-

tére alapított Galamb József-díjat, és megemlékeztek a világhírű Ford T-modell főkonstruktőréről.

Galamb József a Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Karának Mars téri épületében tanult három éven át az akkori Fémipari Szakiskolában. Medgyesi Pál, a CSMMK tiszteletbeli elnöke javaslatára az SZTE Mérnöki Kar és a Csongrád-Csanád Megyei Mérnöki Kamara megalapította a Galamb József-díjat, mellyel minden évben egy tehetséges mérnök hallgatót támogatnak 200 ezer forinttal. „A Galamb József-díj megalapításával az alapító szervezetek egyrészt a kiemelkedő konstruktőr iránti megbecsülésüket kívánják kifejezni, másrészt ösztönözni szeretnék a mészaki képzési területen tanulmányokat folytató hallgatókat jövőbe mutató, innovatív mészaki megoldások kidolgozására, példaként állítva eléjük az egykor a kar épületének lépcsőit koptató elődöt.” Az idei évben Szucsán Tamás, a Mérnöki Kar mechatronikai mérnök szakos hallgatója nyerte el a díjat. A fiatal mérnök olyan kameraalapú robotot tervezett, amely alkalmas egy eldobott tárgy elkapására. Ez az innovatív ötlet növelheti a gyártási folyamatok hatékonyságát és biztonságát. Az ünnepségen dr. Bíró István, a SZTE Mérnöki Kar dékánja, Bodor Dezső, a Csongrád-Csanád Megyei Mérnöki Kamara elnöke, dr. Halmágyi Pál, a makói József Attila Múzeum nyugalmazott igazgatója, dr. Dehelán Aurélia, Medgyesi Pál özevgye és Szilágyi László, a Maros-parti Veterán Autós és Motoros Közhasznú Egyesület vezetője megkoszorúzták a kar Mars téri épületének homlokzatán lévő emléktáblát. Dr. Bíró István elmondta, hogy a Mérnöki Kar jövőre ünnepli 60. évfordulóját, ám Galamb Józsefnek köszönhetően mintha már 140 évre tekintene vissza. A kar épületének lépcsőfordulójában felavattak egy tablót, amely Galamb Józsefre emlékeztet, ösztönözve a hallgatókat, hogy „Mérnöként te is lehetsz világhírű!”.



Bodor Dezső, a kamara elnöke felidézte Galamb József szegedi gondolatait, amikor elhatározta, hogy autót szeretne alkotni, majd addig küzdött, míg ezt meg is tudta valósítani. „Kívánom, hogy az oktatók olyan kiválóan oktassanak, ahogy Galamb Józsefet oktatták ebben az épületben, a hallgatók pedig olyan kiválóak legyenek, mint Galamb József volt” – mondta az elnök. A program zárásaként Halmágyi Pál idézte fel Galamb József életútját.

Bodor Dezső, Halmágyi Pál, dr. Bíró István

## ■ SZAKMAI TAGOZATOK HÍREI

### „Energetikai Tagozat / Küldöttgyűlés

A tagozat következő küldöttgyűlését május 11-én, kedden, 16 órától tartjuk online platformon, Microsoft Teams alkalmazás segítségével. Az ülésen adjuk át a tagozatunk Ronkay Ferenc és Bü-

ki Gergely-díjait is. A végleges napirendi programot és a technikai információkat hamarosan a tagozat honlapján tesszük közzé, és körlevél formájában is eljuttatjuk a küldötteinkhez, akiknek a részvételére feltétlenül számítunk.

## Épületgépészeti Tagozat

### OMÉN-felhívás

A koronavírus-járvány miatt kialakult vészhelyzetre tekintettel el kellett halasztani az Épületgépész Bált, amelyen átadtuk volna az épületgépész-szakma díjait. Kihirdettük a MMK Épületgépészeti Tagozata és a szakmai szervezetek díjainak nyerteseit, és azt terveztük, hogy a díjak átadását 2021 első felében, nyugodt, biztonságos környezetben valósíthatjuk meg. Jelen pillanatban sem látható azonban a rendezvény tavaszi, ünnepélyes keretek között történő megrendezésének lehetősége. Ezért a szervezőbizottság úgy döntött, hogy a 2020-as épületgépész-szakmai díjak átadását a 2021-es, november végi Épületgépész Bálra halasztja, hiszen a résztvevők egészsége a legfontosabb számunkra is. Így ezen a rendezvényen két díjátadásra kerül sor. Bízunk abban, hogy november 26-án végre már biztonságos körülmények között találkozhatunk. A 2020-as díjátadó rendezvény már befizetett szponzori támogatásai természetesen érvényesek lesznek a 2021-es Épületgépész Bálra is.

Várjuk a további támogatói jelentkezéseket! A szervezéssel kapcsolatos legfontosabb információkat továbbra is a [www.talalkozunk.hu](http://www.talalkozunk.hu) honlapunkon követhetik.

*Gyurkovics Zoltán, az MMK Épületgépészeti Tagozat elnöke,  
az OMÉN koordinálóbizottságának elnöke*

*Király Tamás, a Magyar Épületgépészeti Koordinációs Szövetség elnökségi tagja, az Épületgépész Bál szervezőbizottságának elnöke*

## Hírközlési és Informatikai Tagozat

### Eredményes tervezői kurzus

A BPMK és az MMK Hírközlési és Informatikai Tagozata – az NMHH támogatásával – 2020-ban intenzív tervezői kurzust indított a vezető elektronikus hírközlési hálózatok tervezőinek felkészítésére. A kurzus célja szakmai gyakorlati képzés nyújtása volt fiatal mérnökök és továbbképzést igénylő gyakorló mérnökök számára. A képzés tematikáját úgy állítottuk össze, hogy pótolja a felsőfokú oktatásban hiányzó információkat, és tegye lehetővé valamennyi gyakorlat megszerzését is. A kurzus anyagának megértését, elsajátítását, gyakorlati alkalmazását egy-egy tervezési feladat elkészítésével és a kapcsolódó szóbeli vizsgával igazolták a hallgatók.

A képzésen 28 hallgató vett részt, 100 kontaktórás oktatásban, 2020. szeptember 11. és november 6. között, a vírushelyzet miatt gyorsított formában. A nagy érdeklődésre tekintettel a következő évben megismételjük a kurzust, viszont a részvételhez előzetes AutoCAD-használati ismeret szükséges.

## Közlekedési Tagozat

### Csány László-díj – felhívás javaslatra

A tagozat az 1849. évi független magyar kormány közlekedési minisztere és a szabadságharc önkéntes mártírja tiszteletére és em-

lékére Csány László-díjat alapított. E kitüntetést az MMK Közlekedési Tagozata azoknak a mérnököknek adja, akik Csány László igényes erkölcsi, etikai normáinak megfelelő szellemben élnek és dolgoznak, valamint kiemelkedő alkotói tevékenységet fejtettek ki a közlekedésépítés szakterületén tervezőként vagy építőként, alkotói tevékenységükön túl a közlekedés területén működő mérnökök képzésével, társadalmi, illetve tudományos tevékenységükkel a mérnöki alkotómunkát jelentősen elősegítették, növelték a magyar mérnökök nemzetközi elismertségét.

A kitüntetett személyre javaslatot tehet a Közlekedési Tagozat elnöksége, bármely szakosztálya, területi szakcsoportja, vagy a tagozat legalább öt tagja együttesen. A javaslatot felterjesztőknek megfelelő indoklással, eredeti aláírással ellátott, nyomtatott dokumentumként, valamint elektronikus levélként pdf-formátumban kell eljuttatniuk **április 16-ig** a kuratórium elnökének: *Kiss Károly*, FŐMTERV, 1024 Budapest, Lövház utca 37., illetve [kiss.karoly@fomterv.hu](mailto:kiss.karoly@fomterv.hu), „Csány László-díj - javaslat” tárgymegjelöléssel.

A díj odaítélésére tett javaslatnak tartalmaznia kell a javasolt személy adatait (név, kamarai azonosító), szakmai tevékenységét méltató életrajzot, a kitüntetésre okot adó körülmény vagy alkotás leírását, a javaslat indoklását, az ajánló személyek adatait (név, kamarai azonosító). A kitüntetésre beérkezett javaslatokat a Csány László-díj kuratóriuma értékeli, majd titkos szavazással dönt a kitüntetés(ek) odaítéléséről. Nem kaphatnak Csány László-díjat a kuratórium tagjai mandátumuk lejártáig.

A díj átadására a tagozat küldöttgyűlésén kerül sor, melynek tervezett időpontja 2021. június eleje. A hatályos díjszabályzat és a korábbi díjazottak névsora a tagozat honlapján megtekinthető: <http://www.fomterv.hu/mmk/?q=csany-laszlo-dij>.

*A Csány László-díj kuratóriuma*

## Vizgazdálkodási és Vízépítési Tagozat

### Jelöltállítási felhívás

A tagozat elnöksége úgy határozott, hogy az esedékes tisztújító taggyűlést június 4-re (péntek) hívja össze. A taggyűlés feladatai: az elnökség elmúlt négyévi tevékenységének megvitatása, illetve jóváhagyása, a tagozati tisztségviselők megválasztása a 2021-2025 ciklusra. A taggyűlés részletes meghívóját a későbbiekben teszi közzé az elnökség. Az elnökség által létrehozott választási jelölőbizottság feladata, hogy az új tisztségviselők (1 elnök, 2 al-elnök, 10 elnökségi tag, 12 szakértői testületi tag) megválasztásához a tagság lehető legszélesebb köréből kapjon jelöléseket. Ennek érdekében kérjük területi szakcsoportjainkat és tagságunkat a jelöltállításra az elnök, az al-elnökök, az elnökségi tagok, illetve a szakértői testület tagjainak személyére vonatkozóan.

A jelölést április 30-ig lehet megtenni a következő e-mail-címen: [mmkvvt2021@gmail.com](mailto:mmkvvt2021@gmail.com). A területi szakcsoportok a választási jelölőbizottság tagjainál közvetlenül is jelölhetnek, elektronikus levélben. A választási jelölőbizottság tagjai: *Abonyi Csaba, Bózári József, Nádor István, Palotásné Kővári Terézia, Raum László*. A jelölésben a következőket kérjük megadni: a jelölt személy nevét és elérhetőségét, a jelölt nevét és elérhetőségét, milyen pozíció betöltésére jelölik.

*Novák Gyula tagozati elnök, Nádor István, a tagozati választási jelölőbizottság elnöke*



# KÖZEL NULLA – KICSIT MESSZEBB

2020. december 29-én, 30-ai hatállyal megint módosult a – lassan patchwork jellegű – épületenergetikai szabályozás (701/2020. Korm. rendelet, 57/2020. ITM rendelet). Ennek értelmében az új épületek esetén a közel nulla követelményt csak 2021. július 1-től kell betartani.

Mint ismert, 2019. január 1-től a hatósági épületekre már a közel zéró szén-dioxid-kibocsátási modellt (ezt szokták kicsit leegyszerűsítve közel zéró energiafelhasználásnak nevezni) kell betartani. A számtalan alkalommal változtatott rendelet 2019. november 28-án is kapott egy (hibajavító) módosítást. Korábban ugyanis a szoláris nyereséget duplán lehetett figyelembe venni: egyszer az épület energiaigényének csökkentésére, egyszer pedig a megújuló részarányba is beszámítható volt. A hibajavítást úgy oldották meg, hogy a szoláris nyereséget a megújuló részarányánál nem lehet figyelembe venni. Ez azzal a következménnyel járt, hogy aki a benapozást figyelembe vette a szabály szerint, annak a megújuló részarányt lehet, hogy meg kell növelnie, mert már esetleg nem éri el a kötelező 25%-os arányt. De ma már nincs okunk a kapkodásra, ugyanis tavaly december végén megint csak változtattak a szabályozókon.

Több mint öt éve lehetett tudni, hogy a közel nulla előírások minden épületre érvényesek lesznek ez év január 1-től. És ugyan szerencsétlen volt, hogy nem a megszokott módon, az engedélyezési eljárás keretében ellenőrzik az épületenergetikai megfelelést, hanem kimeneti szabályozásként, a kész épületet fogják vizsgálni, de idő is volt a felkészülésre, és épp elegendő is szóltunk ez ügyben. Mégis, úgy látszik, túl sok projekt esetében nem lehetett (nem akarták?) ezt betartani, ezért haladékat kellett adni. Igazából csak az nem világos, hogy ha 2019-ben a hatósági épületekre be lehetett vezetni a közel nullát, akkor a többi épületre két évvel később miért kellett még egy fél év haladékat adni?

Igaz, az elmúlt évek munkaerőhiánya sem tett jót a kivitelezési határidők betartásának, vagyis a tervezett átadási időpont csúszásával sokan kerülhettek nehéz helyzetbe. De a felelős tervezők, kivitelezők, akik a tulajdonosok, bérleti érdekeiket is figyelembe veszik, nem úgy gondolkodnak, hogy gyorsan, kapuzás előtt még préseljük ki a gyengébb műszaki tartalmú épületet, ami aztán az új szabályozás hatálya alá lépésével rohamosan veszít az értékből, mint egy új autót, ahogy kihajtunk a kereskedő telepéről.



A módosítás csak az új építésű épületeket érinti, a felújításoknál nincs változás. Van viszont a megújuló részarány tekintetében, és ez mindenképpen üdvözlendő. Abban az esetben, ha a kötelező megújuló energia részarány teljesítése nem lehetséges vagy nem gazdaságos, a minimális megújuló energiára vonatkozó követelmény megnövelt energiahatékonysággal is teljesíthető. Ez azt jelenti, hogy lakó és szállás jellegű épületek esetében az összesített energetikai jellemző (világítási energiaigény nélkül) nem haladhatja meg a 76 kWh/m<sup>2</sup> év értéket. Iroda és legfeljebb 1000 m<sup>2</sup> hasznos alapterületű helyiséget magukba foglaló kereskedelmi épületek esetében (világítási energiaigény is beleértve) ez

68, míg oktatási épületek és előadótermet, kiállítótermet jellemzően magukba foglaló épületeknél ugyancsak a világítással együtt 65 kWh/m<sup>2</sup> év a határ. Hűtés alkalmazása esetén mindhárom érték 10 kWh/m<sup>2</sup> év-el növelhető. Ezek tehát a mostani szabályok, de az elkövetkező években vélhetőleg további változásokra is számíthatunk kell.

**AUSTROTHERM**  
Hőszigetelés

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

Beszélgetés Ursula von der Leyennel, az Európai Bizottság elnökével

# Az új európai Bauhaus

Az Európai Bizottság elnöke a közelmúltban mutatta be az új európai környezetvédelmi, gazdasági és kulturális projektet, a Bauhaus programot. Kulcsszavai a tervezés, a fenntarthatóság és a beruházás, valamint az európai zöld megállapodás (Green Deal) megvalósítása, és a zöld átállást kísérő esztétikai megközelítés kialakítása.



Rozsnyai Gábor

– Új globális kihívásokkal nézünk szembe: éghajlatváltozás, környezetszennyezés, digitalizáció, és egy olyan demográfiai robbanás, amelynek eredményeképpen a világ népessége akár tízmilliárd emberre is növekedhet a század közepére. Mindez nem választható el a korlátlanul gondolt gazdasági növekedéstől, amely bolygónk korlátozott természeti erőforrásainak rovására valósul meg. Jelenleg az épületek és az emberi infrastruktúrák felelősek az üvegházhatást okozó gázok teljes kibocsátásának legalább negyven százalékáért. A modern konstrukciók nagyrészt cemen-ten és acélon alapulnak; mindkettő létrehozásához hatalmas mennyiségű energiára van szükség, és akkor még nem beszéltünk a szén-dioxid-kibocsátásról. Minden jel arra mutat, hogy újra kell terveznünk az életünket, és ebben Európának vezető szerepet kell játszania. Ezért tettük prioritássá az európai Green Dealt, hiszen





Kísérleteznünk kell,  
és gyakorlati válaszokat  
adni arra a kérdésre,  
milyen lehet a természet-  
tel összhangban lévő  
modern európai élet.

ez számos új lehetőséget jelent, és jelentheti az új növekedési stratégiánkat. A fő cél az, hogy Európa legyen az első éghajlatsemleges kontinens 2050-re. Ám ehhez többre lesz szükségünk, mint a kibocsátás csökkentése. Olyan körkörös, megújuló energiával működő gazdasági modellt kell kiépítenünk, amely visszaadja a bolygónak azt, amit elveszünk tőle. Azt akarom, hogy a Green Deal több legyen, mint egy környezetvédelmi vagy gazdasági projekt; kulturális értelemben is lábra kell állnia.

#### – És itt jön a képbe az új Bauhaus?

– Minden mozgalomnak megvan a saját külső képe és az ehhez kapcsolódó érzésvilága. Ezért indítunk egy új európai Bauhaus-mozgalmat – ötvözve a dizájnt és a fenntarthatóságot –, létrehozva egy olyan virtuális teret, ahol az építészek, művészek, egyetemi hallgatók, tudósok, mérnökök és tervezők együtt alakítják a jövőt. Az új európai Bauhaus a Green Deal hajtóereje lesz, attraktív, innovatív és emberközpontú. Az új európai Bauhausnak ki kell használnia századunk másik forradalmi megatrendjét is. A digitalizáció egyre inkább megváltoztatja gondolkodásunkat és cselekvésünket. A jövőben a házaink és a településeink jobban működnek majd a „digitális ikertestvéreinknek” köszönhetően. A számítógépes szimulációk lehetővé teszik az erőforrások hatékonyság növelését, az újrafelhasználhatóságra, a környezetre és a helyi éghajlatra gyakorolt hatások figyelem-

bevételét. A cél az élhettebb városok éghajlatsemleges megvalósítása. Mint ahogyan a történelmi Bauhaus-mozgalom esetében, az új Bauhaus célja sem csupán egy új technológiákat alkalmazó építészeti iskola megteremtése, sokkal inkább egy híd létrehozása a művészet és a kultúra világába, korunk társadalmi kihívásai felé. A régi Bauhaus bebizonyította, hogy az ipar és a jó dizájn együttesen emberek millióinak mindennapjait teheti jobbá. Azt szeretném, ha az új európai Bauhaus kreatív és interdiszciplináris mozgalmat indítana, amely az esztétikai és a funkcionális szabványokat egyaránt fejleszti – szinkronban a legmodernebb technológiával, a környezettel és az éghajlattal. Ha sikerül kombinálni a fenntarthatóságot a jó dizájnnal, akkor az európai Green Deal lendületet kap – még az EU határain túl is. Sikerünk kell a vitát új építési módszerek és tervezési formák létrehozása érdekében. Kísérleteznünk kell, és gyakorlati válaszokat adni arra a társadalmi kérdésre, milyen is lehet a természettel összhangban lévő modern európai élet. Mindez segíthet bennünket abban, hogy a XXI. század szebb és emberségesebb legyen.

#### – A történelmi Bauhaus évtizedeken átívelő, progresszív szellemi program volt. Az új Bauhaus programot is hasonló ambíciókkal indítják?

– A Bauhaus-mozgalom száz évvel ezelőtt megmutatta, mennyi innovatív megoldás született a művészet, az ipari formatervezés és a társadalom legjobb gondolatainak egyesítéséből. Az új európai Bauhaus célja, hogy interdiszciplináris módon egyesítse a dizájnt és a fenntarthatóságot az európai Green Deal megvalósítása érdekében. Reméljük, hogy tartós mozgalommá fejlődik, és pozitív változást generálhat az európaiak életében. Emlékeztetőül: a Green Deal, az európai zöld megállapodás egyike az Európai Bizottság 2019–2024-es periódusra vonatkozó fő prioritásainak. Célja az első klímasegélyes kontinens

## A BAUHAUS

A Bauhaus-mozgalmat Walter Gropius és barátai alapították 1919-ben Weimarban, és szándékuk szerint elsősorban építéssel, művészettel és formatervezéssel foglalkoztak. A szellemi iskola gyorsan nemzetközi mozgalommá vált, olyan nevek fémjelzték, mint Paul Klee, Vaszilij Kandinszkij, Ludwig Mies van der Rohe, és büszkeséggel említhetjük a magyar Moholy-Nagy Lászlót és Breuer Marcellt. Kreatív gondolkodásuk a bútorokon és a városképen keresztül az egész világra hatással volt, szellemiségük a mai napig érzeteti hatását. A Bauhaus ötvözte a művészetet és a praktikumot, ötletes avantgárdja segítette a társadalmi és gazdasági átmenetet az XX. század ipari társadalmába.

megteremtése, annak módja, hogy miként tehetjük fenntarthatóvá Európa gazdaságát. Ez csak akkor fog sikerülni, ha az éghajlati és környezeti kihívásokat lehetőségként kezeljük minden szakpolitikai területen, illetve ha gondoskodunk róla, hogy a gazdasági áttérés mindenkivel szemben igazságos legyen, azaz ne legyenek vesztesei a folyamatnak.

#### – Mit jelent a gyakorlatban az, hogy „Kísérleteznünk kell, és gyakorlati válaszokat adni arra a társadalmi kérdésre, milyen lehet a természettel összhangban lévő modern európai élet”?

– Az új európai Bauhaus víziója az, hogy emberközpontú, és pozitív, kézzelfogható tapasztalatok révén segíti elő a Green Deal megvalósítását. A három dimenziót – a fenntarthatóságot (beleértve a körkörös gazdaság gondolatát), az élmények minőségét (ideértve a külső megjelenést, az esztétikát) és a befogadást (beleértve a megfizethetőséget és az elérhetőséget is) – integráló mozgalom elősegítheti ennek a jövőképek az életre keltését. Az új európai Bauhaus különböző módszerekkel kísérletezik a lakóhelyek újratervezésével kapcsolatban; a cél az együttélés új formáinak létrehozása a képzetelben és a kreativitásban rejlő erők kiaknázásával. Az új európai Bauhausnak olyasfajta kreativitásra van szüksége, amely megfizethető, befogadható és vonzó megoldásokat talál az éghajlati kihívások kezelésére.

Az innováció összekapcsolása az emberi tényezővel és a bolygóközpontú gondolatokkal mindenkinek javíthatja az életminőségét. ”

**– Mi teszi az új Bauhaust többé, mint egy haladó szellemű építészeti/mérnöki iskola, amely ötvözi a fenntarthatóságot és az intelligens dizájnt az új technológiákkal, technikákkal és eljárásokkal?**

– Az új európai Bauhaus tartóoszlopai a közös tervezés és alkotás. A projekt első szakaszának célja, hogy összekapcsolja azokat az embereket és érdekelt feleket, akik érdeklődnek a jövőbeni életmódunk megtervezése iránt, összefogva a tudományt, a művészetet és a kultúrát. Az új európai Bauhaus magában foglalja az építészeti és a formatervezést, de a célja az, hogy ezeket is bevigye egy olyan közös laboratóriumba, illetve hálózatba, ahova más tudományágak is csatlakozhatnak (művészet, társadalom- és környezettudományok, mérnöki területek, digitális technológiák stb.). Olyan átütő erejű megoldásokat keresünk, amelyek a polgárok életminőségének és életszínvonalának javítása érdekében megvalósíthatók.

**– A következő két évben öt indító európai Bauhaus-projektet hoznak létre az EU különböző országaiban. Melyek ezek?**

– A 2021. január 18-án elindított tervezési szakasz tartalmaz egy nyílt felhívást a már meglévő inspiráló példák felkutatására a fenntarthatóság/befogadhatóság és az esztétika ötvözése jegyében. (A felhívás magyarul: [https://europa.eu/new-european-bauhaus/call-partnerships\\_hu](https://europa.eu/new-european-bauhaus/call-partnerships_hu)) Kereszük a kezdeményezés szempontjából releváns ötleteket és kihívásokat is. Az új európai Bauhaus támogatási keretrendszere, beleértve az indító projektekre szóló felhívást, ennek a tervezési szakasznak a végén, várhatóan 2021 nyarára alakul majd ki, valamennyi résztvevő hozzájárulása és közös gondolkodása alapján. A kísérleti projektek és azok (térbeni) helye

csak a kiválasztási folyamat után lesz ismert. Az Európai Bizottság vizsgálja, milyen támogatást tud nyújtani ezeknek a kezdeti projekteknek a meglévő uniós politikák és programok révén.

**– Ha kiválasztják a programokat, mi lesz a következő lépés?**

– Tavasszal a Bizottság kibocsátja az új európai Bauhaus-díjak első kiadását. Ezt követően a munka az öt kezdeti bemutató projekt megvalósítására összpontosít. Mivel a jelenlegi tervezési szakasz célja a különböző elképzelések feltárása és a legsürgetőbb igények és kihívások azonosítása – a projekt köré épült közösség meghatározása alapján –, a különböző kiegészítő támogatási akciókat, cselekvési terveket ennek mentén alakítjuk majd ki. A Bauhaus program harmadik fázisának – nevezzük kiterjesztési szakasznak – célja a legígéretesebb megoldások felmérése és megosztása lesz. Ezek aztán inspirációul szolgálhatnak, más kontextusban is alkalmazhatók lesznek az EU-ban és azon kívül is.

**– Vajon az új Bauhaus-terv újból versenyképesé tudja tenni Európát?**

– A társadalom egésze számára nyújtott előnyök az új európai Bauhaus törekvésének részét képezik. A projekt által inspirált együtt gondolkodás és együttes alkotás energiát adhat a Covid-19 utáni helyreállításhoz, legyen szó a meglévő piacok megerősítéséről vagy újak fejlesztéséről. Az innováció összekapcsolása az emberi tényezővel és a bolygóközpontú gondolatokkal mindenkinek javíthatja az életminőségét. Ezért az életképes és költséghatékony megoldások piaca növekedni fog.

**– Most is felsorakoznak majd nagy nevek a program mögött, mint száz éve?**

– Az új európai Bauhaus számos érdekelt fél – tervezők, építészek, művészek, digitális szakértők, tudósok, vállalkozók, mérnökök, hallgatók és polgárok – által gyűjtött információkra épít. Reméljük, a kollektív alkotó folyamatok új ötleteket generálnak, és segítenek a XXI. század igényeihez igazított új megoldások megtalálásában.

A témáról bővebben: [https://europa.eu/new-european-bauhaus/index\\_hu](https://europa.eu/new-european-bauhaus/index_hu)

Korábbi online cikkünk a témában: [mernokvagyok.hu/blog/2021/01/04/uj-europai-bauhaus/](https://www.mernokvagyok.hu/blog/2021/01/04/uj-europai-bauhaus/)

## A MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA digitális projektje



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

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



# AVIOTEC

## Videopalapú tűzérzékelés sötétben is az AI algoritmusnak köszönhetően

Az infravörös optika segítségével megbízhatóan érzékeli a füstöt és a lángot

**Korai füst- és lángérzékelés fény nélküli környezetben**  
**Ideális megoldás logisztikai központok, gyárak, repülőgéphangárok számára**  
**Infravörös érzékelés az új AI algoritmusok által**

A Bosch videopalapú tűzérzékelője, az Aviotec IP starlight 8000 fény nélküli környezetben is rendkívül jól alkalmazható. Már eddig is lehetséges volt az Aviotec segítségével a lángok és a füst pontos észlelése gyenge fényviszonyok között, minimum 2 luxig, ám az új, fejlett AI (mesterséges intelligencia) algoritmus videoanalitikájával az Aviotec 7.72 firmware verziója infravörös megvilágítás mellett is képes kiváló teljesítményt nyújtani.

### **Széles körű alkalmazhatóság az Aviotec számára**

Az Aviotec új verziója optimális megoldást nyújt számos, sötét környezetben működő alkalmazás számára. Ahol magas a tűzveszély vagy nagy a tűzterhelés, például a logisztikában vagy a gyártásban, az Aviotec infravörös megvilágítás mellett könnyedén észleli a tűzjellemzőket, amint azok megjelennek. A csomagolóanyag vagy más, éjszaka nem megvilágított raktárak üzemeltetői profitálhatnak leginkább ebből, mert például az áramhiány miatti tűzveszély kockázata ennek köszönhetően jelentősen csökken. A Power-over-Ethernet (PoE) nem igényli elektromos vezetékek telepítését az Aviotec számára. A Bosch megoldása megbízható szolgáltatást nyújt repülőgéphangárok számára is, ahol munkaidőn kívül a belső világítást szándékosan lekapcsolják a betörésvédelem miatt. Ugyanez vonatkozik a levéltárakra és az értékes dokumentumok irattárára, amelyeknek magas a tűzterhelése. Ezekben az esetekben az Aviotec gyors és pontos tűzérzékelést biztosít, mivel a tüzet már közvetlenül annak keletkezésekor észleli, mielőtt a füst eljutna az érzékelőig.

„A nappali fénytől a gyenge fényviszonyokig, illetve a teljes sötétben működő alkalmazásokig – az Aviotec 2016-os piaci bevezetése óta folyamatosan új referenciaértékeket állítunk fel a videopalapú tűzérzékelésben” – kommentálja Sören



Wittmann, a Bosch Building Technologies termékmenedzsere. „Ez azt jelenti, hogy ez az ígéretes technológia ma már a tűzvédelem szinte minden területén alkalmazható.”

### **A videomegfigyelés és elemzés további előnyei**

Az intelligens videoelemzés közvetlenül van beintegrálva az Aviotecbe. A beépített kamerák minden környezetben egyszerre használhatók tűz érzékelésre és videós megfigyelésre, így jelentősen csökkentve a telepítési és üzemeltetési költségeket.

### **VDS és CSIRO TS010 tanúsított megoldás**

A videopalapú tűzérzékelés első megoldásaként az Aviotec 2018-ban már sikeresen teljesített a VdS Schadenverhütung GmbH elismert tesztelésén. A funkcionalitásán és a megbízhatóságán kívül a téves riasztásokkal szembeni immunitását is megerősítették. Ezen kívül az Aviotec IP starlight 8000, 2019 áprilisában az Ausztrál CSIRO TS010 minősítést is megkapta a videopalapú tűzérzékelésre. Már elérhető az Aviotec IP starlight 8000 7.72 verziója. A korábbi Aviotec tulajdonosok egy ingyenes firmware-frissítéssel könnyedén frissíthetik új verzióra rendszerüket.

**Tudjon meg többet a Bosch innovatív biztonságtechnikai megoldásairól: [www.boschsecurity.com](http://www.boschsecurity.com)**



**BOSCH**

Életre tervezve

Hi-Smart oktatásfejlesztési projekt

# Közel nulla energiaigényű és okosépületek

A Hi-Smart nemzetközi projekt célja oktatási anyagok kidolgozása a felsőoktatásban részt vevő hallgatók és szakemberek számára Magyarországon, Szlovákiában és Németországban, támogatva az intelligens, energiahatékony épületek tervezését, építését és üzemeltetését. A multidiszciplináris tematika lefedi a fenntartható építési megoldásokat, épületgépészeti rendszereket, megújuló energiaforrásokat, és az épületekben alkalmazható okos (smart) technológiákat.

**Dr. Csoknyai Tamás tanszékvezető, egyetemi docens, BME Gépészmérnöki Kar, Épületgépészeti és Gépészeti Eljárás technika Tanszék**

A projekt a közel nulla energiaigényű és okosépületekhez kapcsolódó képzési anyag kidolgozásával az épületek energiahatékonyágáról szóló európai irányelv célkitűzéseire kíván hozzájárulni. A 2022 augusztusáig tartó, hároméves projekt során arra is hangsúlyt fektetünk, hogy a hallgatókat összehozzuk az iparág szreplőivel szakmai programok, épületlátogatások, ipari projektek keretében. A projektet az Európai Unió Erasmus+ programja támogatja.

A 2018/844 (2018. május 30.) EU-irányelv másodszor módosította az épületek energiahatékonyágáról szóló uniós irányelvet, amely a karbonsemleges gazdaság stratégiai céljának szellemében született, nagy hangsúlyt adva a közel nulla energiaigényű és az okosépületeknek.





Az irányelv nemcsak a hazai jogszabályokba átültetés tekintetében jelent kihívást, hanem a szakma számára is. Ennek egyik lényeges eleme a szakmagyakorlók felkészítése az új feladatokra, aminek támogatására indult el a Hi-Smart nemzetközi oktatásfejlesztési projekt.

Cikkünkben áttekintjük az irányelv legfontosabb kihívásait, majd a projekt célkitűzéseit és a keretében kidolgozott oktatási modulokat.

### **Az épületenergetikai irányelv módosítása**

Az irányelv igazodik ahhoz a fő stratégiai célhoz, mely szerint az Európai Unióban 2050-ig az 1990-es szinthez képest 80–95%-kal kell csökkenteni az üvegházhatású gázok kibocsátását. A tagállamoknak hosszú távú épületfelújítási stratégiát kell kidolgozniuk a 2050-ig tartó időszakra. Ebben a következő elemeknek kell megjelenni:

- nagy energiahatékonyságú és dekarbonizált épületállomány megvalósítása;
- a meglévő épületek költséghatékony átalakítása közel nulla energiaigényű épületekké;
- mélyfelújítások ösztönzése;
- az energiaszegénység mérséklése;
- intelligens technológiák és az energiaközösségekbe kapcsolt épületcsoportok kialakításának előmozdítása;
- kitekintés az egészséggel, biztonsággal, tűzbiztonsággal és levegőminőséggel kapcsolatos vonatkozásokra;
- piaci mechanizmusok könnyítése;

Új elem, hogy rendszer-szintű épülettechnikai követelményeket kell majd előírni. ”

- az energiahatékonyság javítására irányuló pénzügyi intézkedéseket a megcélzott vagy megvalósult energiamegtakarításhoz kell kötni;
- egyablakos ügyintézési rendszer kiépítése a fogyasztók számára, energetikai tanácsadási szolgáltatások biztosítása.

### **Közel nulla energiaigényű épületek és mélyfelújítások**

Az irányelv-módosítás számos új elemet tartalmaz, de nem módosítja érdemben a közel nulla energiaigényű épületek bevezetési folyamatát. Ugyanakkor a közel nulla energiaigényű épületállomány 2050-re történő megvalósításának célja előrevetíti, hogy előbb-utóbb elkerülhetetlen lesz e követelmények kiterjesztése a felújításokra is. A mostani módosítás ezt még nem írja elő, de 2025 végéig újabb irányelv-módosítás várható.

Az irányelv ugyanakkor szorgalmazza a mélyfelújításokat, valamint az ún. „épületfelújítási útlevél” rendszerének bevezetését. A stratégiai célok nyilvánvalóan csak mélyfelújításokkal érhetők el, viszont egy-egy komplex felújítás sokszor gyakorlati,

finanszírozási nehézségek miatt nem valósulhat meg egyszerre. Az útlevél célja egyfajta ütemezési menetrendet adni a mélyfelújításhoz arra az esetre, ha csak több lépcsőben van lehetőség a megvalósításra.

Az energiatanúsítványok jelenleg szabályozatlan keretek között megfogalmazott, nagyon vázlatos, a gyakorlatban kérdéses hasznosságú javaslatokat tartalmaznak. Az EU Horizon 2020 program által finanszírozott QualDeEPC projektben egy mélyfelújításokat ösztönző, a felhasználói igényeket kielégítő, nemzetközi tanúsítási séma kidolgozása folyik, amelyben tanszékünk is részt vesz.

Az „épületgépeszeti rendszer” fogalom helyett bevezetik az „épülettechnikai rendszer” fogalmat, ami az épületgépeszet mellett magában foglalja a napelemes rendszereket, az épületautomatikát, „épületkosítást” és a világítást is. Új elem, hogy rendszerszintű épülettechnikai követelményeket kell majd előírni. Eddig is voltak épületgépeszeti követelmények, de csak a rendszerelemekre, nem a rendszer egészére vonatkoztak.

### **Okosépületek – az épület és az elektromos autó mint energiatároló**

A megújuló energiát hasznosító rendszerek előtérbe kerülése hálózatüzemeltetési szempontból nagy kihívás az energiatermelés rendszertelensége miatt. Megoldást jelenthet az energiatárolási kapacitások növelése, aminek egyik kulcseleme az

#### **Újdonságokból:**

- Trapézlemez vasbeton födéme vasalásának számítása
- Új parametrikus keresztmetszetek
- Vasbeton falak nyírési méretezése
- Intelligens parancssor és kereső, szűrőkkel
- Új előre definiált ablak elrendezések
- Winkler-Pasternak rugalmas ágyazás
- Kibővített plugin Rhino Grasshopper-hez
- 7 szabadságfokú rúdelem
- Szélterhek generálása CFD modell alapján
- Továbbfejlesztett SAF interface ArchiCAD és más programokhoz
- Imperfekt modell előállítására kihajlások felhasználásával

**AXIS VM X6**  
statikai programrendszer

Látogassa meg új weboldalunkat!  
**www.axisvm.hu**



elektromos autók akkumulátorkapacitásainak kihasználása. Ez a magyarázata annak, hogy az irányelv előírásokat tartalmaz elektromos autók töltőpontjainak kiépítésére épületekhez kapcsoltnak. Előírják többek között az új építésű és a jelentős felújítás alá vont, tíznél több parkolóhellyel rendelkező, nem lakáscélú épületek esetében a töltőpontok kötelező kiépítését.

Előtérbe kerül továbbá az okostechnológiák kötelező alkalmazása az épületekben, amit több lépcsőben, különböző intézkedéseken keresztül vezetnek be. A nem lakáscélú épületeket 2025-re fel kell szerelni épületautomatizálási rendszerekkel (290 kW felett). Lakóépületekben kötelező lesz a „folyamatos elektronikus felügyeleti funkció (amely méri a rendszer hatékonyságát, és tájékoztatja az épület tulajdonosát vagy kezelőjét, ha a hatékonyság jelentősen csökkent, és ha szükség van a rendszer karbantartására), valamint hatékony ellenőrző funkciók az energiatermelési, -elosztási, -tárolási és -felhasználási optimum elérése érdekében”.

Fontos újdonság az okosépület-mutató bevezetése, egyelőre opcionális jelleggel. Az eredeti nevén „Smart Readiness” indikátor (SRI) azt hivatott kifejezni, hogy „az épület milyen mértékben képes érzékelni, értelmezni, kommunikálni és hatékony választ adni a változó körülményekre az épülettechnikai rendszerek, energiaellátó hálózatok és az épülethasználati igények viszonyában”. Az indikátor meghatározási módszertanának kidolgozása nem tagállami hatáskör, hanem uniós szinten történik. Az értékelés során meghatározott területeken (fűtés, használati meleg víz előállítás, hűtés, szellőzés, világítás, dinamikus

épületburok, áramellátás, elektromosautó-töltés, monitoring és szabályozhatóság) meghatározott kritériumok (energia-megtakarítás az épületekben, épületek flexibilitása – villamos és távhőhálózat és energiatárolás viszonya, komfort, kényelem, egészség, karbantartás és hibajelzés, az épülettechnikai rendszer információinak kijelzése) szerint kell értékelni. Még nem dőlt el, hogy az SRI meghatározása kinek a feladata. Egyik lehetőség a tanúsítási folyamatba történő integrálás, de elképzelhető egy teljesen új szakértői hálózat létrehozása is.

### A Hi-Smart projekt

A fent említett oktatásfejlesztési kihívásokra hívtuk életre a Hi-Smart projektet, melynek koordinátora az Energiaklub, további partnerei a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék), a Technische Universität Kaiserslautern (Németország) és a Pozsonyi Műszaki Egyetem (Slovenská technická univerzita v Bratislave).

Az alapvető probléma, hogy a közel nulla energiaigényű épületek és az intelligens technológiák olyan speciális ismereteket igényelnek, amelyekkel a szakmagyakorlók többsége egyelőre nem rendelkezik. A közeljövőben az ilyen épületek létesítésére várhatóan tömeges igény fog mutatkozni, így magasan képzett tervezőkre, szakértőkre is szükség lesz. Ezért fontos az új szakemberek kiképzése, valamint a már gyakorló szakemberek továbbképzése. A projektben ezért kétféle célcsoportnak dolgozunk ki oktatási modulokat: egyrészt egy részletesebb tananyagot a felsőok-

tatásban részt vevő BSc- és MSc-hallgatók számára, másrészt egy rövid, intenzív képzési csomagot a gyakorló építőipari szakembereknek.

A projektben kidolgozott tananyag hat modulra bontva készül el:

#### 1. modul – Jogszabályi háttér:

uniós irányelvek (EPBD, RES, EED), a közel nulla energiaigényű épület meghatározása, stratégiai és cselekvési tervek, energiatatistikák.

#### 2. modul – A közel nulla energiaigényű épületek szerkezetei:

tervezési stratégiák, a napenergia passzív felhasználása, nagy hatékonyságú hőszigetelések, nyílászárók, árnyékolástechnika.

#### 3. modul – Energiatakarékos épülettechnikai rendszerek:

energiahatékony hőtermelés, okosszivattyúk, hulladékhő-hasznosítás épületekben.

#### 4. modul – Megújuló energiák hasznosítása épületekben:

a napenergia termikus és fotovillamos hasznosítása, biomasza felhasználása az épületgépészetben, hőszivattyúk.

#### 5. modul – Intelligens épületek:

okosmérők, intelligens vezérlés és automatika, fogyasztó oldali magatartás-menedzsment (demand side management), okoshárosok, okoshálózatok.

#### 6. modul – Környezeti és gazdasági hatáselemzés:

fenntarthatóság, globálköltség-elemzés/életciklus-elemzés, fenntarthatósági indikátorok, új építés és felújítás, további szempontok (például kényelem, tűzvédelem), környezeti épületminősítési rendszerek.

A reguláris egyetemi képzésben a tananyagokat már teszteljük, több MSc-tárgyba integráltan (megújuló energiaforrások az épületgépészetben, intelligens épületek, épületenergetika, épületgépészeti rendszerek dinamikus szimulációja).

A mintakurzusok során a hallgatók között kérdőíves felméréseket végzünk, hogy a tapasztalatok alapján továbbfejlesztésük a tananyagot.

A szakmagyakorlók továbbképzését Magyarországon a Magyar Mérnöki Kamara akkreditált továbbképzési rendszerben tervezzük folytatni egynapos képzési program keretében. A programot az MMK már akkreditálta, és 2021 folyamán több helyszínen valósítjuk meg. A készülő tananyagok szakkönyv formájában is elérhetőek lesznek magyar és angol nyelven, előrelátóan 2022-től.



# CSALÁDI HÁZ ELŐREGYÁRTÁSSAL

Heteket spórolhatunk a kivitelezés folyamatán, ha a családi ház építésénél előregyártásban gondolkodunk. A szerkezetben rejlő előnyök röviden: a kiváló hang- és hőszigetelés, a nagyobb teherbírás és a kisebb szerkezetsűrűség-igény.

Míg egy fél évvel ezelőtt a szakemberhiány, ma a beépítés során kialakuló kevesebb emberi kontaktus lehetősége miatt akár családi ház léptékében is érdemes – a kivitelezést gyorsító – előregyártásban gondolkodni. Így az épület garantáltan kis létszámú csapattal, gyorsan és pontosan építhető lesz. Az innováció a pontosan megtervezett, ellenőrzött minőségű beton kéregelemeket jelenti, amelyek a megbeszélthet határidőre kerülnek az építkezés helyszínére.

Határidőre érkeznek az igények szerint megtervezett, és a gyárban beépítésre előkészített kéregfalak, amelyek beemeléséhez és összeillesztéséhez mindössze egy munkavezetőre és néhány munkásra van szükség. A falakra gyorsan felkerülnek az előregyártott vasbeton kéregfödém elemek. Az elemekben a falakhoz hasonlóan ott van már a betonacél jó része. Az esetlegesen szükséges kiegészítő vasalás elhelyezése, és betonozás után a födém máris kész. A kéregfalak a nyílászárók helyének kihagyásával készülnek, a gépészeti munkákat pedig az előre megtervezett áttörések segítik. Így valóban meglehetősen gyorsan, akár 2-3 nap alatt a következő munkafázisokhoz juthat az építkezés, amelyek közül néhányat ez a technológia tovább gyorsít. A sima pórusmentes betonfelületeket vakolni nem, csak glettelni kell, a későbbiekben az üzemban elhelyezett szakipari szerelvényeknek köszönhetően pedig a gépészeti szerelések idején jelentkeznek az egyik legnagyobb előny, hogy nem kell szétválni a falat.

Az előregyártott elemekből készülő ház, pince vagy garázs gyakorlatilag bármilyen alaprajzi kialakítás esetén, akár egy-két nap alatt felépülhet az alaplemmezre úgy, hogy a szerkezetet alkotó vasbeton kéregfalak és födém, illetve akár a vasbeton lépcsőelemek azonos anyagminőségűek és méretpontosak.

Az elemek a terhelésnek megfelelő szállítójárművel érkeznek az építkezésre, amelynek helyszíni szerelési munkálataihoz nem szükséges semmi különleges, csupán egy átlagos felszereltséggel rendelkező fegyvermezett kivitelező csapat.

Ha pedig előregyártott lépcsőben gondolkodunk, akkor fontos kiemelni az azonnali terhelhetőséget. Kivitelezésben járatos szakemberektől származó



tapasztalat, hogy a beemelés után azonnal használatba vehető lépcsők mennyire segítik a további kivitelezést, a szintek közötti könnyű mozgást. A Leier lépcsőelemek az építész vagy statikus terveknek megfelelő geometriával és az igénybevétel szerinti vasalással készülnek a gyárban. A méretpontos, igény szerinti méretben gyártott, egyenes karú vagy íves (húzott fokú) lépcsőelemek esetén - a helyben készülővel ellentétben - nincs szükség zsaluzásra, helyszíni vasbeton szerelési munkákra. Sőt ez a kialakítás a lépcsők alsó részét érintő befejező munkák közül is csak a glettelést és festést igényli, használati felületét tekintve pedig fagynak, szósznak ellenálló és/vagy csúszásgátló felülettel is készülhetnek.

## Az Ipari-üzemi előkészítés előnye

Az üzemi gyártás-előkészítés és a pontos, összehangolt munka, amely megelőzi az építési folyamatot, olyan tapasztalt hatékonyságot eredményez, bármilyen funkciójú épület kivitelezésén, amely az előregyártott szerkezetek felbecsülhetetlen előnye, a helyszíni építési móddal szemben.

Az első tényező a gyártás-előkészítés, amely a családi ház tervei alapján, precíz mérnöki felügyelettel készül. A második tényező az alapanyag, azaz a beton megbízható gyári minősége, ami nincs a kőművesre bízva, hanem az ígért állandó minőséget képviseli. A harmadik elem, hogy a gyártás a megrendelési határidőre figyelemmel zajlik, ahogy a kiszállítás is, így ezen a tényezően nem fog múlni a kivitelezés ütemezése. Mindez persze átgondolt munkát igényel az épület tervezőjétől is, amelyben a Leier műszaki mérnöki kollektívája készséggel segít.



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

Hogyan tudunk megfelelni az egyre szigorodó követelményeknek?

# Épületenergetika lakossági szemmel



Az energiafelhasználás csökkentése napjaink egyik legfontosabb feladata mind lokálisan, mind globálisan. Ennek nagyon fontos része az energiahatékonyság növelése. Magyarország energiafelhasználásának csaknem 40%-a az épületeink energiaellátására fordítódik. Az Európai Unióban és Magyarországon is egyre fontosabb a megtermelt energia minél hatékonyabb felhasználása. Ezt felismerve alkotta meg az Országgyűlés – az uniós célokkal is összhangban – az energiahatékonysági törvényt (2015. évi LVII. törvény).

**Nagy Péter épületenergetikus,  
auditor, igazságügyi szakértő,  
létesítménymérnök**

A hazai épületenergetikai szabályozás két legfontosabb rendelete a 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet és a 176/2008. (VI. 30.) kormányrendelet, amelyek megadják az épületeink energiafogyasztásának számítási

módszertanát, valamint az energetikai besorolását is. Az energetikai tanúsítványok számított módszertan alapján határozzák meg egy épület energiafogyasztását, melyet a számítást végző szakemberek ösz-



sze hasonlítanak a rendeletben definiált, „korszerű CC” besorolású épület paramétereivel. Ez alapján megállapítható, hogy az épület energiafogyasztása mennyivel jobb vagy rosszabb a megadott korszerű épülethez képest. Az idők folyamán az épületek elvárt energetikai követelményei szigorodtak, a jelenleg érvényes 20/2014. (III. 7.) BM rendelet a 7/2006-os rendelet vonatkozó szakaszait írja felül, és már meghatározza a „közel nulla” energiaszint eléréséhez szükséges paramétereket.

A rendelet a lakóépületekre vonatkozóan 2021. január 1-jétől lépett volna életbe, azonban több ezer családot érintett volna hátrányosan, hiszen a folyamatban lévő építkezéseket drágítaná a jelentős szigorításoknak való megfelelés. A pandémia miatti gazdasági helyzetben ez jelentős terhet róna a lakosságra. A kormány, felismerve a segítségnyújtás szükségességét, szakmai szervezetekkel konzultálva (többek között a Magyar Mérnöki Kamarával) segítséget nyújtott azoknak a családoknak, amelyek valamilyen okból nem tudták befejezni az építkezésüket 2020 végéig.

A múlt év végén megjelent 57/2020. (XII. 29.) ITM rendelet az új épületekre vonatkozóan fél évvel módosította a közel nulla energiaszint elérési kötelezettségének hatálybalépését. Így azok, akik nem tudták befejezni tavaly év végéig az építkezésüket, még idén június 30-ig a régi előírásoknak megfelelően megtehetik, és kérhetik a használatbavételi engedélyt úgy is, hogy nem teljesítik a közel nulla szint követelményeit. Ez leginkább a megújuló energia részarányának minimum 25%-os elérését jelenti, hiszen az épületek szigetelése, nyílászárói eddig is a fokozott követelményeknek kellett hogy megfeleljenek. A gázkazánok esetén sincs változás, hiszen évek óta már csak kondenzációs üzemű készülékeket lehet beépíteni.

Az alternatív energiatermelés lehetőségei azonban elég széles körűek lehetnek. Legtöbbször a villamos áram termelésére alkalmas napelemek ismerik. Ezt a lehetőséget szinte bármikor megvalósíthatjuk, hiszen akár új építkezéseknél, akár épület-korszerűsítéskor is könnyen alkalmazhatjuk jelentősebb épületszerkezeti átalakítás nélkül. Viszont fel kell hívni a figyelmet arra, hogy könnyen túlméretezhetjük a napelemes teljesítményt, ami

később több kockázatot is rejthet. 2023 végén például megszűnik a lakossági napelemes rendszerek szaldóelszámolója, helyette a bruttó elszámolás jön. Jelenleg a háztartásokban használt napelemek esetében a háztartás fogyasztását a villanyóra mért éves leolvasásakor a beáprált és a felhasznált villamos energia szaldója alapján veszik figyelembe a szolgáltatók. Így, ha a háztartás legalább annyi áramot termel, mint amennyit fogyaszt, akkor nem kell villanyszámlát fizetni. Azonban az Innovációs és Technológiai Minisztériumra hivatkozva az új rendszerben már a hálózatból vételezett energia árát vetik majd össze a visszatáplált energia átvételi árával.

Személyre szóló segítséget nyújtunk abban, hogy az energetikai „útvesztőben” megtaláljuk a legmegfelelőbb beruházást.



A fogyasztást az éppen aktuális áramárral számolják ki, a termelés átvételi árát viszont a későbbiekben szabják majd meg. Ha ez alacsonyabb lesz, mint az áram ára, akkor nem elég, ha ugyanannyi áramot táplál vissza a rendszerbe egy napelemes háztartás, mint amennyit fogyaszt, a végén így is fizetnie kell majd villanyszámlát.

Ha pedig egy háztartás úgy tekint a napelemes rendszerére, mint megtérülő beruházásra, akkor ezután nehezebbé válik a megtérülés kiszámítása. Aki 2023 végéig megkötötte a szerződést a szolgáltatóval a háztartási méretű napelemek villamosáram-termelésének átvételéről, annak marad a jelenleg érvényes elszámolás. Az új szabályok arról szólnak, hogy 2024. január 1-jétől nem lehet szaldóelszámolóra jogosító új hálózati csatlakozást létesíteni.

A másik alternatív energiafelhasználási lehetőség az épületgépészeti felhasználás. Ezen belül leginkább a hőszivattyúk alkalmazási lehetőségeit ismerik az építkezők. A hőszivattyúk téli és nyári üzemmódban is működtethetők: télen fűtésre,

nyáron épülethűtésre is alkalmasak. Legelterjedtebbek az úgynevezett „levegős” hőszivattyúk, melyek a nevükből adódóan a külső levegő energiáját hasznosítják. Ezek ára kedvezőbb, mint a földhő- vagy vízbázisú hőszivattyúk árai. Utóbbiak előnye, hogy sokkal stabilabb energiaellátást biztosítanak, kevésbé időjárásfüggők. A hőszivattyúk alkalmasságát tehető használati meleg víz előállítására is, külön modul beépítésével.

A napenergia hasznosítása lehetséges közvetlen hőenergia termelésére, napkollektorok alkalmazásával. Ezek leginkább használati meleg víz előállítására alkalmasak, illetve műszaki lehetőség van fűtéstársításra is. A kollektorok energiahasznosítása az egyik leghatékonyabb módszer, hiszen ebben az esetben közvetlen hőenergiát állítunk elő, egyéb energiaátalakítási veszteségek nélkül. Ettől függetlenül olyan helyekre javasolt beépíteni, ahol a használati meleg víz fogyasztása jelentős.

Főleg vidéken a biomasszakazánok (fátüzelésű, pellet és egyéb növényi eredetű, éghető anyag) beépítésének is van létjogosultsága. Ez az energiatermelés is megújulónak minősül. Ebben az esetben speciális körülményeket is figyelembe kell venni, mint például a tüzelőanyag-tárolás, pernyeképződés. Ott, ahol jelentős a szerves növényi hulladék mennyisége, olcsó üzemeltetésű energiatermelő alternatíva lehet.

Hogy mit célszerű választani új építésű vagy felújítandó épületeink esetén? Lényeges és hosszú távú döntés. Az mindenképpen javasolt, hogy végleges döntésünk előtt konzultáljunk szakemberekkel, akik az építető igényeit megismerve értékes információkkal tudják ellátni az építkezőket, felújítókat. Az energetikai beruházások hosszú távon befolyásolják a lakók életvitelét, energiafelhasználását.

A Magyar Mérnöki Kamara elindította energetikai tanácsadását a lakosság és a kkv-szektor felé a Magyar Energetikai Közműszabályozási Hivatal megbízásából. A szolgáltatás ingyenes, a következő linken lehet rá regisztrálni: <https://mmk.hu/tanacsadas>

Személyre szóló segítséget nyújtunk abban, hogy az energetikai „útvesztőben” megtaláljuk a legmegfelelőbb beruházást. Gyakorlott mérnök kollégáink szak tudása garancia a megalapozott döntésre.

Szerepük a villamosenergia-ellátásban

# Naphőerőművek

A naphőerőművek száma, villamosenergia-termelése jelenleg csekély, pedig van egy rendkívül előnyös tulajdonságuk: a villamosenergia-termelésük bizonyos korlátok között eltérhet a beeső napsugárzás időbeli változásától, ezért jobban illeszthető a fogyasztói igényekhez. Cikkünk a naphőerőművek energiaátalakítási folyamatát, technikai megoldási lehetőségeit, helyzetképét, továbbá a naphőerőművekben megvalósítható hőtárolás nyújtotta üzemviteli lehetőségeket tekinti át.

**Dr. Gács Iván ny. egyetemi docens**  
(BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék)

A fotovillamos átalakítás és a naphőerőművek energiaátalakítási folyamatait hasonlítja össze az 1. ábra, amely azt mutatja, hogy szemben az egylépéses fotovillamos energiaátalakítással, a naphőerőműben ez alapesetben is háromlépéses. A energiaátalakítási láncot kiegészíti egy hőtároló, amely a hőbegyűjtés és -felhasználás időbeli eltérítését teszi lehetővé, és esetenként lehetséges külső (fosszilis) forrásból is hőbevitel a hőtároló rendszerbe. Ezt igen ritkán építik be, ezért szerepel az ábrában zárójelbe téve. Kezdetben a fejlesztők igen sokféle megoldással próbálkoztak. A lehetőségeket a 2. ábrában rendszereztük.

## Koncentráció nélküli megoldások

A lehetséges megoldások közül az első időkben a koncentráció nélküli, ezért nagyon nagy hőbegyűjtő felületet igénylő megol-

dásokkal (naptó, napkémény) kezdtek próbálkozni. A naptó csak elméletben létezett: nagy felületű mesterséges tó lett volna, és a napsütés hatására kialakuló hőmérsékletkülönbséget hasznosították volna, természetesen igen alacsony hatásfokkal. Csak kicsit realisabb elképzelés a napkémény, amely egy kürtővel ellátott nagy üvegház, melyben felmelegszik a levegő, és a kürtőben olyan feláramlást hoz létre, amellyel szélkerekeket meghajtva termel áramot. Működési elvét [1] alapján a 3. ábra mutatja.

A szélturbina lehet függőleges tengelyű a kéményben, vagy több szélturbina a kémény belépésénél egy kör mentén elhelyezve. A hőtárolást a fényáteresztő tető alatti fényelnyelő talaj biztosítja. Ez kiegészíthető vízzel töltött tömlőkkel, ami megnöveli a hőkapacitást, biztosítva a sugárzás megszűnése utáni hosszabb működést. Épült egy prototípust Manzanaresben (Madridtól 150 km délre) 1982-ben [4]. A kémény 195 m magas, 10 m átmérőjű, a maximális teljesítmény 50 kW volt. Ezt követően nagyratörő tervekkel kezdtek foglalkozni

Kínában, Botswana-ban, Chilében, Törökországban, Ausztráliában és Namíbiában. Ez utóbbit már 400 MW-os teljesítménnyel, 1500 m magas és 280 m átmérőjű kéménnyel és 37 km<sup>2</sup> kollektorfelülettel tervezték. Ezekből semmi nem valósult meg.

## Koncentrátoros naphőerőművek

### A villamosenergia-termelés hatásfoka

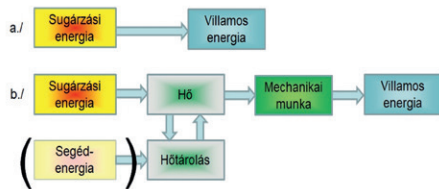
A koncentrátoros megoldások (CSP) nagy felületre beeső sugárzást kis felületű hőgyűjtőre koncentrálnak, így annak felszínén jóval magasabb hőmérsékletet lehet elérni, viszont megnő a hőfelvétel konvektív és sugárzásos hővesztesége. Létezik olyan magas hőmérséklet, amelynél a hőveszteség teljesítménye megegyezik a felfogott teljesítménnyel, azaz a hatásfok nullává válik. Minden koncentrációfokhoz tartozik egy optimális hőmérséklet, amelynél a legjobb hatásfokot lehet elérni (koncentrációfok a napsugárzást begyűjtő, visszaverő felület és a hőfelvétel felület aránya. A 4. ábra [2] alapján az idealizált viszonyok között elméletileg elérhető hatásfokot mutatja a koncentrációfok (C) és a hőfelvétel hőmérsékletének függvényében.

A valóságos esetekben természetesen az elérhető hatásfokok jóval alacsonyabbak. Első ránézésre a soklépcsős energiaátalakítás a hátrányosabb, mert több lépcsőben több helyen lépnek fel veszteségek. Az első lépésben, a sugárzás koncentráálásában veszteséget okozhat a tükrözőfelület nem tökéletes fényvisszaverő képessége, valamint a tükrözőfelület és a hőgyűjtő közötti levegő fényelnyelése. A tükröző-

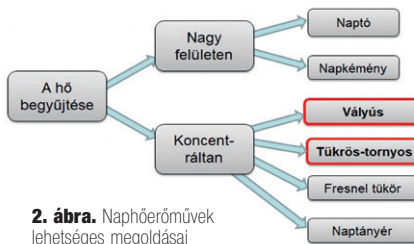


**6. ábra:** Egy naphőerőmű parabolaacsátorna-rendszere

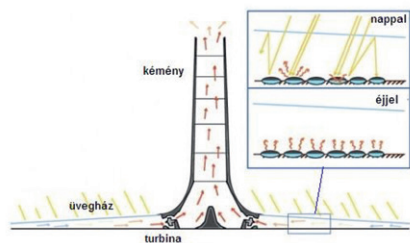




1. ábra. A fotovillamos és a naphőerőműves energiaátalakítás folyamatai – a) fotovillamos erőmű, b) naphőerőmű



2. ábra. Naphőerőművek lehetséges megoldásai

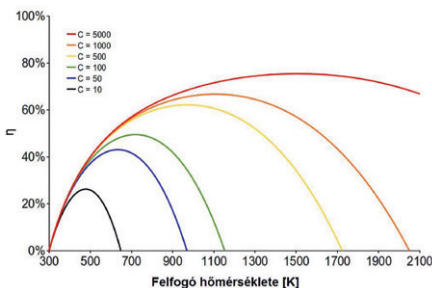


3. ábra. A napkémény működése

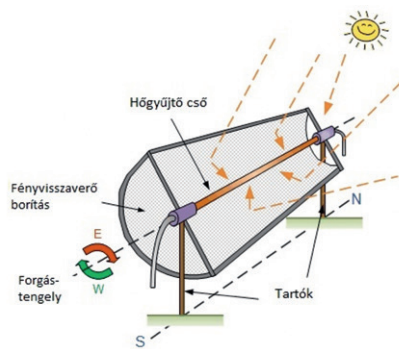
felület vesztesége nemcsak a fényelnyelő képességből adódhat, hanem a felület egyenetlenségeiből (pl. karcosság) is, mert a szóródva visszavert fény már nem hasznosítható. A visszavert fény sugár elnyelődése a levegő átlátszóságát megzavaró tényezők (porosság, köd) miatt következhet be. Miután a naphőerőműveket általában sivatagos területekre telepítik, a köd esélye elhanyagolható, porosság előfordulhat. A hatásfok általában meghaladja a 90%-ot.

A következő veszteséget okozó lépés a hőfelgő kazánrendszer. Itt a hatásfok a munkaközegnek átadott hőteljesítmény és a hőfelgő felületre beérkező hőteljesítmény arányaként értelmezhető. A kettő közötti különbség a hőfelgő felület fényvisszaveréséből, a konvektív és sugárzásos hőelvitelből adódik. E háromból az utolsó, a sugárzási veszteség a legjelentősebb. Ennek mértéke döntően a hőfelgő felületi hőmérsékletétől függ. Minél magasabb ez a hőmérséklet, annál alacsonyabb lesz a hatásfok, viszont ha alacsony a hőmérséklet, az utána következő – általában vízgőz – körfolyamat lesz alacsony hatásfokú. Ezért ennek a felületi hőmérsékletnek energetikai optimuma van, aminek értéke a koncentrációs faktortól függ.

Mindent összevetve a sok átalakítási lépés végén az eredeti hatásfok 20–30% körül várható. És mi a helyzet a PV-erőművel? Egyetlen átalakítási lépés, amely a gyakorlatban 12–15% hatásfokkal megy végbe. Igaz, hogy laboratóriumi körülmények között már sikerült 30–40% hatásfokú fotocellákat is produkálni, de azok ára a nagy ritka-



4. ábra. Az elméletileg elérhető maximális hatásfok



5. ábra. Parabolavályú

földfém-igény és a bonyolultabb előállítási eljárások miatt igen magas. A hétköznapi gyakorlatban használt szilícium fotocellák sem produkálnak jobb hatásfokot, mint a soklépcsős naphőerőművi átalakítás, sőt!

A hatásfoknak az a jelentősége, hogy egy adott területre beeső sugárzási energia mekkora hányadából lesz villamos energia. Azaz adott hasznos energia kinyeréséhez mekkora területre beeső sugárzást kell begyűjteni, mekkora lesz a létesítmény területigénye. A napenergia hasznosításának minden eljárás esetén nagyon nagy a területigénye, ezért nem mindegy, melyik oldható meg kisebb területen.

### Parabolavályús erőművek

A parabolavályús erőművekben a sugárzás begyűjtése sok párhuzamosan elhelyezett, parabola keresztmetszetű vályúban történik (5. ábra). A vályúk az észak-dél irányba tájolt tengelyük körül forgathatók, hogy tudják követni a Nap mozgását. Egy nap-

hőerőmű parabolacsatorna-rendszerét a 6. ábra mutatja be [5]. A rendszer méretét jól érzékelteti a csatornák között járkáló emberek mérete.

A parabolavályús koncentrációs egydimenziós koncentrációs (felületről vonalra), amellyel az elérhető koncentrációfok (a tükröfelület és a hőgyűjtő felületének aránya) 50 és 100 közötti értéket érhet el. Ezzel gazdaságosan 350–400 °C hőmérséklet érhető el. Ehhez a hőmérséklethez célszerűen termoolaj használható közvetítő közegként. A hőmérséklet-tartománynak megfelelően mérsékelt gőzparaméterek alkalmazhatók, általában 40–100 bar nyomás és 320–380 °C gőzhőmérséklet. Ez körülbelül a XX. század második negyedére jellemző erőművi paramétereknek felel meg. A párhuzamosan elhelyezett vályúk távolságának növelése nagyobb területigényű, és több csővezeték tesz szükségessé, míg kis távolság esetén a reggeli és esti időszakban nagyobb árnyékot vetnek egymásra. Ebbe a típusba tartozik a világ első jelentős naphőerőműve, a kaliforniai Solar Energy Generating System, amelynek 9 egysége, egyenként 30–80 MW teljesítőképességgel 1984 és 1990 között állt üzembe. A parabolacsatornák teljes hossza 369 km, az elfoglalt terület kb. 6,5 km<sup>2</sup> (1,6 ha/MW). Az összességében 394 MW bruttó és 354 MW nettó teljesítőképességű erőmű évente átlagosan 600 GWh villamos energiát termelt napenergiából, de földgáztüzelésű kiegészítő hőforrással is képes működni. Több mint két évtizedig a világ legnagyobb naperőműve volt. Már megkezdtek az első egységek leszerelését.

A jelenleg üzemelő legnagyobb ilyen típusú erőművek a Mohave Solar Project és Genesis Solar Energy Project Kaliforniában, és a Solana Generating Station Nevadában. Mindhárom 280 MW bruttó és 250 MW nettó teljesítőképességű, a nevadait 2013-ban, a kaliforniaiakat pedig 2014-ben helyezték üzembe [2]. Ugyanilyen elven működő 50 MW-os blokkokat sorozatban építenek Spanyolországban, telephelyenként 1–4 blokkal (50...200 MW). Jelenleg már több mint 2000 MW összkapacitású ilyen erőmű működik. Ezek közül az elsők egyike az Andasol erőmű, amely 3 egységével 150 MW névleges bruttó teljesítőképességű, 0,6 km<sup>2</sup> területű (4 ha/MW). Teljes beruházási költsége az építés idejében (2008–2011) 1140 millió dollár volt (7600 USD/kW). Ez tartalmazza a 7,5 órányi kapacitású hőtárolót is, amellyel 495 GWh-



9. ábra. A PS10 (távolabb) és a PS20 (közelebb) erőművek [8]



11. ábra. Naptányér Stirling-motornal [1]

t tud termelni évente (3300 h/év kihasználási óraszám). Kína, India, Izrael, Dél-Afrika, Marokkó, Szaúd-Arábia, Kuwait és Abu-Dzabi is létesített ilyen erőműveket.

Lényegében ugyanilyen egyszemélyes koncentrációs elvű a Fresnel-tükör, amely a Fresnel-lencse elvét alkalmazza. Előnye, hogy nem kell a teljes gyűjtőrendszernek a Nap járásának megfelelően mozgatni, csak a tükörszeleket elforgatni.

### Tükör-tornyos naperőművek

A hőgyűjtő felületet egy tükörmező közepén vagy szélén álló, általában 100 méternél magasabb toronyban helyezik el. A több tengely mentén mozgatható síktükrök (heliosztátok) verik vissza a beeső sugárzást a hőfelfogóra. A hőgyűjtő torony magasságának arányosnak kell lennie a heliosztátmező méretével, mivel a rálátási szög nem csökkenthető egy észszerű határ alá, mert akkor vagy nagyon ritkán kell a tükröket elhelyezni, vagy leárnyékolják egymást. Ennek az a következménye, hogy ha nagy teljesítményű berendezést akarnak készíteni, akkor a torony nagyon magas lesz.

A kétdimenziós koncentrációs elvű megvalósításnál már jóval meghaladhatja a százat, ebből adódóan 500–800 °C is elérhető. Emiatt itt már nem alkalmazható termolaj hőkövetítő közegként, mert annak hőmérséklettűrése ennél alacsonyabb. Általában sóolvadékot használnak, leggyakrabban kálium- vagy nátrium-nitrátot, vagy a kettő keverékét.

A hőtárolókat, a gőzfejlesztőt, turbinát és villamos berendezéseket a torony mellett a talajszinten helyezik el. A gőzkörnyomat paraméterek közelítik a korszerű, de szubkritikus hagyományos erőműveké-

it, többnyire 100–160 bar körüli frissgőznyomást és 500–565 °C gőzhőmérsékletet alkalmaznak, sokszor újrahevítéses környomatban. A tükrök legnagyobb ellensége a szél. Erős szélben a tükröket vízszintesen kell állítani a szélnyomás csökkentése érdekében, mégpedig a tükörfelülettel lefelé, hogy a szél által hordott homok kevésbé károsítsa a tükrözőfelületet. Ugyanis annak elmattulása lényegesen csökkenti a hőgyűjtés hatékonyságát.

Az első, kísérleti tornyos naphőerőműveket 10 és 20 MW-os méretben építették. A 19,9 MW teljesítményű Gemasolar naphőerőmű 2011-ben létesült Spanyolországban. A jelenlegi legnagyobb teljesítményű naphőerőmű, az Ivanpah (Kalifornia, Mojave-sivatag) is naptornyos. Érdekessége, hogy a tornyokban sóolvadék közvetítőközeg használata nélkül direkt gőzfejlesztést valósítanak meg. A 2014-ben üzembe helyezett erőmű három egysége összesen 392 MW bruttó és 377 MW nettó teljesítményt képvisel. Tervezett évi villamosenergia-termelése 976 GWh (2490 h/év kihasználási tényező), de az elmúlt években általában 700–800 GWh/év (1800–2050 h/év) termelést ért el úgy, hogy nem rendelkezik hőtárolóval. Az erőmű beruházási költsége 2,2 milliárd dollár, területe 14,2 km<sup>2</sup> (3,6 ha/MW). Szintén az USA-ban, 2015-ben készült el a 125 MW-os Crescent Dunes, a 120 MW-os Megalim (Negev-sivatag), egy sor 50 MW-os Kínában, és egy szintén 50 MW-os Dél-Afrikában.

### Naptányér

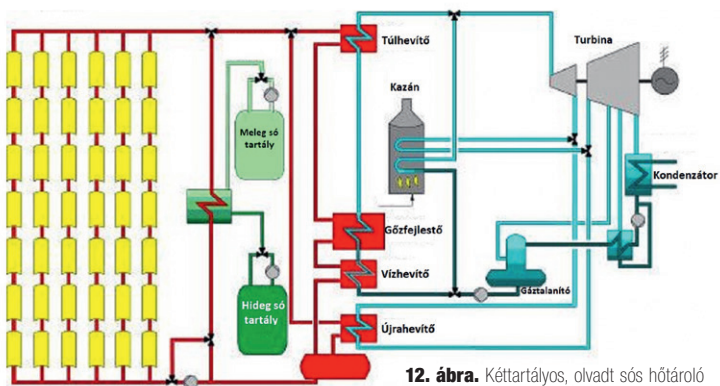
A naptányér egy forgási paraboloid tükör, fókuszpontjában helyezik el a hőgyűjtőt, amely össze van építve a hő hasznosító hőerőgéppel. Ez általában Stirling-motor,

mert ebben az alacsony (maximum 20–30 kW) mérettartományban ez ad elfogadható megoldást. Az egybeépített szerkezetet egy állványon, egyben kell mozgatni a Nap mozgásának követésére (11. ábra). Előnye a naptornyossal szemben, hogy nem kell százszázalékos nagyságrendű heliosztát összehangolt mozgatásáról gondoskodni, hátránya a kis egység teljesítmény. Emiatt közhasznú erőműként nem építik.

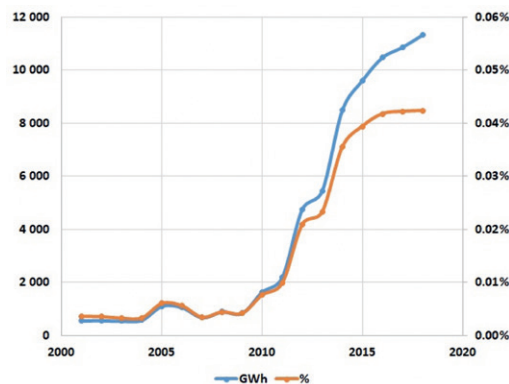
### Hőtárolás

A hőtárolás legelterjedtebb módja a két-tartályos hőtároló (12. ábra). Nagy beérkező hőteljesítmény esetén a felmelegített közvetítőközegnek csak egy részarámát vezetik a kazánba, amelyben megtalálható a hagyományos kazánokban is szokásos hőátadó felületek. A közvetítőközeg másik részaráma a hideg tartályból átszivattyúzott tárolóközeget (a 13. ábrában olvadt só) melegíti, amely így forró állapotban kerül a meleg tartályba. Kisütéskor a folyamat fordítottja megy végbe: a hőtároló biztosítja a gőzvezető hőforrását egyedül vagy a kisebb teljesítményű adó hőgyűjtő rendszerrel párhuzamosan kapcsolva. A tárolt hő mennyiségét üzemidőben szokták megadni. Például 3 h tárolási idő azt jelenti, hogy a tárolt hő 3 órányi névleges teljesítményű turbinázumet tesz lehetővé újabb hőgyűjtés nélkül. Az Andasol erőmű 7,5 óra kapacitású hőtárolója két darab 36 m átmérőjű és 14 m magas tartályból áll, amelyekben 28 500 tonna 60% nátrium-nitrát, 40% kálium-nitrát összetételű sóolvadékot tárolnak. A meleg tartály hőmérséklete 400 °C. A hőtároló rendszer költsége a teljes (2008–2013 évi árszinten kb. 300 millió euró) beruházási költség 13%-át tette ki. A Sener spanyol cég a Valle 2 naphőerőműben egy-





12. ábra. Kéttartályos, olvadt só hőtároló



13. ábra. A naphőerőművek villamosenergia-termelése (GWh, bal tengely) és aránya a világ összes termelésén belül (% , jobb tengely)



14. ábra. Naphőerőmű-telepítésre alkalmas területek

tartályos hőtároló rendszerrel próbálkozik. Ez az egy tartály mindig tele van az olvadt só tárolóközeggel. A két különböző hőmérsékletű közeget egy függőleges irányba mozgó gát választja el. Ennek a gátnak a mibenlétét a források nem részletezik. Ez a megoldás csökkenti a hőtároló rendszer hővesztését és létesítési költségét.

A hőtárolók létesítése megnöveli a naphőerőművek fajlagos beruházási költségét. Ez nem csak abból adódik, hogy a tároláshoz többletberendezések építése szükséges, ehhez járul még a névleges teljesítmény csökkenése is, ugyanis csak úgy van értelme a tároló beépítésének, ha ugyanolyan teljesítményű hőbegyűjtő rendszerhez kisebb teljesítményű villamos rendszert építenek, hogy a nagy besugárzások időszakában legyen fel nem használt hőteljesítmény, amivel a tárolót lehet tölteni. A tároló miatti többletköltségek azonban meghaladják a kisebb teljesítményű turbógenerátoron és villamos részen elért megtakarítást. Már egy 4 órás tárolási idő is lényegesen megnöveli a naphőerőmű értékét a villamosenergia-rendszer szempontjából, mert legalább alkalmassá

válík az esti csúcsigények kielégítésében való közreműködésre. Hosszabb (6-8 órás) tárolási idővel megtarthatja termelőképességét az éjszakai völgy kezdetéig. Még hosszabb tárolási idővel eltárolható hő arra is, hogy részt vegyen a reggeli teljesítményfelfutás kielégítésében a napkelte előtti vagy közvetlenül napkelte utáni időszakban. Az utóbbi időkben épített létesítmények általában 7-8 óra, de esetenként 12 óra tárolási idővel épültek.

### Szerepük a villamosenergia-ellátásban

2002-ig több villamos energiát termeltek a naphőerőművek, mint a fotovillamos (PV) naperőművek, azóta a sorrend megfordult, 2018-ban már a PV-termelés 50-szerese volt a CSP-termelésnek, és azóta is rohamosan nő. Egyelőre a naphőerőművek szerepe a világ energetikájában nem jelentős.

Jelenleg összesen 6275 MW naphőerőmű üzemel. A naphőerőművek viszonylag csekély elterjedésének több oka is van: drága, kevés olyan hely van a Földön, ahol célszerűen telepíthető, illetve a rugalmas

üzemvitelére jelenleg nincs nagy szükség, mert a villamosenergia-rendszerek rugalmasságát a fosszilis tüzelésű és a vízerőművek biztosítják. A sok hátrány ellenére a 2010-es évek első felében mégis gyors növekedést láthattunk, ami az évtized második felére jelentősen lelassult. Áttekintve a közeljövőre vonatkozó terveket, a 2020-as években ismét sorozatos üzembe helyezések várhatók. A legjelentősebb tétel a Dubajban tervezett 700 MW (3x200 MW parabolavályús, egy 100 MW-os naptornyos egységből álló) naphőerőmű. A legimpozánsabb tervekről Chiléből érkeznek hírek: ott több mint 1000 MW naphőerőművet terveznek építeni az Atacama-sivatagban.

A beruházási költség a sorozatgyártás kialakulásával nyilván csökkenni fog. A költségcsökkenési trend már az elmúlt évtizedben is kézzelfogható volt. Az átlagos fajlagos beruházási költség – a növekvő hőtároló kapacitások ellenére – 2010-től 2019-ig közel 9000 USD/MW-ról 5800 USD/MW alá csökkent. Ezzel együtt az elérhető kihasználási óraszám is növekedett. E két hatás együttesen eredményezte a teljes élettartamra számolt aktualizált (diszkontált) költségekből számolt egységköltség csökkenését, amely ez idő alatt közel a felére csökkent, de még mindig több mint duplája a PV erőművekének.

#### IRODALOM

- Gács I.: Naphőerőművek. Magyar Energetika, XIX. (2012) 4., 8-12.
- Concentrated solar power, Wikipedia.
- Manzanares solar chimney in Spain, researchgate.net.
- Solar updraft tower, Wikipedia.
- Study Sees Ecological Risks as Solar Expands. Climate Central.
- https://en.wikipedia.org/wiki/Andasol\_Solar\_Power\_Station
- Andasol solar power station, Google.
- PS20andPS10 - PS20 solar power plant, Wikipedia.
- The Ivanpah Solar Electric Generating System, researchgate.net.

Mennyi lehet a megengedhető beruházási költség?

# Házi naperőműprojekt

A lakosság és a kis- és közép-vállalkozások számára az MMK által vállalt energetikai tanácsadáshoz kapcsolódva a Mérnök Újság következő számaiban olyan ötleteket, javaslatokat teszünk közzé, amelyek hozzájárulhatnak az energiafelhasználás csökkentéséhez.

**Dr. Zsebk Albin okl. gépészmérnök**

Az energiafelhasználás hatékonyságának növelése befektetési lehetőségek is tekinthető. Fontos emiatt, hogy a jobbító javaslatokat befektetői megközelítéssel is elemezzük. A veszteségfeltárás során igyekszünk meghatározni a javasolt intézkedés által elérhető *energiamegtakarítást*, az aktuális vagy egy „referencia-energiaárral” a *költségmegtakarítást*. Listaárakkal vagy ajánlatok alapján becsülni a javasolt intézkedés várható *megvalósítási/beruházási költségét*, majd az egyszerű megtérülési idejét.

A jobbító javaslatok többségénél a megtérülési idő meghatározása mellett a befektetői szempontokra tekintettel bemutatjuk, hogy adott gazdasági elvárás teljesüléséhez ismert (nagy pontossággal meghatározott), *A*-val jelölt évenkénti megtakarítás esetén mennyi lehet egy *energiamegtakarítást* eredményező intézkedés megvalósításának költsége, *P*, illetve fordítva, ismert beruházási költség esetén mennyinek kell lenni az évenkénti megtakarításnak.

A gazdasági elvárás az, hogy az intézkedés megvalósítására fordított/beruházási költség a meghatározott gazdasági élettartam, *n* alatt térüljön meg és a befektető/beruházó számára biztosítsa a mi-

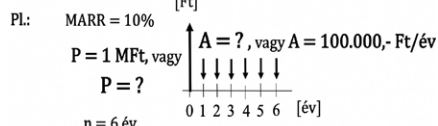


nimális elvart hozamot (*MARR*). A számítás kiinduló adatait az 1. ábra szemlélteti. A meghatározás módját a következő példával ismertetjük:

## 1. ábra

Adott: *MARR* és *n*, valamint *P*, vagy *A*

Keresett: *P*, vagy *A*



Tekintettel arra, hogy mind a megvalósítás költségének meghatározása, mind a várható megtakarítás kiszámítása számos bizonytalanságot hordoz, a közzé tett példákat érzékenységi vizsgálattal egészítjük ki. (A várható megtakarítás meghatározásában pl. a naturáliákban meghatározott értéke mellett jelentős bizonytalanságot jelent az energiahordozó, ill. energia árak, import berendezések vásárlása esetén a devizaárfolyam változása.)

Azért is fontos a gazdasági elemzéshez tartozó érzékenységi vizsgálat, hogy rámutasson a bizonytalan kiinduló adatok hatására, ill. kritikus változók és paraméterek tekintetében a döntéshozók számára szemléltesse azok gazdasági mutatókra történő hatását.

Amint arra a bevezetőben hivatkoztunk, gyakran előfordul, hogy viszonylag nagy pontossággal meghatározható az ener-

giagazdálkodás hatékonyságát növelő javaslattal elérhető megtakarítás, de csak informatív ajánlatunk van a megvalósítás költségére. Ekkor keressük a választ arra a kérdésre, hogy a befektetői szempontokat szem előtt tartva, mennyi lehet az *energiamegtakarítást* eredményező intézkedés beruházási költsége, ha gazdasági elvárás az, hogy az intézkedés megvalósítására fordított/beruházási költség a meghatározott gazdasági élettartam, *n* alatt térüljön meg, és a befektető/beruházó számára biztosítsa a minimális elvart hozamot (*MARR*). A megengedhető beruházási költség meghatározásának módját mintaként a napjainkban – nagyon helyesen – egyre gyakrabban létesített házi naperőművek egyikének példáján mutatjuk be.

## A kiinduló helyzet

A villanyért most (2021-ben) az ESZ lakossági „A1” árkategóriás fogyasztóként a nettó 120,5 Ft/hó elosztói alapdíj és 15,9 Ft/kWh rendszerhasználati díj mellett nettó 12,62 Ft/kWh kedvezményes és 13,66 Ft/kWh normál árszabás szerinti díjat fizetek.

A Budapest egyik külterületén levő családi házunk tetéjére lehetőség van napelemek telepítésére. Van egy kis megtakarított pénzem. Ha bankban tartom, kapok rá évi 1-2% kamatot. Felmerül a kérdés, érdemes lenne-e a pénzt napenergia hasznosítására fordítani, és ha igen, milyen



feltételekkel? Elemezzük együtt a napenergia-hasznosítás várható eredményét. A megtakarítás számításánál feltételezzük bruttó 40 Ft/kWh referenciaárat. A hálózatra csatlakozás miatt a villamos energia esetén az elosztói, földgáz esetén a háztartási alapdíj nem kerülhető el.

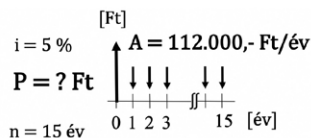
## A megengedhető beruházási költség

Az EU támogatásával egy szakértői csoport szabadon hozzáférhető programot fejlesztett a különböző típusú, különböző helyszínen telepített napelemek várható éves energiatermelésének számítására: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>

Ezzel határoztam meg, hogy a családi házunk tetejére telepíthető 10 db, egyenként 250 W<sub>p</sub> teljesítményű napelem felhasználásával készíthető naperőművel évente átlagosan 2800 kWh/év villany tudok termelni. Ez meghaladja a fogyasztásunkat, ezért a jelenlegi szabályozás alapján nem érvényesíthető rá az ad/vesz szabály, de most a példa kedvéért a megtakarítás számítási alapjának tekintem. Azt feltételezem, hogy évente megtakaríthatom a termelt villany 40 Ft/kWh referenciaárral számolt 112 000 Ft/év költségét.

Tételezzük tehát fel, hogy a naperőmű (vagy más energiahatékonysági intézkedés) által évente megtakarítok A=112 000 Ft-ot. Arra keresem a választ, mennyi lehet a naperőmű (más intézkedés) beruházási költsége, P, ha azt szeretném, hogy az n=15 év gazdasági élettartam alatt megtérüljön és biztosítson számomra (az 1. ábráján MARR jelölésű) i=5% hozamot (2. ábra).

### 2. ábra

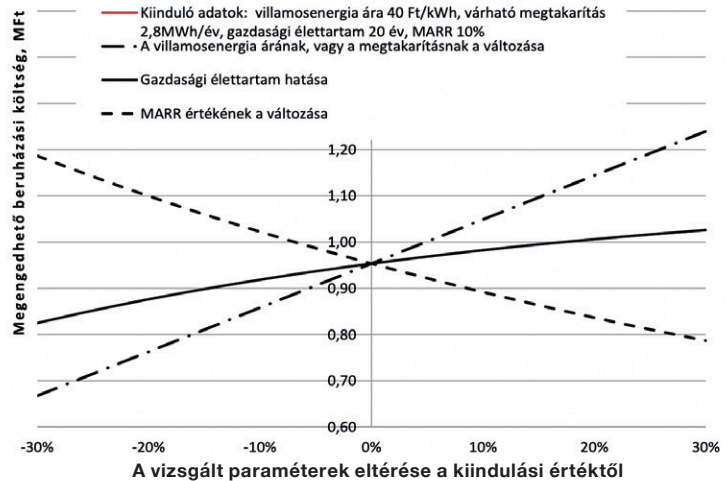


A feltételezett gazdasági élettartam, n és minimális elvárt hozam (MARR, vagy jelölésünkkel i) figyelembevételével meghatározzuk az éves megtakarítás által keletkező állandó sorozat - A - jelenérték-tényezőjét, azt a szorzót, ami a további számoláshoz szükséges:

$$USPW = \frac{((1+i)^n - 1)}{i \cdot (1+i)^n} = \frac{((1+0,05)^{15} - 1)}{0,05 \cdot (1+0,05)^{15}} = 10,38$$

Az egyenletes ütemezésben jelentkező, azonos pénzüsszgek jelen időpontra vonatkozó értéke, azaz a naperőmű beru-

3. ábra: A megengedhető költség érzékenysége a meghatározó paraméterek változására



házásának az elvárásokat teljesítő megengedhető költsége:

$$P_{15 \text{ év}, 5\%} = A \cdot USPW = 112.000 \cdot 10,38 \approx 1.162.560, -Ft$$

Tekintettel arra, hogy a naperőmű fizikai élettartama meghaladja a 15 évnek feltételezett gazdasági élettartamot, és a minimális elvárt hozam is eltérhet a mintaként megadott 5%-tól, a 25 év gazdasági élettartam, 10 és 15% MARR feltételezésével is meghatároztam a naperőmű megengedhető beruházási költségét.

1. táblázat: A ~2,5 kWp beépített teljesítményű naperőmű és rendszerhez illesztésének megengedhető beruházási költsége:

Gazdasági élettartam, n év	15	15	15	25	25	25
MARR	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Megengedhető, E Ft	1163	852	655	1579	1017	724

Ha az erőmű létesítésére 1163 E Ft-nál alacsonyabb árajánlatot kapunk és 40 Ft/kWh referenciaáron nem kell az áramszolgáltatatótól villanyt vásárolni, vagy ilyen

áron átveszi a főlegesen energiát, célszerű az erőművet mielőbb megépíteni, mert átlagos időjárási viszonyok mellett a 15 év gazdasági élettartamig biztosítani fogja a befektetés megtérülését és a jelenlegi banki kamatnál nagyobb, de viszonylag szerény (5%) elvárt hozamot.

25 év gazdasági élettartam feltételezésével a várható hozam már meghaladja az 5%-ot. A megengedhető beruházási költség érzékenységet a meghatározó paraméterek változására a 3. ábra mutatja.

## A becsült beruházási költség

Napjainkban a kisebb és nagyobb névleges teljesítményű naperőművek kulcsrakész telepítésére több cég vállalkozik. A napelemek telepítése valószínűleg nem az alacsonyan csüngő gyümölcs kategóriába tartozik, de fogadjuk meg, amit szakmai előadásaim alkalmával szoktam mondani, hogy feladatunk a természetben kialakult egyensúly megóvása. Ne azért használjuk a megújuló energiaforrásokat, mert megéri, hanem azért, hogy takarékoskodjunk a fogyasztó energiaforrásokkal, védjük a környezetünket. Ez a kötelességünk.

Csaba Zsolt egy új korszak nyitányáról

# Az összerendező erőter

A BIM-szabványok azt tudják tenni az építésgazdasággal, mint a mágneses erőter bekapcsolása az üveglapon lévő rendezetlen vasreszelékhalmazzal – nyilatkozta interjúnkban **Csaba Zsolt**, az Európai Szabványügyi Bizottság BIM műszaki bizottságának munkájában hazai tükörcbizottságként közreműködő Magyar Szabványügyi Testület BIM nemzeti szabványosító műszaki bizottságának elnöke.

– **Hogyan jutottunk el odáig, hogy március elsején megjelent az építésgazdasági szektor BIM-gerincű modernizációját megalapozó legfontosabb MSZ EN ISO 19 650 szabvány-sorozat két kulcsfontosságú szabványának magyar nyelvű változata?**

– Régóta köztudott, hogy az építésgazdaság az egész világon modernizációs kény-

szerpályán van, és ez alól hazánk sem kivétel. A szektort általánosan az alacsony hatékonyság, az energiapazarlás, a magas károsanyag-kibocsátás (CO<sub>2</sub>, hulladék), az átláthatatlanság és kiszámíthatatlanság, a minőségi és határidő-problémák, illetve költségtúllépések jellemzik. Az építésgazdaság átfogó modernizációja digitalizáció révén lehetséges, ennek a teljes életciklu-

son átfutó digitális gerince pedig a BIM. Sikeres megvalósítása cég feletti szinteken – projekt-, szektor-, nemzetgazdasági vagy nemzetközi szinten – csak BIM-szabványok útján lehetséges. Ezt a felismerést jelezte az utóbbi évek világszintű BIM-szabványosítási láza. Ebben a nemzetközi szabványosítási tevékenységben több mint öt éve aktív együttműködőként vesz részt az





MSZT BIM-szabványosítási bizottsága. A közös munkának köszönhetően itthon már 14 BIM-szabvány kihirdetésére került sor angol nyelven, és ugyanennyi áll még kidolgozás alatt. A bizottság érzékelte, hogy a hazai tömeges BIM-használat segítése érdekében szükség van a legfontosabb szabványok magyar nyelvű változatára is, ezért amint megszülettek a kulcsszabványok angolul, rögtön hozzálátott a magyar változatok elkészítéséhez.

### – Miért olyan fontosak ezek a szabványok?

– Ezek a szabványok egy teljes szektor digitális átalakulásának alapját képezik, szemléletformáló hatásúak, a szakma alpműként hivatkozik rájuk az egész világon, csak Európában 34 országban használhatók, azaz egyszerre nemzetközi, európai és hazai szellemi termékek. A szabványosítás folyamatában való hazai aktív részvétel miatt már itthon van, a hazai fejekben a szabványhoz kapcsolódó mélyebb háttértudás is, és a magyar nyelvűség miatt immár hivatkozható a közbeszerzési eljárásokban, illetve az ez alapján kötött szerződéseket is.

### – Mit remélhet ezektől a szabványoktól a hazai építésgazdaság?

– Egy hasonlattal élve, ezek a BIM-szabványok azt tudják tenni az építésgazdasággal, mint a mágneses erőteret bekapcsolása az üveglapon lévő rendezetlen vasreszelékkel. Makroszinten egy jól átlátható rendszer rajzolódik ki, mikroszinten pedig a projektekben részt vevő megannyi cég „mini iránytűit” rendezi a közös célnak megfelelő irányba. A hasonlatot folytatva ezek a szabványok ráadásul „gyűrű alakú mágneses erőteret” képeznek, hiszen az értékláncszemléletet és a körkörös gazdaság filozófiáját követik az első gondolatától kezdve. A célja, hogy a töredezett értékláncot együttműködésen nyugvó, korszerű, digitális BIM-alapú információmenedzsment-folyamatként kezelje a kezdetektől a teljes életcikluson át. Bizottságunk a most kihirdetett magyar nyelvű BIM-szabványokkal letette az asztalra a hazai építésgazdaság modernizálásának egyik elengedhetetlenül szükséges puzzle-jét, a mindennapi gyakorlatban való alkalmazás a szakmára és a kormányzatra vár. Bizottságunk ehhez továbbra is minden segítséget igyekszik megadni, beleértve a puha tudás-



Fontos cél az elkészült szabványok hazai irányú tudástranszferének „többlépcsős akadálymentesítési” programja is. ”

átadási formákat is. A *Mérmők Újság*ban már korábban többször is megfogalmazott javaslatom szerint szükség van a szakmával átbeszélte, nyilvános, előre ismerhető, lépcsőzetes, követelményeket és támogatásokat társító hazai BIM-útitervre. Beszélgetésünk idején bizonyos jelekből úgy tűnik, hogy állami oldalon ez az üzenet kezd befogadást nyerni, reméljük, ezt az idő majd vissza is igazolja. Az elmúlt évek komoly kihívás elé állították bizottságunkat, különösen a feladat nagysága és az ehhez képest nemzetközi összehasonlításban kirívóan szűkös anyagi erőforrások okoztak nehézséget. Éppen ezért innen is szeretnék köszönetet mondani a szabványok létrejöttében a rengeteg ingyen végzett munkájáért bizottságunk minden tagjának, az őket delegáló szervezeteknek és cégeknek, illetve azoknak a külsős szakembereknek, akiknek kikértük a véleményét a tervezetről a még jobb minőségű végeredmény érdekében, továbbá köszönöm az MSZT szervezetének és dolgozóinak a szabvány létrejöttéhez szükséges, általuk nyújtott háttérrel és kerettel. Végül, de nem utolsósorban ne fe-

ledkezzünk meg azokról a cégekről és szervezetekről, amelyek anyagilag is támogatták a folyamatot. Bizottságunk előtt még többévi munka áll, és reméljük, hogy régi támogatóinkhoz újak is csatlakoznak, töretlenül bízunk benne, hogy végül a kormányzat is közöttük lesz.

### – Nagy vonalakban miről is szól ez a két szabvány?

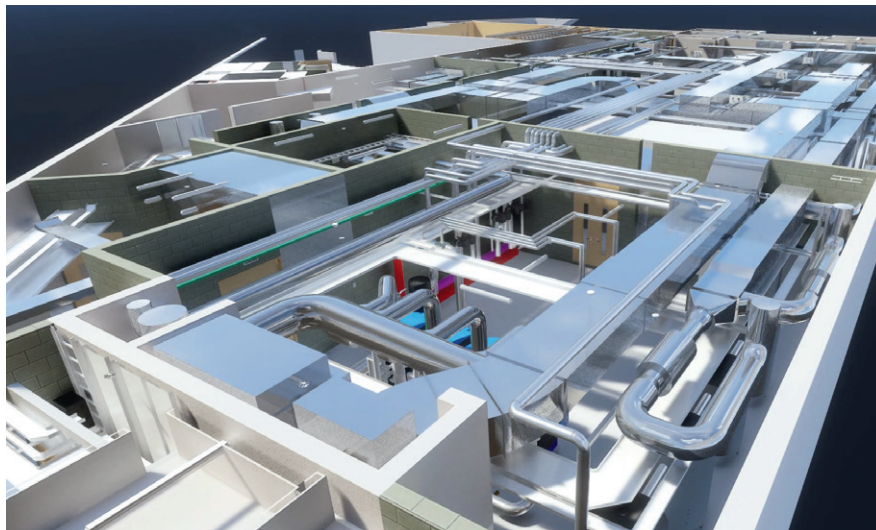
– Az MSZ EN ISO 19650 szabványsorozat a teljes épített környezettel foglalkozó szektor alapvető folyamatainak fogalmait és alapelveit határozza meg a létesítmények teljes életciklusa alatti információ menedzselésének és létrehozásának támogatása érdekében, építmenyinformációs modellezés alkalmazása esetén. A sorozat most megjelent, magyar nyelven elérhető két részből az első szól a fogalmakról és alapelvekről, míg a második a létesítmények megvalósítási fázisával foglalkozik. A szabvány fókuszában többek között az igényfelmérés és -elemzés, a különböző információkövetelmények és információs modellek, információcsere-követelmények, a felelősségi mátrix, a közös adatkörnyezet, a szükséges információszint, az ajánlattételi felhívás, az ajánlattételi és szerződési folyamatok, illetve láncolatok helyes kialakítása, az együttműködésen alapuló információ-létrehozás, -szolgáltatás és -ellenőrzés és számos más fajsúlyos téma áll.

### – Ezeknek a fajsúlyos témáknak a megértéséhez számíthat a szakma a bizottságra?

– Bizottságunknak a kapott támogatások függvényében fontos további célja az elkészült szabványok hazai irányú tudástranszferének „többlépcsős akadálymentesítési” programja is. Már ezt szolgálja a legfontosabbnak ítélt szabványok magyar nyelvű változatának elkészítése is, de más puha tudásátadási formák, közöttük jövőbeli támogató dokumentumok létrehozása, illetve konferenciák szervezése is a terveink között szerepel.

### – Milyen volt az első magyar nyelvű BIM-szabványon dolgozni?

– Érzésre a vártnál is keményebb, de egyben mégis felemelő, miközben folytonos volt az adaptálódás és az újratervezés, mindez persze a pandémiával „fűszerezve”. Az első változat négyhetes munkáját követően 3 offline és 39 online korrigáló



meetinget tartottunk. A munka egyik nehézsége és szépsége pont az volt, hogy ez az első magyar nyelvű BIM-szabvány, azaz új, születőben lévő szakterületről van szó, tehát nincs széles körben elfogadott magyar BIM-szaknyelv, de az angol szaknyelv sem egy lezárt történet. Többek között ezért is kezdeményeztem egy külső körös szakértői véleményeztetést. A 35 felkért külső véleményezőtől több száz visszajelzést kaptunk, ezek feldolgozása és korrigálása is több hét volt, de úgy gondolom, hogy jobb lett tőle a szöveg és a magyar BIM-szaknyelv.

**– Ennek köszönhetően változott meg a bizottság neve is épületinformációról építmenyinformációra?**

– Igen, ez egy tanulságos példa, túlmutat önmagán. Noha, mint említettem, nem támaszkodhattunk általánosan elterjedt magyar BIM-szaknyelvre, de a rövidítés, a BIM és annak magyar nyelvű változata, az épü-

letinformatív modellezés széles körben ismert itthon. Azt gondoltuk, már csak a hagyomány okán is ez a kevés közmegegyezések egyike, egyfajta fix pontként – utólag visszatekintve inkább amolyan szent ténként – gondoltunk rá. Aztán jött a külső körös véleményeztetés, és egy egyéni, a bizottság által nem támogatott felvetéstől több lépésben eljutottunk odáig, hogy ma már új a bizottság neve. Először, noha a bizottság tisztában volt azzal, hogy történeti fejlődése során a BIM fókusz a épülettől mára kiterjedt az infrastruktúrára is, mégis erősebbnek érezte a hagyományból és a közismertségből fakadó előnyöket. Végül felismerte: vagy most változtat pontosabb, időszzerűbb magyar elnevezésre, vagy feltehetőleg örökre a korábbi elnevezés marad használatban. A szakmai beszédben az új elnevezésre való áttérést pedig pont a magyar nyelvű szabvány létrejötte mint korszakhatár és az ehhez kapcsolódó szakmai figyelem fogja segíteni.

Végül tehát szerintem a bizottság jól vizsgázott, mert megmutatta, hogy nincs előtte tabutéma, szakmai vitában képes újraértékelni helyzeteket, és akár az eredeti álláspontjával ellenkező döntést hozni, sőt ennek az élére állni.

**– Hogyan tovább, melyek lesznek a következő lépések?**

– Vár ránk az MSZ EN ISO 19650 szabványsorozat harmadik része magyar nyelvű változatának elkészítése, ami a létesítmények üzemeltetési fázisáról szól, lefedve ezzel az építmények teljes életciklusát a BIM-szabványok által. A támogatásuktól és az esetlegesen jelentkező állami igényektől függően megvizsgáljuk más országok e szabványsorozathoz készített nemzeti kiegészítéseit és azok tanulságait. Értékeljük majd, hogy a magyar viszonyok között ezek mire adnak lehetőséget, és mire nem. Idén még két új angol nyelvű szabvány megjelenése várható, köztük a szükséges információsintről szóló, 2022-ben pedig nagyon sűrű év elé nézünk, mert tíz további szabvány van tervben. Tehát a BIM-szabványháló egyre nagyobb és sűrűbb szövésű lesz. Fokozatosan lépnek be új területek, mint például az építési termékek adatainak kezelése és „beszövéssük” a BIM-hálóba, az ellátási láncokkal való összekapcsolódásukkal egyetemben. Tágabb értelemben pedig 2021-re a BIM általam prognosztizált tömegesedése kezdődött meg, amit a többszörös túljelentkezéssel elindult BIM-szakmérnöki képzések és az építőipari technológiai korszerűsítésre, hatékonyságnövelésre kiírt, rekordrészvétellel zajló pályázatok jeleznek. Ebbe a tömegesedésbe illeszkednek bele a most megjelent első magyar nyelvű BIM-szabványok.

## APRÓHIRDETÉS

**Mélyépítés – földmű és alapok tömörség-teherbírási mérése azonnal, csomagárak - rejtett költségek nélkül.** [www.andrea-skft.hu](http://www.andrea-skft.hu) vagy rendelés 703814549 számom/ Antal, süllyedés-mentességi garanciával. Mikro vállalkozások, KKV-k megkeresését várjuk.

**Pályázatához smart-műszer árajánlat azonnal építőipari mikro-, kis- és közép építőipari vállalkozásoknak.** Válasszon okos-telefonos műszert önellenőrzésre kivitelezéséhez, vagy tervezéséhez, real-time és papírmentes megoldásokkal. A megsüllyedés megelőzhető. <http://alltest-smart.hu>. Mob:706198346

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

mail: [Info@vizfolyam.hu](mailto:Info@vizfolyam.hu) • Honlap: [www.vizfolyam.hu](http://www.vizfolyam.hu)  
A vízügyi ágazatban, települési- és regionális vízművek részére végzett műszaki tervezői, tervellenőri, szakértői, műszaki ellenőri feladatok nem rendszeres, alkalmi ellátása.

**Budapesti tervezőiroda keres villamos, energetikus kollégákat:** tapasztalattól függően lehetnek pályakezdők, szerkesztők vagy tapasztalt mérnökök teljes vagy részmunkaidőben. Feladat: Ipari jellegű épületek, középületek, lakó

épületek, irodák, sportlétesítmények, bevásárlóközpontok tervezése, szerkesztése. Amit ajánlunk: Kiváló szakmai környezet, versenyképes fizetés, előrelépési lehetőség [planwork@t-online.hu](mailto:planwork@t-online.hu), tel.: 70/362-6888

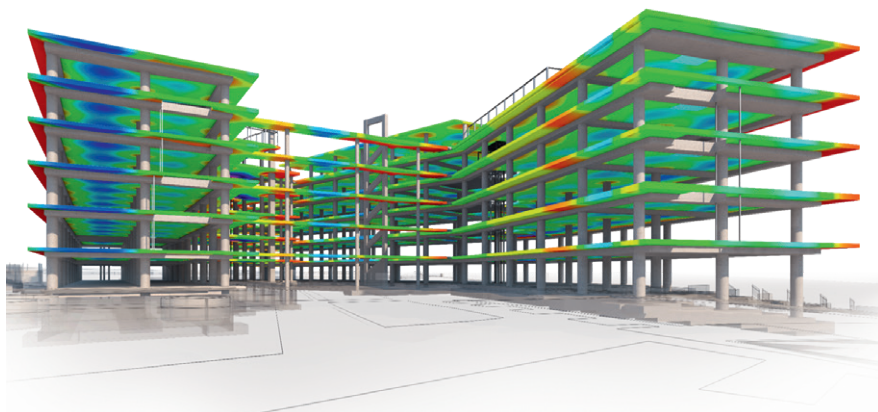
**Engedélyezési, kiviteli, bontási, felmérési, vasbeton és acélszerkezeti tervek szerkesztése, digitalizálása** ArchiCad,

AutoCad, Nemetschek, VB-Express és más programokkal. Készülék, -célgép, -terméktervezés, felületmodellelés 3D-s CAD rendszerekkel. Tel: 270-0968, 06-70-362-6888, [www.planwork.hu](http://www.planwork.hu)



# Autodesk Construction Cloud: Építsünk együtt, jobban!

Az Autodesk Construction Cloud összeköti a kollégákat, munkafolyamatokat és az adatokat az építkezés különböző fázisaiban. Így csökkenthetjük a kockázatokat, javíthatjuk a hatékonyságot és növelhetjük a nyereséget.



## AZ ÉPÍTÉS ÚJ MÓDSZERE

Az építőipar adja a világ gazdasági kibocsátás 6 százalékát, tízezer milliárd USD értékben, és nagy részben hozzájárul a GDP növekedéséhez. Az Egyesült Királyságban 1 GBP befektetés az építőiparba 2,84 GBP többlet gazdasági tevékenységet produkál, a szám hasonló más országok gazdaságában is. 2030-ra az építőipari kibocsátást 17,5 ezer milliárd dollárra becsülik, ami 85%-kal több, mint 2014-ben. Ahogy az építőipari beruházások egyre komplexebbek, a hagyományos kivitelezési módszerekkel egyre nehezebb kielégíteni a keresletet. A projekteket papíralapú információáramlás, és kommunikációs problémák jellemzik. A közös adatkörnyezetek (CDE), felhőben összekapcsolt folyamatok, és az együttműködésre helyezett nagyobb hangsúly lehetővé teszi, hogy az építőipari szakemberek leküzdjék a kapacitás túltelhetőségeket. Ahogy növekszik a komplexitás, két technológiai váltás segít összekapcsolni a szakembereket: a felhőalapú együttműködés és a nagymennyiségű adatok elemzése (big data).

## AZ AUTODESK CONSTRUCTION CLOUD

Az Autodesk Construction Cloud osztályelős az építőipari projektek menedzselésében. A funkciói és munkafolyamatai a teljes építőipari ciklust felölelik, a tervezéstől a kivitelezésen át, egészen az üzemeltetésig. Megszünteti azokat a kommunikációs

problémákat, amivel a szakma küzd, nagymértékben növelve a különböző szakemberek közötti együttműködést. A cél, hogy segítsen a projektsapatoknak kielégíteni a megnövekedett igényeket, miközben a kivitelezést kockázatmentesebbé, biztonságosabbá és fenntarthatóbbá tegye. Az Autodesk Construction Cloud segít jobb előrejelzéseket adni, megalapozottabb döntéseket hozni, megszüntetve a nagyfokú bizonytalanságot, ami az építőipart alacsony árréssel és magas kockázattal járó szakmává teszi. Ötvözi a fejlett technológiát és a széles körű adatvizualizációt a szakemberek közösségi hálózatával, hogy segítse a vállalatokat üzleti céljaik elérésében. Összekapcsolja az adatokat, munkafolyamatokat és az embereket. Az összekapcsolt kivitelezés a jövő kivitelezése.

## A PROJEKT TELJES ÉLETCIKLUSÁNAK VÉGIGKÍSÉRÉSE

Az Autodesk Construction Cloud egyesíti az irodát az építési helyszínnel, a tervezői és kivitelezői csapatokat az üzemeltetéssel. Megszünteti az elkülönült adatsílokat és biztosítja az építőipari adatok zökkenőmentes áramlását, így növeli a közreműködők esélyét, hogy határidőre teljesítsenek. Tudjuk, hogy az építőipar egyetlen mozzanata sem jöhet létre elszigetelt környezetben, ezért az adat az Autodesk Construction Cloud köztöszöve. Az elkülönült adat zavart okoz. A megosztott adat magabiztos döntéshozatalt ered-

ményez. Összehozunk minden projektadatot egy helyen a jobb előrejelzések, a kockázatok csökkentése és a nyereség növelése érdekében.

Az összekapcsolt kivitelezés lehetővé teszi a tervezési és kivitelezési adatok felhasználását az átadásnál. A projekt digitális környezetben kezdődik és így is tud befejeződni. Az adatok értéke azonban nem szűnik meg az átadással. Célszerű felhasználni a teljes életciklusban. Fel kellene használnunk arra, hogy a projekt minden fázisában ellásson minket információval. Erre van szükségünk, hogy ellenállóbb és a szükségleteknek jobban megfelelő legyen az épített környezetünk. A projekt adatok összegyűjtésével egy digitális szálát hozunk létre, ami túlmutat a mindennapokon és a jövőbe vezet.

## AZ ÉPÍTÉZÉS JÖVŐJE, EGY PLATFORMON

Sok építőipari cég most alakítja ki a digitális stratégiáját, kezd eltávolodni a papírtól és ceruzától, igyekszik javítani az együttműködésen. Néhányan már digitalizáltak, és most szeretnék teljes mértékben kihasználni a technológia előnyeit az adatsílok megszüntetésével, az üzleti folyamatok integrálásával és a manuális folyamatok automatizálásával. Mások már egy ideje ezen az úton járnak, és készen állnak arra, hogy optimalizáljanak, kihasználva a nagy mennyiségű adatból származó elemzések tanulságait, és az építőipar és a gyártás összefonódását.

Az összeköttetés jelentősége folyamatosan növekszik, ahogy az építőipar fejlődik a technológiai fejlődéssel karöltve. Nagyobb előrelépés történt az építőiparban az elmúlt 20 évben, mint az azt megelőző 200-ban. A gyors fejlődésre való tekintettel különösen fontos, hogy a szakemberek olyan megoldást használjanak, ami teljes összeköttetést biztosít. Az Autodesk Construction Cloud olyan alapot biztosít, amivel elérhetik ezeket a célokat már ma. Az Autodesk platformján bármilyen kivitelező – függetlenül a mérettől, lokációtól, szektortól vagy tőkésítettségtől – egyenrangú hozzáféréssel rendelkezhet egy sor összekapcsolt funkcióhoz.

A változás sebessége az építőiparban egyre növekvő. A digitális vállalkozás már nem opció, hanem üzleti elvárás. Az összeköttött, intelligens, elérhető adatokhoz való hozzáférés döntő a jövőbeni sikerek eléréséhez. Ön akár építész, mérnök, gyártó, kivitelező, beruházó vagy tulajdonos, az Autodesk elkötelezett abban, hogy ellássa a megfelelő eszközökkel, melyek segítenek megfelelni a követelményeknek. Az építkezés jövője itt van.

Sabathiel Balázs  
HungaroCAD Kft.



**HungaroCAD**

Adatcsere és együttműködés az Archicad és az AxisVM program között

# Integrált szerkezettervezés

Az építész és a tartószerkezeti tervező közötti együttműködés hatékonyságát jelentősen befolyásolja, hogy az építész adatszolgáltatásából a tartószerkezeti tervező milyen gyorsan tudja a mostanában jellemzően térbeli végeleemes számítási modelljeit felépíteni.

Fontossá vált, hogy „statikai” számításait minél hamarabb elkezdhesse, illetve gyorsan tudjon adatokat szolgáltatni az építész tervező számára. Továbbá elengedhetetlen biztosítani, hogy az együttműködés során ne vesszen el, ne sérüljön az átadott információ.

**Dr. Hortobágyi Zsolt egyetemi docens, BME Tartószerkezetek Mechanikája Tanszék, tartószerkezeti vezető tervező, a Tartószerkezeti Tagozat elnökségi tagja**

A számítástechnika fejlődésének hatása jól megfigyelhető e téren is. Amíg az építész vonalas, 2D-s számítógépes adatszolgáltatást nyújtott, addig jellemzően DWG (Drawing), DXF (Drawing eXchange Format) formátumokon keresztül tudtuk az adatokat felhasználni: behívtuk háttérként a végeleemes programjainkba, és segítségükkel felrajzoltuk a statikai vázat. Már ez is nagy könnyebbséget jelentett az ezt megelőző koordinátás adatmegadáshoz képest. (A 80-as évek végén a számítógéppel segített statikai számításokhoz szövegfájlban kellett a csomóponti koordinátákat, rúdinformációkat, anyagmennyiségeket, terheket stb. megadni, és az eredményeket is szöveges fájlban kaptuk vissza.) A 2D-korszakot követte a 3D. Ekkor már térbeli geometriai információkat kaptunk, de hasonlóan jártunk el, mint a 2D esetében, azaz a térbeli DWG, DXF fájlok háttérként szolgáltak, és térben rajzoltuk fel a statikai vázat a térbeli háttér-„fólia” segítségével. Itt már jelentkezett a DWG, DXF formátumból eredő hátrány, hogy bár az építész tervezőprogramjában már térbeli építészeti elemek szerepeltek (pillérek, gerendák, falak, födémelek, ferde tetőfelületek), azok elveszítették a DWG-,

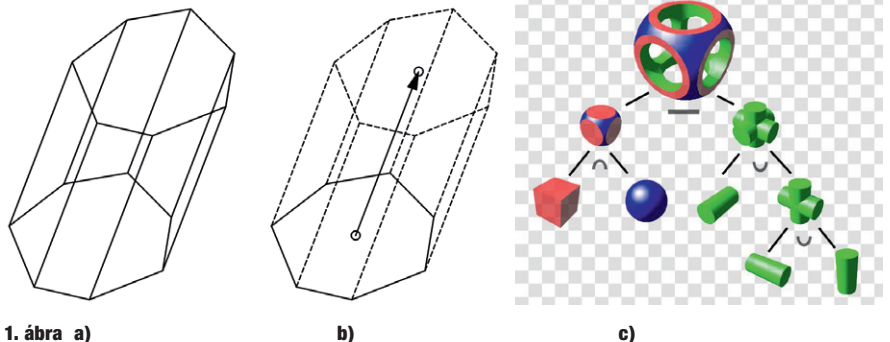
DXF-konverzió során ezen tulajdonságokat, és összefüggéstelen vonalak vagy síkok sokaságaként jelentek meg a nekünk megküldött adatszolgáltatásban. (Az már csak hab volt a tortán, hogy a DWG, DXF formátumban – szerintem alapvetően elhibázott módon – nem volt definiálva a hossz mértékegysége. Rajzi egységekről volt szó, ami lehetett milliméter és kilométer is, nem beszélve az angolszász hossz mértékegységekről. Vagyis importáláskor meglepetések érthettek a szoftver felhasználóját, ha nem jól adta meg a rajzi egységhez tartozó hossz mértékegységet.)

Nagy változást a BIM-alapú építészeti tervezés hozott számunkra. A BIM-hez és azon belül az openBIM-hez kötődik az IFC (Industry Foundation Classes) szabványosított fájlformátum megjelenése, amely önleíró szöveges fájlként képes az építészeti elemeket úgy leírni, hogy azok megőrizzék

szerkezeti szerepüket és tulajdonságaikat is. A testelemek kódolására az IFC formátumban több lehetőség is van. Egy testet lehet a határolófelületeivel eltárolni (Brep) (1/a ábra), egy kihúzással, vagy megforgatással leírható testeket az alkotóelemükkel és a kihúzás vektorával, vagy a megforgatás tengelyével is le lehet írni (Swept) (1/b ábra), de akár összetett logikai műveletekkel – egyesítés (U), közös rész (N), kivonás (-) – is megadható egy test (constructive solid geometry) (1/c ábra).

Végelelem-szoftver legyen a talpán, mely egy rúdszerkezetet (pl. oszlopot vagy gerendát) az 1/a vagy az 1/c ábrán látott kódolás esetén jól felismer és azonosítja azt rúdszerkezetként. Vagyis nagyon fontossá vált, hogy az építészszoftverből az IFC formátumú mentés megfelelő, ún. IFC-fordító segítségével történjen, másként a tartószerkezeti tervező nem tudja felhasználni az építészeti adatszolgáltatást.

A sikerhez vezető útnak csak az egyik állomása az, hogy az építészeti elemeket a végelelem-program megfelelően tudja dekódolni: a rúdszerkezetek (oszlopok, gerendák) a súlyvonalukkal és keresztmetszetükkel vonalelemként, míg a felület-szerkezetek (falak, födémelek, tetőfelületek) a középsíkjukkal és a vastagságukkal legyenek azonosítva. (Egyelőre a számítástechnikai kapacitás miatt nem jellemző a test-végelemek használata.) A következő lépés az, hogy az építészeti elemekből előálljon a statikai váz. Itt egy alapvető felfo-

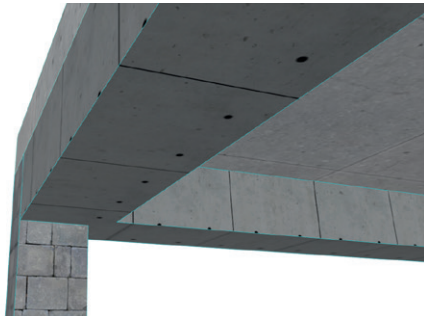


1. ábra a)

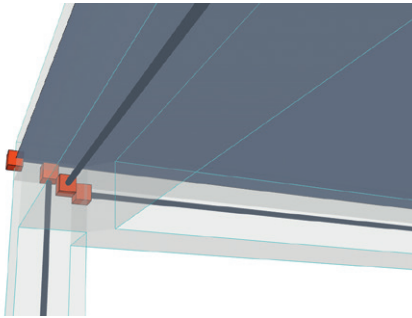
b)

c)

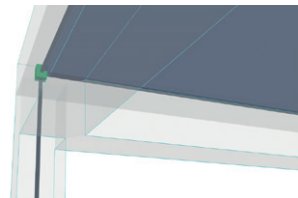




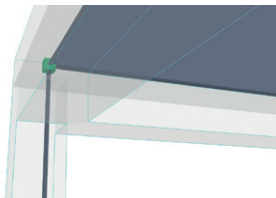
2. ábra a)



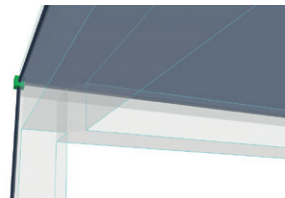
b)



3. ábra a)



b)



c)

gásbeli különbség van a „fizikai” modell és a statikai váz között. A végeelem-módszer alapelve, hogy a merevségeket csomópontokra kell redukálni. Ehhez pedig az kell, hogy a vonal-végelemek tengelyeit, a felületelemek széleit egy vonalba rendezzük, a közeli elemvégek, felületszélek egy közös csomópontba metsződjenek stb. És ebben tud nagyon eltérni az építési „fizikai” modell a statikai váztól. Gondoljunk csak egy földémszél-peremgerenda és egy pillér viszonyára (homlokzati teherhordó fal nélkül, mely tovább bonyolítaná a helyzetet). Jó eséllyel az építési fizikai modellben a peremgerenda külső síkja, a pillér külső síkja és a földém széle egy vonalba esik (2/a ábra), így viszont a pillér és a peremgerenda súlyvonala, illetve a földémszél alaprajzi értelemben már több deciméteres távolságra van egymástól (2/b ábra).

És itt a végeelem-program nagyon magára van hagyva. Neki kell orvosolnia ezt a geometriai problémát. Ráadásul több megoldás is lehetséges:

- Lehet a földém szélét visszahúzni a pillér tengelyéig, a gerendát alaprajzi értelemben kitolni a pillér tengelyéig, és így megalkotni a statikai vázat. (3/a ábra)
- Lehet a földém szélét visszahúzni a gerenda tengelyéig, a pillért alaprajzi értelemben eltolni a gerenda tengelyéig, és így megalkotni a statikai vázat. (3/b ábra)
- Lehet a gerendát és a pillért is eltolni a földém széléhez. (3/c ábra)

Látszik, hogy egy ilyen egyszerű geometriai helyzet is több végeredménnyel szolgálhat. A valóságban ennél jóval bo-

Lerövidül a statikai váz előállításának időigénye, mivel a tartószerkezeti tervező sok időt megspórol.



nyolultabb esetek vannak. Például a földém alatt-felett lévő pillér keresztmetszete változik, bejönnek tartófalak, lépcsősen vált a földémvastagság stb., melyek tengelyei, középsíkjai még véletlenül sem igazodnak úgy, ahogy azt egy végeelemes számítás megkívánja. Ráadásul egy nagyobb épületen ezek az egyébként tipizálható esetek nagy számban vannak jelen.

És itt lép színre az Archicad építési BIM-szoftverben újjá megjelent funkció (a 24-es verziótól), amely magára vállalja ezt a feladatot. A fent vázolt geometriai anomáliát megoldja, és a „fizikai” testmodell helyett közvetlenül a hibátlan statikai vázat adja át a végeelem-program – például a hazánkban is népszerű (szintén hazai fejlesztésű) AxisVM – számára. Ennek segítségével nagyon lerövidül a statikai váz előállításának időigénye, mivel a tartószerkezeti tervező sok időt megspórol azzal, hogy nem neki kell az AxisVM programjában az IFC formátumban megkapott testmodellből felismertetni a tartószerkezeti elemeket (ezzel nem is volt probléma), és nem neki kell a fent vázolt geometriai eltéréseket korrigálnia (ezzel már sok idő elment).

Az AxisVM szoftver (hasonlóan a többi végeelemes szoftverhez) minden tőle telhetően megtett, hogy a geometriai problémákat megoldva a megkapott modell alkalmas legyen statikai számításra (ne legyenek fölöslegesen közeli vonalak, csomópontok), de az IFC-konverzió bonyolultabb esetben messze nem volt tökéletes, és sok idő elment azzal, hogy kézzel kellett kijavítani a geometriai problémákat.

Természetesen csodák nincsenek. Ha nem a végeelem-szoftverben jelentkezik a megoldandó feladat, hanem az építésszoftverben, akkor ott kell időt áldozni a statikai váz megfelelő előállítására. De ez az idő kevesebb, mint ha minden egyes modellkonverziónál kellene azt az AxisVM szoftverben elvégezni, mivel az Archicad programban a beállítás jellemzően a tipikus esetekre hozott szabályrendszer egyszerű beállításának időráfordításával jár csak. Ez persze azt igényli, hogy a tartószerkezeti tervező beállítsa a 3. ábrának megfelelő viselkedést az Archicad szoftverben a szerkezettervezés szakmai szabályainak megfelelően, mert ezt nem tudja az építész tervezőre bízni, hiszen általában erre nincs felkészültsége, és főként nem az építész feladata. Szerencsére az egyes épületfajtákra (pl. vasbeton vázas épületekre, acélszarnokra stb.) tipizálhatók az ún. igazítási szabályok, így már egy jól beállított igazítási szabályrendszer átvihető egy másik hasonló építészmodell konverziójához.

Nézzük, mi kell az Archicad szoftverben ahhoz, hogy elkészüljön a helyes statikai váz:

- be kell állítani szükséges elemek esetében, hogy ezek a tartószerkezeti elemek (4. ábra). Ezt rábízzhatjuk az építész tervezőre.

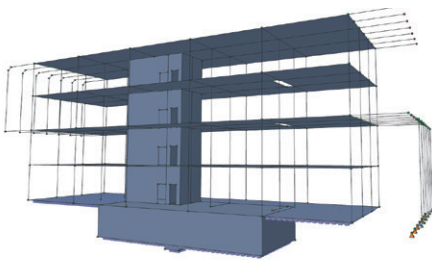
4. ábra



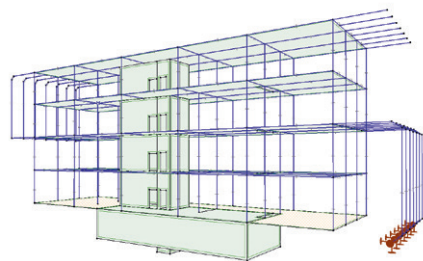
- Fontos, hogy a réteges szerkezeteknél helyesen legyen megadva, hogy a több réteg közül melyik a teherhordó mag. Ez ellenőrizhető, ha a „Részleges szerkezet-megjelenítésnél” csak a tartószerkezeti elemek magját kérjük, mert akkor csak a teherhordó elemek jelennek meg (6. ábra). Ezt is rábízzhatjuk az építész tervezőre.
- Ellenőrizni kell a fizikai modell helyességét. Nincs-e hiányzó kapcsolat a teherhordó elemek között, nincsenek-e aránytalan elemek (pl. túl rövid gerenda, vagy



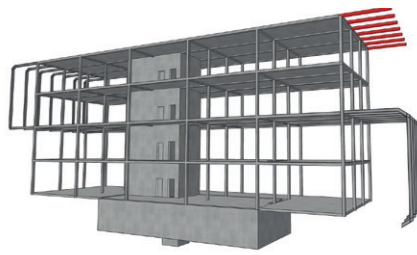
5. ábra



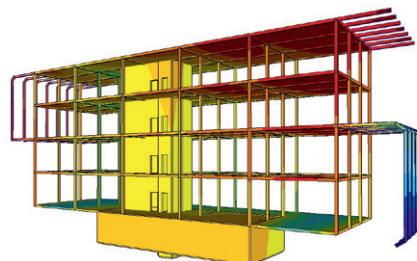
7. ábra



8. ábra



6. ábra



9. ábra

aránytalan méretű oszlop, fal, földem). Ezt is rábízhatjuk az építész tervezőre, hiszen ezek a hibák jellemzően a hibás építési modellezésből fakadnak, ezt ő tudja kijavítani.

- Be kell állítani az igazítási szabályokat. Ezt már közösen, vagy kis Archicad-ismerettel már önállóan nekünk kell elvégezni.
- Ellenőrizni kell a megkapott statikai váz helyességét, mielőtt exportálnánk az AxisVM szoftver számára. Nincs-e folytonossági hiány a modellben; nincsenek-e egymáshoz túl közeli csomópontok; részben vagy teljesen nem fednek-e át egymáson elemek; nincs-e szokatlan elemgeometria (pl. hegyes szögek a felü-

letkontúrón)? Ezeket a hibákat jellemzően vagy a fizikai modellben kell orvosolni, de az is lehet, hogy az előző pontban említett igazítási szabályokon kell még csiszolni ahhoz, hogy megjavuljon a statikai váz.

- Be kell állítani a két szoftver között az anyag megfeleltetését, hogy az Archicadben szereplő építőanyag milyen anyagminőségként jelenjen meg az AxisVM programban. És ugyanez igaz a profilmegfeleltetésre is. Ehhez megint a két szakágnak kell megfelelően együttműködni, illetve létrehozni egy szabályrendszert, hogy milyen Archicad-építőanyagoknak milyen vége-selem-anyagminőség feleljen meg.

Ha mindezt megfelelően beállítjuk, onnantól kezdve felgyorsul a két szakma közötti kommunikáció. Az építész beállítja a saját BIM-modelljében (5. ábra) a tartószerkezeti elemeket (6. ábra), meghívja a közösen beállított igazítási szabályokat, és exportálja a statikai vázat (7. ábra) az ún. SAF (Structural Analysis Format) formátumba, amely egy szerkeszthető Excel formátum, ami további lehetőséget is tartogat így magában.

A tartószerkezeti tervező behívja a SAF fájlt az AxisVM szoftverbe. Rögtön megjelenik a statikai váz, akár támaszokkal, megfelelő rúdvégabsztrakciókkal, kapcsolati elemekkel együtt, mivel ezek is megadhatók az Archicad szoftverben. (8. ábra)

Definiálja a terheket (később ezek is megadhatók lesznek az Archicad szoftverben), lefuttatja a statikai számítást, és elvégzi a szükséges méretezéseket, módosításokat. (9. ábra)

A módosított statikai modell SAF formátumú mentését visszaküldi az építész tervezőnek, aki össze tudja hasonlítani az általa küldött és a visszakapott SAF fájlokat, így az építész tervező rögtön látja, hogy a tartószerkezeti tervező milyen módosításokat, új elemeket, esetleg elemek törlését javasolja. Az eltérések sorsáról az építész egyszerűen tud dönteni az Archicadben. A következő építési adatszolgáltatást már a tartószerkezeti tervező is össze tudja hasonlítani a saját adatszolgáltatásával, mivel az AxisVM szoftverben ő is látja az odavissza történő adatszolgáltatásokban lévő eltéréseket.

Az együttműködéshez használt állományok központi tárolására és hivatkozására a csapatmunkában részt vevő szakágak számára is megoldást kínál a BIMcloud. Az egyeztetések digitális megvalósítására az IFC-n alapuló BIM Collaboration Format (BCF) formátum és a köré épült infrastruktúra ad lehetőséget.

Pályám elejéről emlékszem, hogy *Rudi Tamás* statikus barátommal közösen terveztünk egy Budapest XI. kerületi társasházat, és a tervezési munkafolyamat kellős közepén Tamás észrevette, hogy egy korábban meglévő pillér már nem szerepel az új építési nyomtatott alaprajzon. Rögtön telefonált az építésznek, hogy „János, hova tűnt a pillér?”, mire ő: „Jé, észrevettétek?” Inentől kezdve már nem lehet egy pillérrel kevesebb az építészterven úgy, hogy csak a szerencsére bízhatjuk, észrevesszük-e az eltűnését.



# A Graphisoft BIM termékcsaládot dobott piacra az építőipari cégeknek

A Graphisoft az Open BIM szemlélet alapján integrált szoftverre fejlesztette az Archicadot, és a felhőalapú (BIM Cloud) adatmegosztással, valamint a BlueBeam digitális tervekötő szoftverrel és a BIMx virtuális tervbemutató alkalmazással kiegészítve létrehozta a vállalkozások számára az alap BIM-csomagot. Az építőipari cégek fejlődési lehetőségeiről Reicher Péterrel, a Graphisoft magyar piacért is felelős regionális vezetőjével beszélgettünk.

**Ma a hazai építőipari vállalatok folyamatosan ki vannak téve az emelkedő nyersanyagáraknak, a munkaerőhiánynak, valamint a megrendelői oldal szigorodó elvárásainak. Milyen megoldásokkal lehetne javítani a helyzetükön?**

Valóban, a magyarországi építőipari vállalkozások közel fele az elmúlt 5 évben alakult. Az új vállalatok a gyorsan változó piaci körülmények hatására érzékenyebbek a pénzügyi kitétség, a fluktuáló szakemberek és az emelkedő anyagárak veszélyeire. Ráadásul az építőipar élmunka-hatékonysága rendkívül alacsony, az egész szektor magyar gazdaságon belüli részaránya 2019-ben 5,6% volt, míg a foglalkoztatottak részaránya 7,4%. A nyugat-európai helyzettel ellentétben Magyarországon sajnos mind hozzáadott értékben, mind korszerű technológia terén elmaradásban vagyunk. Az építőiparra általánosan jellemző a lassú technológijavítás, azonban ez az elmúlt 10 évben megváltozott. Ennek okai a BIM szemléletű megoldások, amelyek digitális kapcsolatot, építmény-adatbázismegosztást és közös szakági adatbázis-kezelést hoztak létre. A Graphisoft ezt a fejlődési irányt már 10 éve felismerte, és innovációinkkal nem bezártuk az Archicad használatát más szakági adatbázisokkal szemben, hanem ellenkezőleg, kinyitottuk, így ma mi kínáljuk világszerte is az Open BIM szemlélet alapján a legszélesebb digitális megoldásokat és termékeket a szektor számára. A fejlesztést a vállalat budapesti központjában végezzük, így a magyar felhasználók szakmai igényeit is be tudjuk építeni a legújabb szoftververzióinkba. A könnyen alkalmazható új digitális megoldásokkal az élmunka hatékonysága 9%-kal javul, tartatóná tehető a költség és a határidők betartása.



**A mindennapi munkafolyamatokban milyen változást hozhat a teljes digitalizáltság?**

A digitalizáció hozzájárul a költségmegtakarításhoz és a kivitelezési költségnövekedés mérséklődéséhez, a digitális BIM-megoldások alkalmazása csökkenti az ütközéseket és a redundanciát, optimalizálja a szakágak közötti együttműködést, közös információs platformot biztosít az üzemeletetéshez. A Graphisoft piacvezető Archicad megoldása például egy épületre vonatkozóan 30% költségmegtakarítást és 25% hatékonyságnövekedést eredményezhet. Úgy gondolom, ezek olyan előnyök, amelyek már rövid távon is versenyképesebbé tehetik az építőipari cégeket mérettől függetlenül, hiszen a digitális megoldások alkalmazásával optimalizálni lehet a kiadásokat, az anyagfelhasználást és a határidők betartását, azaz

elfogadhatóbbá lehet tenni az ajánlati árakat. Mivel a BIM-szoftverekkel történő tervezés optimalizálja az épületek energia- és nyersanyag-felhasználását, ezzel hozzájárul a CO<sub>2</sub>-csökkentéshez, segítségével a megvalósuló építőipari projektek egyre „zöldebbek”, ami megkönnyíti mind a hazai, mind a nemzetközi környezetvédelmi előírások betartását.

**Ön szerint a Graphisoft mely termék- és szolgáltatási csomagjával érdemes a BIM-folyamatokra áttérni?**

A sikeres BIM-megoldásokhoz az alap a saját termékünk, az Archicad, amely már nemcsak az építészeket szolgálja ki, hanem közreműködik a szakági információmegosztásban, és képes felhőalapú adatbázisok és csapatmunka kezelésére egyaránt. A csomag része még az építőipari cégek számára kifejlesztett, és a nemzetközi piac egyik legkeresettebb megoldása a BlueBeam digitális tervekötő szoftver, a piacvezető tervellenőrző, minőségbiztosító szoftver, a Solibri, valamint a megrendelőknek készült, a terveket 3D-ben megjelenítő BIMx applikáció. Ezek mind egymással szoros integrációban támogatják a tervezés és kivitelezés minden formáját és fázisát. A cégek számára kiemelt kérdés a fejlesztési források biztosítása, de szerencsére idehaza több pályázat támogatja az új technológiai megoldások beszerzését. Érdemes kihasználni ezeket a lehetőségeket, mert segítségükkel az építőipari vállalatok működési hatékonysága és egyben a megrendelők elégedettsége is folyamatosan emelhető.

**GRAPHISOFT**  
A NEMETSCHKE COMPANY

A pontosabb dokumentáció elkészítéséért

# BIMbózó technológia az építőmérnökök kezében?

A BIM technológia nem új keletű, hiszen az alapgondolat – ami már lényegében megegyezik az épületinformációs modellezés mai, megvalósult formájával – az 1970-es években született. A nyolcvanas évek elején már fejlesztettek olyan szoftvereket, amelyek képesek voltak egy másik adatait felhasználva, közösen dolgozni egy projekten. Persze még csak elvben létezett akkor a BIM. Mára azonban alapvető technikai elvárássá nőtte ki magát, így amikor a bimbózást mint hasonlatot említettük a címben, már nem is magára a BIM-re, hanem az ebből fejlődő további lehetőségekre, kapcsolódásokra gondolunk.

**Eleméry Gábor (www.tangens.hu)**

A BIM (épületinformációs modell) egy digitális munkafolyamat az építőiparban. Hozzáadott értéke abban rejlik, hogy általa az emberek, a folyamatok és az eszközök az épület teljes életciklusában összehangoltan dolgoznak, ezért az építési projekt átláthatóbb, jobb minőségű, a költségek alacsonyabbak és az ütemterv megbízhatóbb.

Az építési projektek egyre komplexebbek, így professzionális tervezők, minőségellenőrök, beruházók bevonását igénylik. Ez egyrészt a rohamos technológiai fejlődés, a nemzetközivé válás és az épületekkel szembeni magasabb követelmé-

nyek következménye, másrészt a városi és infrastrukturális tervezésnek is megvan a maga kihívásai. A nagyvárosokban az élettér szűkös, a forgalom növekszik és a környezetvédelem egyre fontosabb, ezért új koncepciók szükségesek. E komplexitás miatt a folyamatoknak és az építőipar résztvevőinek egyre specializáltabbá kell válniuk.

A BIM segítségével a kommunikáció és az együttműködés is átláthatóbbá válik a projektben. A digitális építési modell alapján a BIM lehetővé teszi, hogy egy épület

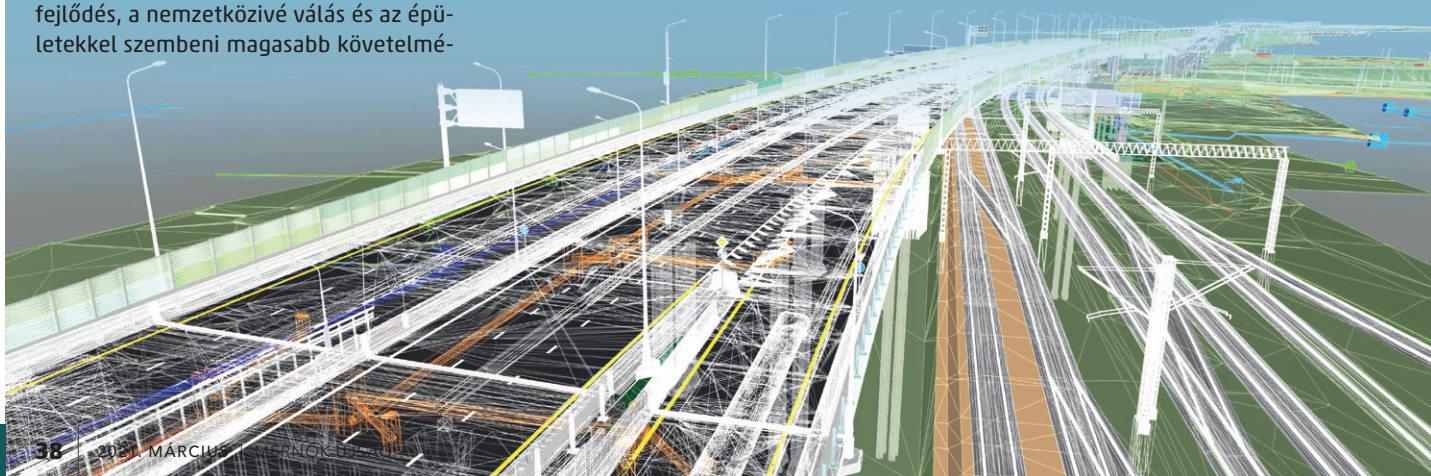
teljes életciklusát követni tudjuk. Minden döntést kezdettől fogva szimulációk támogatnak, így a folyamatok optimalizálhatók.

## Az őskor: 2D CAD

Nem mintha ezt ma már bárkinek is megkéne magyarázni, aki a szakmánkban dolgozik, hiszen a mérnöki szakma több ezer évvel ezelőtti születése óta valamilyen szinten létezik ez a dolog. A kétdimenziós rajzok, nézetek, metszetek, perspektív ábrák különböző szövegekkel és részletességgel ábrázolják a szükséges projektet. Persze nem akarunk visszamenni abba az időbe, amikor még – talán – papirusztekercsre bárányvérrel írtuk fel a terveket. Ugyanakkor a 2D dokumentáció ma is szerves eleme a tervezésnek és a kivitelezésnek. Szerencsére azonban a tervezés már eggyel magasabb dimenzióban is alapvetővé vált.

## A hőkör: 3D modellezés

Ez sem olyan nagy újdonság, hiszen már a '90-es években éppen ezzel aratott nagy sikert az általunk is forgalmazott CAD-szoftver, az Allplan: három dimenzióban lehetett vele modellezni az épületeket. Mára szinte teljesen elterjedt a szakmában, hogy három dimenzióban alkotjuk meg a modelleket, terveket – melyekből a szoftver





# TOP MÉRNÖKSZOFTVEREK

- modern mérnökirodáknak -



**Az épületstatikai mindentudó**

**Közel 100 önálló modulból áll**

**Méretezések az alaptól a tetőig**

**Vonzó csomagajánlatok**

# B



**Építménymodellezés statikus szemszögből**

**Zsaluterv - vasalási terv - acélszerkezetek**

**Térbeli ábrázolás - 2D dokumentáció**

**Intelligens építőelem kezelés**

# I



**A végeselemes méretezés szakértője**

**Széleskörű, szabvány lefedettség**

**Kompozit szerkezetek**

**Közvetlen 3D konstruálás**

# M



**info@tangens.hu [www.tangens.hu](http://www.tangens.hu) +36 1 424 01 34**

*A magas színvonalon fejlesztett, XXI. századi mérnökszoftverek szakértőjeként a Tangens Kft. olyan technológiákat és innovációkat kínál a mérnöki irodáknak, amelyekkel hosszútávon biztosíthatják versenyképességüket a tervezői piacon.*

majd elkészíti a szükséges kétdimenziós dokumentációt számunkra és a partnerek, kivitelezők számára.

## A forradalom: 3D BIM

A BIM modellalapú munkamódszer. A BIM segítségével a 3D modellekből pontos épületkomponens készül azáltal, hogy minden objektumnak jelentést rendelünk, például objektumtípust („pillér”). Az objektumokat további információkkal lehet leírni, például az anyag minőségére vagy a teljesítményre vonatkozó követelmények szerint. Ez létrehoz egy intelligens modellt, amely javítja az információkezelést és a kommunikációt a projektekben. A BIM emellett lehetővé teszi a jelentéstételt és elemzést a modellben található információk, például mennyiségek vagy objektum-paraméterek alapján.

## Dimenzióváltás: 4D BIM

Máris lelőjük a poént: a negyedik dimenzió (az X, Y és Z tengely után): az idő. Ennek segítségével már nemcsak a tervek, hanem az építkezés folyamata is vizualizálható. Ez valóban előrelépés a kész épület modellezéséhez képest. Gyakorlatilag nemcsak az épületet magát, hanem az egész építési folyamatot képesek vagyunk megtervezni.

## De mi az ötödik dimenzió?

Ahogy a cikk bevezetőjében ígértük: minket meggyőzött az érv, hogy ezt valóban 5D BIM-ként emlegessük. Az ötödik dimenzió tökéletesen kiegészíti az imént említett időt. Ugyanis az 5D BIM nem más, mint a korábban felsorolt 4 mellett a költség. Költséginformációk hozzáadásával a modellösszetevőkhöz lehetővé válik a költségprofil létrehozása a projekt számára, hiszen hasznos előre jelezni, mennyi pénzre lesz szükség az egyes mérföldköveknél. A projektmenedzsment alapjaként is meghatározható, hogy a projekt jó úton halad-e, és lehetővé teszi a korrekciós intézkedések azonnali végrehajtását.

## Mi lesz a hatodik dimenzió?

Az a jó hírünk, hogy ezenfelül nem kell számítanunk üres, hangzatos szavakra. Természetesen a BIM mint technológia tovább fejlődik. Számos újabb és újabb szempont, szolgáltatás kapcsolódik majd hozzá. A szakértők azonban ezekre már inkább módszerként vagy kiegészítésként, vagy

„use case”-ként fognak hivatkozni, a dimenzióknak meghagyva – szinte – eredeti jelentését és rangját.

## Jó, de tényleg ilyen hasznos a BIM? Megéri invesztálni ebbe, vagy csak egy lufi?

A BIM joggal terjed a világban. Az Egyesült Királyság Építőmérnöki Intézete (ICE) nemrég készített egy tanulmányt, amely kimutatta, hogy a kérdőívet kitöltő építőmérnökök 82%-a szerint a BIM elfogadása jó döntés volt. A kitöltők 35%-a úgy gondolja, hogy a technológia jövedelmezősége növekszik, 41% szerint meggyorsította a folyamatokat, azaz növelte a munkatempót, és 37% tapasztalta, hogy csökkenti a költségtűllépést.

A kutatás arra is rávilágított, hogy a tervezés során a hiányos adatok és a termódosítások jelentik a legnagyobb hibaforrást – előbbi a kitöltők háromnegyede jelölte meg, míg a módosítások miatti hibákat a válaszadók fele jelezte. További gyakori nehézségként az információcsere akadályait, nehézségeit és a szoftverek inkompatibilitását is felhozták a mérnökök. A BIM technológia éppen ezeket a nehézségeket küszöböli ki.

## Vége a hiányos adatok miatti hibáknak!

A BIM-filozófiának megfelelő szoftver használatával történő tervezéskor a projekttel kapcsolatos összes információt – beleértve a specifikációkat és a teljesítményadatokat is – a BIM modell belsejébe menti (vagy kapcsolja hozzá). Ez egyetlen adatforrást hoz létre a naprakész projektinformációkból, és kiküszöböli a hagyományos „fűrészfoghatást”, ahol az információk a tervezés során minden átadásakor elvesznek. A szoftver ezzel a gyakorlatban könnyíti meg a csapatok együttműködését.

## Egységesített információáramlás

Ahány szoftver, annyiféle fájltypus – ez már régóta foglalkoztat minden iparágat, amely számítógépet használ. Ha csak egy egyszerű irodai alkalmazást veszünk alapul, akkor tudhatjuk, hogy egy .doc kiterjesztésű szövegszerkesztőben készített dokumentumot már nemcsak a Microsoft Word, hanem bármely szövegszerkesztő alkalmazás segítségével megnyithatunk és szerkeszthe-

tünk, sőt mára ezek látvány- és minőségi különbség nélkül működnek együtt.

Ugyanezen elven dolgoznak a szoftverfejlesztők az építőszoftverek kapcsán is. A BIM technológia az úgynevezett IFC (Industry Foundation Classes) segítségével lehetővé teszi, hogy a különböző fájlformátumokban készült elemeket, projektinformációkat az adatok optimális megőrzése mellett oszthassuk meg. A Nemetschek cégcsoport kezdettől fogva a nyílt BIM technológia zászlóvivője. Ennek eredményeként a különböző szoftverek, például az Allplan és az ArchiCAD, vagy a statikusok méretezőszoftverei, a Scia vagy a Frilo között az adatáramlás során megőrződnek és továbbadódhatnak mind a geometriai, mind a további belső információk is.

## Módosítás, hibamentesen

A tervek változása miatt a különféle tervdokumentumok – például specifikációk, rajzok és anyagkimutatások – frissítése rengeteg hibalehetőséget rejt, és időigényes. A BIM az összes rajz és kimutatás automatikus frissítésével drasztikusan lerövidíti a termódosítások végrehajtásához szükséges időt. A modellkomponensek vagy épületelemek ütközése beépített szoftverfunkciók segítségével gyorsan felismerhető, ami egy BIM program másik fő előnye. Ennek eredményeként a BIM segít a pontosabb dokumentáció elkészítésében.

## Rövidebb határidő = versenyképesebb iroda

A fejlett 3D modellező BIM szoftver szám-talan automatizálási lehetőséget kínál, például a 3D modellből automatikusan előállítja a mennyiségi listákat, 2D dokumentációkat, amelyek a tervezés változásával azonnal frissülnek. Ez jelentősen növeli a projekt megvalósításának termelékenységét és eredményességét, ami a BIM másik jelentős előnye.

## Vége a kételkedésnek!

Világszerte sok építész- és építőmérnök ismeri a BIM előnyeit, és Magyarországon is egyre inkább kezd beépülni a szakmai köztudatba. Bár elsőre úgy tűnhet, hogy a technológiát használó szoftverekbe és a képzésekbe történő befektetés nagyobb akadályt jelenthet, azonban a beruházás rövid távon megtérülhet, hiszen segítségével az iroda versenyképesebb, a munkavégzés hatékonyabb lesz.



# Technológiai és komfortkövetelmények a Szegedi ELI Lézerkutató Intézet tervezése során

## Magyar tudósok a világ élvonalában

Újabb gyöngszemmel gazdagodtunk: elkészült egy épületkomplexum a tudományos kutatások elősegítésére. A Lézerkutató Intézet Magyarországon egyedülálló beruházás, amivel a magyar tudósok bejutottak az európai tudományos világ élvonalába. A szegedi ELI-ALPS kutatási központ elsődleges küldetése az, hogy a nemzetközi tudományos közösség felhasználói köre számára ultragyors fényforrások széles skáláját tegye elérhetővé.



Egy lézertechnológiai berendezés gépészeti ellátóegysége megvalósult állapotban

### Virág Zoltán

Az épületkomplexum tervezésekor az építészek figyelembe vették a kutatási technológia speciális elvárásait és a szükséges funkciók maximális kiszolgálását:

- **A épület:** a lézeres technológia helyiségcsoportjai (lézercsarnokok és kísérleti területek),
- **B épület:** a kiegészítő tudományos-műszaki területek helyiségcsoportjai (laborok, előkészítő műhelyek, kutatók irodái, az A épületet kiszolgáló gépészeti helyiségek),
- **C épület:** a tudásközpontként is szolgáló, irodai és kutató funkciókat tartalmazó fogadóépület (recepció, konferenciaterem, könyvtár, szeminárium termek, menedzsmentirodák, étterem),

- **D épület:** a komplexum kiszolgálását, karbantartását és fenntartását biztosító multifunkcionális csarnok,

- **E épület:** portaépület.

Az épületek és funkciók felsorolása is mutatja, milyen összetett feladatot kell megoldani a tervezőgárdának, ezen belül az épületgépészetnek. Egyszerre kell legmagasabb fokon biztosítani a speciális technológiai és komfortkövetelményeket. Az épületegyüttesben 4200 m<sup>2</sup> alapterületű tisztatér kialakítása vált szükségessé. A tisztaterek megtervezésére „ház a házban” rendszerben került sor. Épületgépészeti szempontból a nagy tisztaságú terek kialakítása, valamint a nagy pontosságú hőmérsékleti és páratartalom-stabilitás megoldása jelentette a szép feladatot.

Az épületgépészeti terv kidolgozása során fő célként tartottuk szem előtt, hogy a kutatóközpont épületgépészeti rendszerrel szolgálja ki a megrendelőt, a kutatási cél és az építészek által megálmodott új épület energetikai és komfortigényeit. Magas műszaki színvonalú, gazdaságos rendszer kialakítására van szükség, gondolva a kivételes technológiai igények, valamint az élet- és vagyonvédelem szempontjaira is. Törekedtünk arra, hogy az üzemelő létesítmény a lehető legkevesebb fosszilis és elektromos energiát vegye ki a közműhálózatból. A fenntartható épület igényének megfelelően az üzemeltetés költségein túl a környezetet terhelő szennyezőanyag-kibocsátást is csökkentenünk kellett. Az építészeti, statikai és épületgépészeti tervezés kiemelten fontos célja az épületek alacsony energiafelhasználásának elérése volt.

Megítélésünk szerint a kutatóközpont mindenkori zavartalan működése kiemelt fontosságú, tehát az épületgépészet egyes rendszereinek – hő- és hidegenergia-ellátás – „szünetmentesen” kell üzemelniük. Ezért ezeket több, egymástól független energia-hordozó segítségével oldottuk meg.

Szintén fontosnak tartottuk az egyes helyiségek felhasználási módja, hőterhelése, valamint a hőleadókkal szemben támasztott igény időbeli gyors változásának lekövetését. Az épületgépész energetikai rendszer alapja a fosszilis és alternatív megújuló energiaforrások felhasználása. A gáz és az elektromos primer energia felhasználásának csökkentése érdekében az energetikai rendszert felkészítettük a termálvíz-energia fogadására. A levegős hőszivattyúk működését nyáron hűtőgép, télen gázkazánház egészíti ki. Energiatároló alkalmazásával biztosítjuk a különböző energiaforrások felhasználását a kutatási központ energetikai rendszerének biztonságos működéséhez. A gazdaságos üzemeltetéshez felállítottunk egy energiamátrixot, melynek segítségével folyamatosan figyelhető és változtatható a felhasznált energiaforrás. Az energiamátrixból látható, hogy a

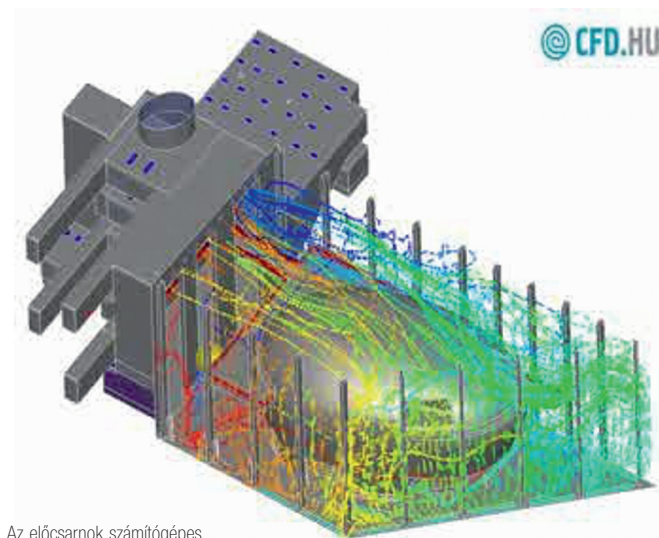
rendszerünket felkészítettük az alternatív energiaforrások alkalmazására, valamint a későbbi befogadására is. Az energetikai rendszerekbe további hővisszanyerőket, korszerű energiaosztályú (EER) berendezéseket és a távozó energiát és hulladékhőt visszaforgató berendezéseket építünk be.

A lézertechnológiai berendezéseket tartalmazó épület területén gépészeti központ - kazánház, szellőzőgépház - nem létesül, így a rezgésbiztos célterületeken a gépészeti berendezések számát minimalizáltuk, hogy a működésükkel okozott rezgéseket elkerüljük. Az épületgépészeti igényeket a B épület gépészeti tereiből látjuk el. A lézertechnológiai helyiségek klimatizálását légtechnikával oldjuk meg, a statikai szerkezetek közötti légtechnikai vezetékek megfelelő vezetéseivel, valamint a tisztatér-kialakítás követelményeinek megfelelő befúvó-elszívó anemosztátok segítségével. A szellőzési rendszer oly módon működik, hogy a beépített szellőzőgép biztosítja a tisztasági szint és a technológia által megkövetelt légállapotot és a friss levegő mennyiségét. A helyiségek hőmérsékleti szabályozása a légtechnika feladata.

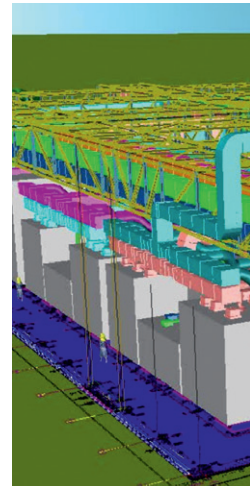
A szükséges hűtési energia előállításához kompresszoros folyadékhűtőgépeket telepítettünk. Hőszivattyús berendezéseket is tervezünk az épületek hűtési igényeinek kielégítésére. A hűtőgépeket az egyes kiszolgálóépületek hűtőgépházába telepítjük. A hűtőgépházban és a hűtőközpontban helyeztük el a hűtési osztókat-gyűjtőket, hűtési keringtetőszivattyúkat, tágulási tartályokat, egyéb kiegészítő szerelvényeket.

A lézerberendezések hűtése technológiai víz/víz hőcserélővel biztosított, melynek primer oldalára vezetjük a központi hűtőgépek által hűtött vizet. A szekunder oldal hűtővizét a technológiai hőcserélő és szekunder szivattyú szállítja a hűtendő berendezésekhez (vákuumszivattyú, lézersugár-előállító berendezések).

A főépület lézerhelyiségeit és célterületeit a technológiai leírásban megadott ISO-fokozatnak megfelelően méretezett légcserét biztosító szellőztetőberendezéssel hűtjük-fűtjük, szellőztetjük. A szellőzőgép a sterilitás követelményeit teljesítő rozsdamentes kivitelben és kialakításban készültek. A légkezelő rendszereket az épületfelügyeleti rendszer automatikája vezérli, az előírt légállapot-paraméterek (hőmérséklet, hőmérséklet-gradiens, pá-



Az előcsarnok számítógépes dinamikus szimuláció eredménye



ratartalom, páratartalom-gradiens és légsebesség) követelményeit betartandó.

A technológiai kísérletek előkészítése és elvégzése során a tisztatert mint védendő teret a környezetétől elválasztjuk. A tisztatéri helyiségek légtechnikai kialakításánál fontos tényező a nyomáslépcsők létrehozása, azaz a védendő helyiségben a környezethez képest megfelelő túlnyomás biztosítása. A határolószerkezetek tömítetlensége, illetve a zsílipeken való átjárás esetén a légáramlás minden esetben a helyiségből kifelé irányul. Az egyes tisztasági osztályokban a túlnyomás mértékét úgy határozzuk meg, hogy a túlnyomás nagysága az alacsonyabb tisztasági osztályok irányában csökken.

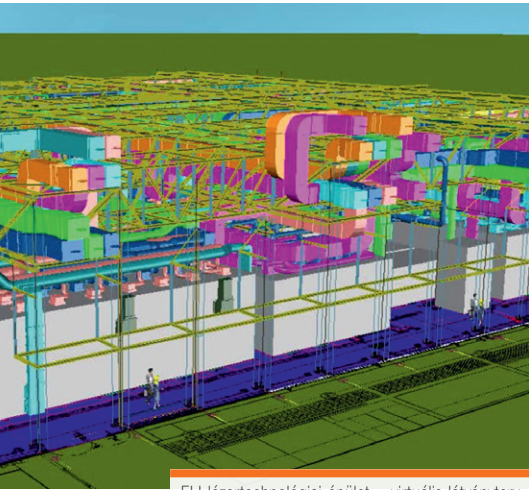
A kutatóintézet területén levő helyiségekben olyan tisztatert alakítottunk ki, ahol a hőmérséklet, a relatív nedvességtartalom, a környezethez viszonyított nyomás, a mechanikai rezgések, a zajszint és a levegő szilárdanyag-tartalma szigorúan szabályozott. Az épületekben levő tisztatéri helyiségek légtechnikai kialakításánál igen nagy szerepe van a légbevezetési rendszernek. A légbevezetési rendszerünket a magasabb tisztasági követelmények kielégítésére és a technológiai zóna védelmére lamináris áramlási rendszerre alakítottuk ki. A lamináris áramlás lényege az irányítottág és turbulenciaszegénység. Ezt úgy érjük el, ha nagy felületen kis sebességgel vezetjük a helyiségbe a levegőt. Lamináris áramlás alkalmazásával az igényelt légcsere elérhető úgy, hogy a komfortkövetelmények is teljesüljenek.

A tisztatéri helyiségbe a megfelelően kezelt és tiszta levegőt az álmennyezetben kialakított befúvókon keresztül juttatjuk a térbe. A speciális kialakítású tisztatéri befúvók még egy karbantartható és cserélhető, nagy szűrési határfokú szűrővel vannak ellátva. A helyiségben a légáramlás iránya felülről lefelé történik, így a keletkező szennyeződés áramlási útja nagyon rövid, hiszen a levegő áramlása a helyiség padlószintje közelében elhelyezett elszívó anemosztátok felé tereli. Az anemosztátokat szintén szűrővel építjük be, mivel energetikai szempontból a tisztatéri levegő keringtetése megengedett. Az elszívórendszer kialakítása megfelel az energiaoptimalizálás és a fokozott üzembiztonság igényeinek.

A kialakított tisztaterek jellemzően nagy légcsereszámot igényelnek, így igen nagy levegőmennyiség mozgására van szükség. Energiahatékonysági okokból csak a kötelezően előírt mennyiséget fedezzük friss levegővel, a fennmaradó részt az elszívott levegő recirkulálásával biztosítjuk. Az épület fenntarthatósági és energiatudatos tervezése eredményeképpen a tisztasági fok betartása mellett lényegesen kevesebb energiát fordítunk a levegő mozgására és kezelésére.

A technológiai épületgépészeti munkák mellett bonyolult komfortterek megoldásával is foglalkoztunk, alkalmaztuk és felhasználtuk a korszerű tudományos eredményeket munkánk során. Példaként szeretnénk bemutatni az ELI egyik bonyolult komfortterét, amely a tudományos központ előcsarnoktere. Az alapterület 650





ELI lézertechnológiai épület – virtuális látványterv

m<sup>2</sup>, átlagos belmagassága 17 m. A határoló szerkezet üveg, amely megfelelő árnyékoló szerkezettel van ellátva. A komfortteret bonyolítja, hogy a térben egy elhatárolt, 200 főt befogadó konferenciaterem, valamint különböző magasságban könyvesboltok, ruhatár és különféle funkcionális helyiségek is találhatóak. Figyelembe kell venni a különböző térbeli pozíciókban a komfortérzet biztosítását, egyidejűleg az energiaracionalizálási, gazdaságossági, fenntarthatósági és egyéb fontos szempontokat.

Az előcsarnok kialakítása közös – építész, elektromos, gépész, épületszerkezeti társtervezői – egyeztetéseknek megfelelően történt. Az előcsarnok energetikai szempontból is igen fontos létesítménye az épület funkcionális egységeinek. Az előcsarnok terében helyi komforttereket biztosítunk a bent tartózkodók részére.

Tehát különleges térnek tekinthető az épületben lévő előcsarnok és konferenciaközpont, ahol a megfelelő komfortérzet kialakításához igen pontos, komfortelméleti alapokon nyugvó számítást kell elvégezni. A felépített modellben dinamikus vizsgálatot végzünk el, a külső hőmérséklet, valamint a napsugárzási intenzitás figyelembevételével. A légállapotot úgy méretezzük, hogy mind az emberek számára fontos komfortérzet, mind az épület állagvédelme szempontjából megfelelő legyen. A fő cél, hogy a gépészeti berendezések optimális energiát használjanak fel a megfelelő belső légállapot kialakításához.

Komfortszellőzés esetén a friss levegő térfogatáramát részben a bent tartózkodók oxigén szükséglete, részben a belső

levegő minősége, valamint a technológiai hőterhelés (elektromos hőterhelés, világítás, belső berendezések hőleadása, technológiai világítás, emberek hőterhelése, emberek nedvességterhelése stb.) határozza meg.

A helyiség hőérzetének biztosítását nem csak gépi úton oldjuk meg. Az üvegfelület és a belső árnyékoló közötti teret, megfelelő külső hőmérsékleti viszonyok esetén – például átmeneti időszakban – a gravitációs szellőzés felhasználásával segítjük. Ebben az esetben felhasználjuk a füstelszívás légutánpótlására kialakított és az üvegfelület felső zónájában kialakított nyitható felületeket. A gravitációs áramlás ekkor a természetesen kialakuló sűrűségváltozás következtében szellőzteti ki az üvegfelület mögötti légrést. Természetesen ezt az állapotot is lefuttattuk a szimulációs eljárásunk során.

A tervezési feladatunk céljának tekintjük, hogy megállapítsuk a kialakuló áramlási és hőmérséklet-viszonyokat és azok változását a klímaberendezés működése közben. A belső tér adott pontján a komfortviszonyokat a komfortparaméter értéke fejezi ki, amely a helyi áramlási sebesség és a hőmérséklet függvénye is. Ezen értékek alapján lehetőség nyílik a gépészeti tervek háromdimenziós elkészítésére.

A tervezési rendszer komfortterek esetén is alkalmas a számítógépes szimulációra, mellyel modellezni tudjuk a helyiségekben lejátszódó komfortérzeti folyamatokat. A szimulációs elemzés módszerét a BME Gépészmérnöki Kar Áramlástan Tanszék, valamint a CFD.hu Kft. munkatársaival, *dr. Kristóf Gergely* vezetésével alkalmaztuk az adott feladatra.

A szimulációs elemzés első lépéseként az építészeti metszetrajzok alapján felépítettük az aula és az ahhoz nagy keresztmetszetekkel kapcsolódó lépcsőház, valamint négy irodai szint légtereinek háromdimenziós geometriai modelljét.

A mérnöki munka során a virtuális térünkben már régóta használjuk a háromtérdimenziót. Terveinket térben elkészítve az x, y, z koordinátasíkokban elhelyezett térbeli elemekből építjük fel. Tulajdonképpen mindig is használtuk a negyedik dimenziót, hiszen az energetikai számítások, a megtérülési számítások, üzemeltetési költség számítások stb. mind-mind az idődimenzióban lezajló események előrejelzésére vonatkozó számítások.

A tudomány fejlődésével lehetőségünk nyílt arra, hogy a virtuális tervezői térünkben is olyan időben lefolyó és változó folyamatokat szimuláljunk, melyek befolyásolják a megvalósuló épületben tartózkodók komfortérzetét. Az épületgépész mérnöknek az emberi komfortkörnyezet kellemessé tételén kell dolgoznia. Ennek a célnak az eléréséhez szükségünk van olyan gondolkodásbeli és technikai fejlődésre, melyek segítségével a mai igényeknek megfelelő különleges terek komfortméretezését már a négy- és többdimenziós virtuális térben is el tudjuk végezni.

A szimulációs eredmények feldolgozása és kiértékelése után a kapott adatokat beépítettük a tervezési munkánkba, így alakítottuk ki a virtuális térben és időben már működő modellünk alapján a helyiség és az épület épületgépész-rendszereit.

Energetikai szempontból fontos, hogy bizonyos klimatikus viszonyok esetén a homlokzat átszellőztetésére felhasználható az üveghomlokzat alsó és felső területén elhelyezett légbevezető és füstelvezető nyílások, melyek méreteit a szimuláció alapján határoztuk meg. Így az üzemelési időszak jelentős részében az üvegfal és az árnyékoló közötti teret gravitációs úton szellőztetjük ki.

A kialakított szellőztetőrendszer energetikai szempontból igen kedvező, hiszen lényeges energiamegtakarítást érünk el, és a fenntarthatóság szempontjait vesszük figyelembe az üvegfelület mögötti légréteg gravitációs szellőztetésével, valamint az irodai rendszerből távozó levegő „újrahasznosításával”.

Környezetvédelmi megfontolásból csak olyan berendezést építünk be, amely teljesíti a lakó- és középületekre vonatkozó immisziós zajhatárérték-követelményeket, valamint az érvényes nemzetközi és hazai szabványok által előírt értékeket.

Látható a fejlődés, hogy a tervezői virtuális világban is előreléphetünk, és a többdimenziós modelltervezési eljárással még közelebb kerülhetünk a való világ folyamatainak megismeréséhez, a technológiai igények és az emberi komfort biztonságosabb megvalósításához.

Az épületgépész-szakma tudásával, felkészültségével és kiváló szakembereivel hozzájárult a tudományos élet ezen meghatározó épületegyüttesének megvalósulásához. Az épületkomplexum életre kelt, és a tudomány szolgálatába áll.

Elkeseredett őslakosoktól a valódi klímasemleges alternatívákig

# Az energiafordulat és az e-mobilitás árnyoldalai

A természet- és műszaki tudományok területén az emberi tudás kétévenként megduplázódik, és ez az intervallum megállíthatatlanul rövidül. A világ a következő húsz évben jobban megváltozik majd, mint az elmúlt száz évben. Felvetődik a kérdés: képes-e az ember egyáltalán a felismerések és tapasztalatok folyamatosan növekvő áradatát áttekinteni, feldolgozni és hasznosítani?



Prof. Dr.-Ing.  
Anisits Ferenc

Megszoktuk, hogy specialisták ítélőképességére bízunk magunkat, ők azonban csőlátásuk következtében ma már csak interdiszciplináris együttműködésben képesek felismerni a fejlődés helyes útját. Az ember – mint *homo oeconomicus* – hatáskorban, profitban és gazdaságosságban hajlandó gondolkodni, egyszerű érzelmeket keltő, manipulatív üzenetek vezérlik, nem a szakavatott, nyilvános tájékoztatás. A józan ész helyét euforikus érzelmek foglalják el, amelyek hangzatos, harsány reklámokból – pl. *way to zero* vagy a *Fridays for Future* mozgalmak – táplálkoznak. Az ökológiai lábnyomok szaporodnak, az emberiség pedig nem tanul a hibáiból.

## Nyersanyagigény

### A széleenergia hasznosítása

A modern szélturbina 140–260 méter magas műszaki építmény, amely 2000 m<sup>2</sup>-es betonlapozaton áll. Ezt veszi körbe a szerelődaru felállítására szolgáló, 1500 m<sup>2</sup> nagyságú talpazat. Főbb építőelemei: alapzat, torony, generátorház és rotor. A rotor a lapátkerékagyból és a szárnylapátokból áll. A turbinalapátok hosszmérete 65–85 méter. A generátorházban található a generátor és a berendezés típusától függően a szélesebességváltó. A rotor a lapátkerékaggal együtt 320 tonnát (kb. 200 autó) nyom és 15–60/perc fordulatszámmal forog. A tartóoszlop és az alapzat több ezer tonna súlyával a legnagyobb szélesebességnek és szélhőmérsékletnek is képes ellenállni. A szélérőmű maximális teljesítménye eléri a 4,83 MW-ot. A gazdaságos háromfázisú áramtermelés 6 m/sec szélesebességnél valósul meg. A szélérőműveket 20 éves üzemeltetési időtartamra tervezik. A szélturbinák egymástól való távolsága szélirányban legalább 5x rotorátmérő (kb. 400 m), oldalirányban pedig legalább 3x rotorátmérő (kb. 300 m). A szélérőmű számos nyersanyagból épül fel: cement (alapzat), vas, acél, réz, alumínium (tartóoszlop), króm, mangán, szelén, molibdén, nióbbium (gépház) műanyagok és különböző ritkaföldfémek, mint diszprózium és neodínium (generátorok mágnesében), üvegfázisú epoxigyanta kötésű műanyagok (rotorokban).

A ritkaföldfémek főként Kínában fordulnak elő, ahol a kitermelésük a környezet és a lakosság egészségének katasztrofális méretű károsításával jár. A kínai elektronikai ipar felfutása miatt a ritkaföldfém-bányászat hosszú távon csak a belföldi igényeket tudja kielégíteni.

A szélérőművekbe beépített nyersanyagok fajlagos igénye: vas, acél: 170 tonna/

MW; alumínium: 35 tonna/MW; réz: 4,5 tonna/MW; cement: 1100 tonna/MW.

A szélérőmű telepítésének ott van értelme, ahol legalább 4 m/sec az évi átlagos szélesebesség. A szélkerékpark területigényét az áramteljesítmény területegységére vonatkoztatott értékében, m<sup>2</sup>/GWh (Gigawattóra = 1 millió kilowattóra) mérik. A törvény által előírt távolság betartásánál a szélkerékpark területigénye szárazföldön 64 000 m<sup>2</sup>/GWh, tengerpart közelében 1 170 000 m<sup>2</sup>/GWh (összehasonlításképpen atomerőműveknél ez az érték 25 m<sup>2</sup>/GWh).

A szélérőművek anyagának újrahasznosítási aránya 80–90%, kivéve a szárnylapátokat. A szárnylapát hulladékkezelése rendkívül költséges (szállítás, szétbontás és feldolgozás), nem kifizetődő tevékenység. Egyre gyakrabban „ékesíti” a német tájakat a mezőkön egymás mellé fektetett szélturbinalapát-hulladék látványa (évi 20–30 ezer tonna). Ma Németországban annyi szélérőművet építenek, mint amennyit lebontanak. Az új telepítések ellen szerveződik a helyi közösségek tiltakozása, elsősorban az enyhén szólva hátrányos esztétikai látvány, másrészt a ritka ragadozó madarak (évi 8000 vörös héja) elhullása és a lapátok által keltett zavaró (káros?) hanghatások miatt.

Ha Németország energiaigényének egynegyedét szélérőművekkel kívánják fedezni, akkor a telepítendő, egymástól 8 km távolságra lévő szélkerekek az egész ország területét lefednék.

### A napenergia hasznosítása

A *napkollektorokban* a Nap sugárzási energiájával hőenergia termelődik. A kollektorokban hőközvetítő közeg (folyadék, gáz) cirkulál. A felhevített közeg a hőleadás és a lehűlése után ismét visszakerül a cirkulációs vagy szivattyús rendszerű kollektorokba. A berendezés fűtésre vagy vízmelegítésre szolgál (pl. háztetőre telepítés esetén). A berendezés mindaddig hibátlanul mű-





## Az e-mobilitás<sup>1</sup> globális ökológiai mérlege

Az elektromos autók globális ökológiai mérlege értelemszerűen kiterjed az egész életciklusra: a nyersanyagok környezetkárosító kitermelésére, szállítására, az akkumulátorok szén-dioxiddal szennyező gyártási folyamatára, a fosszilis energiával szennyezett elektromos árammal történő üzemeltetésre és a hulladékkezelésre.

Az elektromos autó az egész életciklusa folyamán szürke energiából származó emissziót halmoz fel, kvázi egy CO<sub>2</sub>-hátizsákot cipel, amely jelentősen nagyobb, mint egy modern dízelautó üzemeltetésénél. Ettől a teherből annál gyorsabban mentesül az autó, minél tisztább az üzemeltető villamos áram, hosszabb az akkumulátor élettartama és kisebb az akkumulátor tömege.

Az e-mobilitásról szóló ökomerleg-tanulmányok szerint a kisebb elektromos gépjárművek kedvezőbbek a klímavédelem szempontjából. A jelenlegi trend – nagyobb hatótávolságot nehéz akkumulátorokkal elérni – téves, mert csökkenti az elektromos autók szándékolt ökonomiai előnyét.

Az elektromos autó számos alkatrésze nagyszámú ritkaföldfémeket tartalmaz. Ilyenek pl. a cérium, bizmut, germánium, lantan, eurórium stb. Ezenkívül átlagosan 80 kilogrammal (elektromotorok) több réz beépítésére kerül sor, mint a hagyományos autókba. Az akkumulátor előnytelen, kis energiasűrűségű tároló, ez képezi az elektromos autó legfontosabb alkatrészét. Az elektródagyártás nagy mennyiségben igényel lítiumot, kobaltot, platinát és grafitot. A bolíviai Salar de Uyuni nevű sóstóban, az argentin Pozuelos nevű sósvatagban és a chilei Coyo környékén folyik a lítiumtartalmú kőzet kibányászása. A lítium alkálifém, amelyet vizes oldatból elpárologtatás útján nyernek ki. Az ásványtartalmú talajvizet óriási medencékbe szivattyúzzák. Az erős napsugárzás hatására a víz elpárolog, és különböző összetételű sóoldat marad vissza a medencében, amelyet kémiai folyamat útján lítiumkarbonáttá alakítanak át. Ha sokat kell párologtatni, a talajvíz szintje süllyed, a folyómedrek kiszáradnak, a talaj elszennyeződik és az ivóvíz elfertőződik. A lítiumkarbonátot a több ezer kilométerre fekvő

<sup>1</sup> E-mobilitás: a személy- és tömegközlekedésben használt gépjárművek elektromotoros meghajtása. A trolibusz és a villamos, elektromos felsővezetékhez kötött gépjárművek nem képezik az e-mobilitás témakörét.

ködök, amíg a hatásfoka – korrózió és lerakódások folytán – 80% alá nem csökken. Az élettartama, rendszeres és szakavatott karbantartás esetén, akár 20 évnél is több lehet.

A nagy teljesítményű *naphőerőművekben* a Nap sugárzási hőenergiáját hasznosítják a folyadék felhevítéséhez, ezzel azután gőzturbinát üzemeltetnek, amely a generátorhoz kapcsolva villamos áramot szolgáltat. A napelem vagy a fotovillamos elem a Nap elektromagnetikus energiáját alakítja át közvetlenül villamos energiává, amelyet inverterek alakítanak át egyenáramból váltakozó árammá. A kívánt feszültség szintet transzformátorokkal érik el. A fotovoltaiikus berendezésekben három megoldást alkalmaznak: a vékonyréteges modult, a mono- és a polikristályú szilíciummodult. Mindhárom modultípus eltér egymástól a hatásfokban, gyártási költségekben, hővezetésben és súlyban. A modul kivitelezésétől függően eltérő nyersanyagokra és mennyiségekre van szükség. A szükséges nyersanyag a vékonyréteges modulnál: kadmium, tellur vagy réz, indium, gallium, szelén, germánium; a mono- és polikristályos modulnál pedig szilícium és ezüst. A berendezésben felhasznált ezüst mennyisége 90 kg/MW.

A hőerőművek élettartamát 20–40 évre becsülik. A fotovoltaiikus területigénye szabadterei telepítésnél 22 900 m<sup>2</sup>/GWh. A naplempark telepítésének ökológiai lábnyoma sem hagyható figyelmen kívül.

### Az áramtermelés akadályai megújuló energiák esetén

Az áramszolgáltatás megújuló energiákból nagymértékben ingadozik – a széljára

rástól, a nappalok/éjszakák, az évszakok változásától függően –, a kiszámíthatatlan időjárás viszonyok függvénye. Mivel a villamos hálózatokban a termelés és fogyasztás között állandó egyensúly van, a hálózat nem képes energiát kívülről felvenni vagy tárolni. Minél nagyobb a megújuló energia részesedése az áramellátásban, annál nagyobb jelentőségű a tárolás kérdése. A tisztán megújuló energiákon alapuló állandó áramszolgáltatás általánosan, széleskörűen ma még nem biztosítható. Például Németországban a megújuló energiákból termelt áram nem képes a hálózatból a kalorikus erőművekben termelt elektromos áramot kiszorítani. Az áramszolgáltatás ezért két, párhuzamosan kiépített struktúrával működik, amelynek következménye, hogy ott a legdrágább a villanyáram. A megújuló energiaformák berendezéseinek telepítését elsősorban az ország szélviszonyai (széltérképe) és a Nap átlagos sugárzási ideje határozza meg. A telepítéshez kapcsolódó magas költségek, az erdők és mezőgazdasági termelésre alkalmas, óriási területek lefedése, kiesése, az eredeti tájkép optikai elcsúfítása, a természeti környezet maradó károsítása sem hagyhatók figyelmen kívül.

A megújuló energiaszolgáltatás ökológiai értékelése csak akkor teljes, ha kiterjed az egész folyamatra, a nyersanyag kiaknázásától kezdve (a szállítást is beleértve) a berendezés legyártásán és üzemeltetésén keresztül a hulladékkezelésre is. Mindez tetemes energiafogyasztással, károsanyag-kibocsátással (emisszióval) és számos ökológiai lábnyom hátrahagyásával jár.

akkumulátorgyárakba szállítják, majd a lítium-karbonáttól kémiai folyamatok során tiszta lítiumot nyernek, tetemes mennyiségű szén-dioxid keletkezése kíséretében.

Az európai energiafordulattal rohamosan nő a lítiumkereslet. 10–15 kg lítium szükséges egyetlen elektromos autóhoz való lítiumion-akkumulátor gyártásához. A lítium kinyerése megsemmisíti az őshonos indián lakosság egzisztenciális alapjait, az egyébként is száraz vidéken alaposan megcsappantja a vízkészletet, elszennyezi a talajt és a levegőt. Az őslakosok elkeseredett kiáltása – „Az európaiak az elektromotoros autóikkal megölnék bennünket!” – a „zöld” politikusoknál süket fülekre talál.

Az argentinai geológiai tanulmány (Buenos Aires-i Egyetem, 2011) becslése szerint a lítium kitermelésénél tonnánként kétmillió liter vizet használnak fel. Nagyobb lítiumkoncentrációnál ez „csupán” négyszázezer liter. A United States Geological Survey (USGS) jelentése szerint az ismert globális lítiumtartalék a földkéregben 53 millió tonna. A gazdasági szempontok alapján kiaknázható lítiumtömeg jelenleg ennek 30%-a, tehát 16 millió tonna. 2017-ben világszerte kerekén 43 ezer tonna lítiumot termeltek ki. A ma ismert fátorgatókönyvek szerint az évi lítiumszükséglet 2030-ig 160 ezer tonnára, 2050-re 500 ezer tonnára növekszik.

A globális kobalttartalékot 145 millió tonnára becsülik. Ennek csupán 17%-a tárolódik a szárazföldön, a többség az óceán mélyén, a kobaltkéregben, mangánzárványokban található. A világ legnagyobb kobaltkitermelője Kongó, amely a világ tartalékának 60%-a felett rendelkezik. 2017-ben 64 ezer tonna kobaltot aknáztak ki. Az e-mobilitás előretörésével a szükséglet 2030-ig 260 ezer tonnára, 2050-ig több mint 800 ezer tonnára növekszik. A kereslet és kínálat alakulásának figyelembevételével a kobalt hiánycikké válhat a 21. század folyamán. Az akkumulátorgyártók előrelátóan cselekednek, ha a kobaltot nikkellel pótolják.

Ezenkívül az akkumulátorok tartalmaznak más nyersanyagokat is, grafitot, platinát és mangánt. A hulladékká vált lítiumion-akkumulátorok újrahasznosítása rendkívül nagy ráfordítással jár, de ökológiailag értelmes tevékenység.

A körforgásos gazdálkodás elvének megfelelően egyre gyakrabban alakulnak cégek a másodlagos nyersanyagok visszanyerésére. Ma még az EU a lítiumion-akkumulátoro-

kat a szokásos ipari akkumulátorok közé sorolja be, ahol 50% a másodlagos nyersanyag előírt újrahasznosítási kvótája. Várható a törvény szigorítása, a visszanyerés 90%-ra emelése és az államok újrahasznosítási infrastruktúrájának kötelező kiépítése.

A mai felső kategóriájú autókban több mint száz villanymotor van beépítve: az ülés pozíciójának állítására, ablaktörlő mozgására, az utastér szellőztetésére, szivattyúk, kompresszorok (klimatizálás) működtetésére stb. Ilyen kisebb teljesítményű hajtásra az egyszerűbb kivitelezésű gépjárművekben egyenáramú villanymotorokat alkalmaznak. Az elektromos autók meghajtására ezzel szemben kizárólag nagy teljesítményű váltóáramú motort használnak. Bár a villanymotorok már majdnem kétszáz éve léteznek, rohamos fejlődésük csak az utóbbi két évtizedben ment végbe. Ez egyrészt a modern anyagok – például erős mágnesek ritkaföldfémekből –, másrészt nagy teljesítményű számítógépek és elektromos építőelemek alkalmazásának köszönhető. Ezáltal rendkívül bonyolult szabályozást, korábban soha nem látott sebességgel és pontossággal sikerült megvalósítani. Minél könnyebb a motor, annál kisebb beépítési teret is igényel, és annál kevesebb energiát fordít a gépjármű gyorsítására vagy fékezésére. A BMW i3 villanymotorja például 50 kg-ot nyom és 75 kW teljesítményt nyújt, amely 0,67 kg/kW teljesítménysúlynak felel meg.

Az elektromosság legfontosabb nyersanyaga jó vezetőképessége miatt a réz, a Föld nyersanyagtartalékai azonban rézben is végesek. A rézkereslet az ICA (International Copper Association) jelentése szerint jelentősen növekedni fog az elektromos autók térhódítása során. Egyedül a villanymotorok rézdróttal tekercselt rotorja 2030-ig több mint évi 250 ezer tonna növekedést okoz a világ rézkitermelésében. A réztermelés a következő harminc évben meg fogja duplázni a bányászat kezdetétől eddig kinyert összmennyiséget. A világ legnagyobb rézbányája az észak-chilei Atacama-sivatagban található. A felszíni fejtés egy óriási, 4300 m hosszú, 3000 m széles és 1000 m mély, kúp alakú kráterben történik. Az óriási vízfogyasztás (2000 l/sec) olyan tájon zajlik meglehetősen pazarlóan, ahol már több száz éve nem esett eső. A bánya völgykatlanban helyezkedik el, magas hegyekkel körülvéve, ahol a levegő nehézfémekkel erősen szennyezett. 15 ezer bányász dolgozik három műszakban, heti héten.

nya valakiknek jólétet, másoknak szerény megélhetést és pusztítást hozott. A tüdőrákos megbetegedés sokak sorsa. Tocopilla város a Csendes-óceán partján gondoskodik a bánya elektromos árammal való ellátásáról, mégpedig kilenc új széntüzelésű erőművel. A szent Kolumbiából szállítják, négyezer kilométeres hajóúton. A város levegője nehézfémekkel szennyezett (a lakosság 10%-a tüdőrákos).

## Az e-mobilitás klímasemleges alternatívái

A világot a közeljövőben elkerülhetetlen nyersanyaghiány fenyegeti, amelyet a mai rablógazdálkodás okoz. A fenntartható klímavédelem olyan technológiai megújulást igényel, amely kevésbé függ a nyersanyagtól, és nem szorul a világ nyersanyag-monopolistáira. Több megoldás kínálkozik a klímasemleges energiaellátásra:

Oláh György javasolta az áttérést a metanolgazdaságra. Gyakorlatilag ez azt jelentené, hogy a hőerőművek füstgázában lévő szén-dioxidból metanol termeljenek. A kőszéntüzelésű hőerőműben, Lünenben napi egy tonna metanol termeltek. A metanol energiátároló, üzemanyag, valamint kémiai alapanyag. Klímasemleges, mert a Föld szén-dioxid-körfolyamatába illeszkedik be. Izland több metanolgyárat működtet a szén-dioxid-dús forrásokból, amelyek Oláh György nevét viselik.

A belső égésű motor elvén működő, de hidrogénnel üzemeltetett belső égésű motor lehetővé tenné a szén-dioxid-mentes mobilitást, a fentebb említett problémák elkerülése mellett. A BMW Hydrogén 7 modelljével demonstrálta ezt a megoldást már 2004-ben. Újabbán a MAN és Daimler Benz tesztel hidrogén-motorhajtású tehergépkocsikat.

A sűrített levegővel működő, égés nélküli gázexpanziós motorok elve már régóta ismert, ám csupán elvétve alkalmazták (pl. a berni villamosokban). Az emissziómentesség, a hosszú élettartam és a csekély karbantartási igény előnyei mellett számos hátrány is felsorakoztatható – nagy, nehéz palack, alacsony energiasűrűség, a sűrített levegő drága energiahordozó. Alkalmazása tömegközlekedési eszközként erősen kétséges.

## A hiteles és az álságos klímapolitika

A klímapolitikai stratégia a globális felmelegedés mérséklésére irányul. A politikai



intézkedések kiterjednek a nemzetgazdaságok egészére, az energiagazdaságra, a nyersanyagforrások kiaknázására, az ipari termelésre, a közlekedésre, a mezőgazdaságra, a háztartásokra és a természetvédelemre. A klímapolitika akkor hiteles, ha az intézkedések reális célokat követnek, hatékonyak, összeegyeztethetők a társadalom elvárásaival, és kicsi az ökológiai lábnyomuk. A megoldásokon csak olyan szakemberek dolgozhatnak, akik függetlenek minden külső befolyástól, csupán a klímavédelemnek elkötelezettek. A klímapolitika akkor válik álságossá, ha az rejtett üzleti vagy ideológiai célokat szolgál. Így válnak a tájékozatlan, naiv polgárok a politikusok, a lobbisták, a média és *Greta Thunberg* propagandájának áldozatává.

Az álságos klímapolitika számos európai „zöld mintaállamnál” tetten érhető, mert környezettudatosságuk csupán az országaik határáig terjed. Környezetvédelmi intézkedései alapján Norvégia is öntudatos és büszke mintaország. 2025-ig a teljes személygépjármű-forgalmat elektromos meghajtásúvá kívánják átváltítani, ugyanakkor a világ hetedik legnagyobb kőolaj- és földgázkitermelőjeként lényegében hozzájárul a szénhidrogének elégetéséhez és a globális szén-dioxid-kibocsátás növeléséhez. Ez a tudathasadós magatartás olyan, mintha egy kábítószerrel kereskedő a kábítószer-fogyasztóra hárítaná át a felelősséget.

A széntüzelés teljes leállítása azt jelenti, hogy az eltüzelésre szánt szén a föld alatt marad. A zöld paradoxon másik mintapéldája Németország: egyrészt energiafordulatot (a fosszilisból a megújuló áramtermelésbe) hirdet, másrészt mint a világ egyik legnagyobb barnaszén-kitermelője és -exportőre, buzgón növeli a globális szén-dioxid-kibocsátást. Az európai CO<sub>2</sub>-kibocsátás kereskedelme is komolytalan bohózat. A megújuló energiát termelő országok emissziós certifikációkkal kereskednek. Az európai piacon a certifikációk felvásárlásával más országok több fosszilis tüzelőanyagot égethetnek el.

## Az elektronikai ipar nyersanyag-kiszolgáltatóssága

A ritkaföldfémek a világ legfontosabb és legkeresettebb nyersanyagai (mobiltelefonok, számítógépek, laptopok, elektromos autók, szélturbinák és naperőművek).

Nélkülözhetetlenek a hadiparban (rakétechika, űrhajózás, radarrendszerek, drónok stb.) és a repülőgépiparban. Kína látja el a világkereskedelm 95%-át. Mivel a ritkaföldfémek a kőzetből erős savval nyerik ki, ezért erősen mérgező, ráadásul radioaktív iszap marad vissza. Kínában jött létre a világ legnagyobb szennyvíztava 230 millió köbméter térfogattal, amely nemcsak a talajvizet mérgezi, hanem más vonatkozásban is károsítja az emberi egészséget. A helyi lakosok közvetve a zöld klímavédelem menekültjei, az egyetlen lehetőségük lakóhelyük elhagyása.

Kína monopolhelyezete nem merül ki nyersanyag-exportáló tevékenységében, hiszen a világszerte forgalmazott elektromos készülékek legnagyobb gyártója is. Az az ország, amely Kínával ideológiai okokból nem kereskedik, gazdaságát nyílegyenesen kormányozza a recesszióba, másrészt teljes technológiai kiszolgáltatottságba kerül a nyersanyag-monopólium következtében. A nyersanyagágazat ökológiai, szociális és emberjogi szempontok alapján bizonyítottan a legproblematicusabb gazdasági ágazat. Az utolsó hatvan évben kitört konfliktusok 40%-a összefügg a természetes nyersanyagforrásokért vívott küzdelemmel.

## A klímavédelem helyes útjának felfedezése

A darmstadti ökointézet prognózisa szerint a világ autóállománya eléri a két és fél milliárdot, az új forgalomba hozott gépjárművek száma pedig az évszázad közepéig évi 160 millióra fog növekedni. Az új elektromos autók különböző modellek szerinti részesedése: harmada hibrid, negyede plug-in hibrid és további negyede tisztán akkumulátoros, hatoda üzemanyagcellás hajtásokból tevődik össze. A hirtelen fellépő e-autó-boom átmenetileg – különösen a lítium és a kobalt vonatkozásában – a nyersanyagpiacon hiányhoz vezethet.

A válságok okai sokrétűek lehetnek: politikai zavargások a bányarégiókban, a monopolszerű ellátási struktúrák, vagy új bányák elhúzódo engedélyezési eljárásai. A nyersanyagárak emelkedése is fékezheti a váltást az e-mobilitás korszakába.

Az e-mobilitás akkumulátoros koncepciója nem egyetemesen használható minden közlekedési eszközre. Alkalmazása főleg kisméretű személygépkocsik városi

forgalmára<sup>2</sup> előnyös. A teherautóknál, távolsági autóbuszjáratoknál, vasútnál, vízi járműveknél és repülőgépeknél továbbra is a fosszilis energiahordozókkal való üzemeltetés maradt az uralkodó technológia.

Az energiafordulat és az e-mobilitás rendkívül összetett és sok megoldatlan feladattal terhelt téma, amely nem válhat szakavatlan lobbisták, ideológiai propagandisták, politikusok, ngo-k játszóterévé. Tanulásgként szolgál erre a német energiafordulat kudarca. Németországban az átállítás a megújuló energiaforrásokra a milliárdos támogatások (160 milliárd euró öt év alatt) ellenére sem halad előre. A klímacélokat nem sikerült teljesíteni, az áramhálózat kiépítése is akadozik. A Szövetségi Számvevőszék (Bundesrechnungshof) számos hiányosságot fedezett fel és súlyos szemrehányásokkal illette a gazdasági minisztériumot. Egyre erősödnek azok a hangok, amelyek az atomerőművek bezárásáról szóló elhamarkodott döntés visszavonását követelik. Itt az ideje, hogy a szakemberek a globális ökológiai fenntarthatóság kritériumait a megújuló energiára és az atomerőmű-technológiára objektív alapon, szakszerűen újraértékeljék.

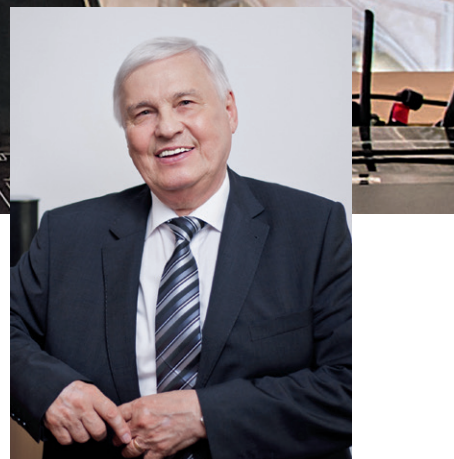
Az akkumulátorok másodlagos nyersanyag hulladékból történő visszanyerésére (kvóta < 90%) speciális hulladékfeldolgozó telepeket kell létrehozni. Fel kell térképezni a napelemparkok telepítésére alkalmas, kis természeti károsítással járó területeket (elsivatagosodott, sós, kiszáradt tavak). A megújuló energiát termelő parkokat egy autonóm villamos vezetékhálózattal kell egymással összekötni, és a termelt áramot tárolásra alkalmas közeg, hidrogén vagy metanol előállítására használni. A tárolt megújuló energiát tervezetten lehet az elektromos fővezetékbe betáplálni.

Mindenekelőtt megszívlelendő *Szent-Györgyi Albert* tanácsa: a helyes út felfedezésére látni kell, amit mások is látnak, és úgy kell gondolkodni, ahogy mások korábban még nem gondolkodtak! Rohanni pedig csak akkor szabad, ha már a helyes úton vagyunk.

<sup>2</sup> Az akkumulátor gyártása tetemes szén-dioxid-kibocsátással jár. Nagy tömegű akkumulátor szén-dioxid-mérlege csak nagyon hosszú élettartamú, emissziómentes üzemeltetési autóknál egyenlíthető ki. Mivel azonban az akkumulátor élettartama (kb. 8 év) rövidebb, mint a gépjárműé, ezért az akkumulátorcserével nem áll be az egyensúly.

Dr. Balogh Géza szakmai pályájáról és a hangrendszerek tervezéséről

# Az elektroakusztikus



**Dr. Balogh Gézát** az elektroakusztika szakterületén kimagasló kutatási, tervezői tevékenységéért 2017-ben Gábor Dénes-életműdíjjal, 2020-ban kimagaslóan sikeres feltalálói tevékenységéért Jedlik Ányos-díjjal tüntették ki, korábban pedig három alkalommal a Kiváló Feltaláló kitüntetés arany fokozatát nyerte el. Tulajdonosa a Békésy György-díjnak, amit az Optikai, Akusztikai, Film- és Színháztechnikai Tudományos Egyesület ítél oda az akusztika szakterületén kimagasló eredményt elért tagjainak. A kiváló szakember az MMK Akusztikai Tagozatának egyik megalapító tagja.

Arató Éva

– Tervezői, fejlesztői tevékenysége mellett több mint húsz éven át oktatott, részt vesz az MTA Akusztikai Osztályközi Állandó Bizottságának és az MMK Akusztikai Tagozatának, az amerikai Audio Engineering Society Magyar Tagozatának munkájában. Az Optikai, Akusztikai, Film- és Színháztechnikai Tudományos Egyesület tudományos bizottságá-

nak elnöke. **Megszerezte a műszaki tudomány kandidátusa és az egyetemi doktori fokozatot. Az MTA köztestületének tagja. Utaltak a kezdetek ilyen mértékű kiteljesedésre?**

– Ha kezdetek, akkor a szegedi Radnóti Miklós Gimnáziumot és tanárait kell elsőként említenem, ahol kiemelkedő eredményeket értem el reál tárgyakból. Egyenes út vezetett a Műegyetemre, ahol kiváló oktatóim voltak. *Simonyi Károly* neve nem csupán a mérnökök világában lehet ismerős, de mindenképpen meg kell említenem az

átviteltechnikát oktató *dr. Géher Károlyt*, és akusztikatanárainak, *dr. Tarnóczy Tamásnak* és *dr. Barát Zoltánnak* is köszönetet kell mondanom.

– **Egy sikeres életpályán általában meghatározó az első komolyabb, stabil munkahely szerepe. Így volt ez az ön esetében is?**

– Jól sikerült a diplomatervem 1964-ben, amelynek témája egy dinamikus mikrofon volt. A konstrukcióm több szakmai újdonságot tartalmazott. A híre eljutott a Budapesti Elektroakusztikai Gyárhoz (BE-AG), ahol jó akusztikus szakembert kerestek, és végül szó szerint kivásároltak a Telfonyártól, kifizették az ösztöndíjam teljes összegét, amit egyetemi éveim alatt kaptam a gyártól. Örültem ennek, már csak azért is, mert Barát Zoltán tanárom javasolt, és a gyárat olyan ismert mérnökök fémjelzték, mint *Lamoth Emil*, *Husztó Dé-*



nes. A BEAG-ban végzett munkát igazi jutalomként éltem meg. Egy teljesen új, 22 mm átmérőjű, lengőtekerces dinamikus elektroakusztikai átalakító családot terveztem, melynek moduláris felépítése és korabelileg kifejezetten kis mérete technológiai újdonságnak számított. Kifejlesztettem egy akusztikai impedanciámérőt, amellyel az átalakító elemeinek akusztikai paraméterei már a beépítés előtt ellenőrizhetők, nem a késztermék végellenőrzésekor derül ki, ha hibásak. A modularitás és az akusztikai impedancia ellenőrzése azt eredményezte, hogy nagy szériában, költséghatékonyan – több százszáz darabszámban – lehessen gyártani. Az első ilyen gyártmányunk egy modern hifi fejhallgató volt, ami újdonságnak számított, mert Magyarországon korábban nem vagy csak importból lehetett beszerezni. A második egy közszükségleti mikrofon, a harmadik pedig szintén első hazai gyártású terméként egy dinamikus kardiodid stúdiómikrofon. Ezekben a gyártmányokban több szabadalmam testesült meg.

#### – Hány találmány fűződik a nevéhez?

– Tizennyolc találmányom van, ezek több országban további hetven szabadalmat eredményeztek. Elektroakusztikai átalakítók, irányfüggő hangdetektálás, később a hang irányítása – közöttük a kardiodid hangszórázó megvalósíthatósága – voltak a legkedvesebb kutatási témáim, de vizsgáltam a hang terjedését nagy távolságban, csillapított és csillapítatlan szabad és zárt térben. Foglalkoztam különböző alakzatok diffrakciójával, az akusztikai impedancia mérési lehetőségeivel. Az elvi eredményeimet szabadalmaztatott gyakorlati megvalósítások követték. A legjelentősebbeknek ezek közül a kardiodid stúdió-ellenőrző hangszórázókat (például HEC90, HEC45), a nagy teljesítményű, horizontálisan kardiodid, vertikálisan nyalábolt irányítású hangszórázókat, közöttük a HTP90, illetve HTP91 fejlesztését tartom. Időnként elkalandoztam más fejlesztési, kutatási területekre is. Kifejlesztettünk időmultiplex infravörös hangátviteli rendszereket, például tolmács- és konferencia-rendszereket vezetékes és vezeték nélküli változatban, digitális és analóg kivitelben is. Nagyon érdekelt az akusztikai gerjedés fizikája és ennek elektronikus csökkentése. Szabadalmaztatott eljárást dolgoztunk ki, amellyel hatékony gerjedéscsökkentő berendezést

fejlesztettünk és gyártottunk. Az irányított kardiodid hangszórázóinkkal és az elektronikus gerjedésgátló berendezéseinkkel gerjedésmentes stabil működésű hangrendszereket terveztünk. Többek között ezekkel az eszközökkel terveztük a moszkvai olimpiai stadion hangrendszerét is. Az 1980-as évek végén, a felhalmozott tapasztalatok birtokában kidolgoztam egy elosztott paraméteres 3D modellt, illetve tervezőszoftvert, amellyel akár irányított, több hangkapuval rendelkező elektroakusztikai átalakítókat is nagy pontossággal lehet modellezni és tervezni. Ebben a témakörben készítettem a kandidátusi értekezésemet is. Később ezzel a módszerrel terveztem meg az Intertonban több termékcsaládot és dolgoztam ki több találmányt is.

#### – Tekintélyes lista. Hogyan sikerült mindezekre időt szakítani?

– Ahogy haladtam felfelé a ranglétrán a BEAG-ban, egészen a fejlesztési fősztályvezetői tisztségig, egyre kevesebb idő maradt a saját tudományos munkáimra. Pedig éppen arra voltam büszke, hogy a gyakorlati mérnöki munka mellett tudományos eredményeim is voltak. Attól kezdve, hogy vezető lettem, hazavittem majdnem minden tervezői és tudományos jellegű munkát, és csak este tudtam velük foglalkozni. Nagyon hálás vagyok a családomnak, elsősorban a feleségemnek, hogy mindezt megtehettem, mert sok egyéb teendő alól tehermentesített. Több közös munkánk is volt, lévén ő is mérnök-akusztikus. Nemcsak értékelte a munkámat, hanem segített is benne. Ez az én egyéni szerencsém, a későbbi sikereimhez is nyilván hozzájárult.

#### – Említette a Luzsnyiki Stadiont. Tudna erről részleteket mondani?

– A stadionok hangosítási problémáival már 1966-ban, a BEAG fiatal konstruktőreként kapcsolatba kerültem. A moszkvai Lokomotív stadionján dolgoztunk ekkor, 1967-ben adtuk át. Sok-sok hazai és külföldi létesítmény, stadion hangosítási munkái, közöttük a Népstadion hangrendszerének felújítása után, 1980-ban a BEAG elnyerte az olimpia hivatalos szállítója címet. Megtisztelő és nagy feladatot kaptunk. Ennek során elsősorban a Luzsnyiki Stadion hangosítási rendszerének tervezési és kivitelezési munkálatait kellett elvégeznünk, emellett uszodákat, birkózó- és egyéb termeket szereltünk. Tallinnban

is dolgoztunk, a tengeren rendezett versenyek helyszínén. Az utasító rendszertől kezdve a keverőasztalokon keresztül az erősítőig és hangszórázóig mindent a saját gyártmányunkkal terveztünk, szereltünk és adtuk át. A százezer fős Luzsnyiki Stadion lelátóit és pályáját a már említett HTP91 kardiodid hangszórázókkal jól érthetően, visszhangmentesen hangosítottuk.

#### – Mai füllel hogyan értékelné az akkori hangzást?

– A kérdés jogos, mivel mindez negyven éve történt. Nemrég meg is néztük az Interton munkatársaival, hogy vajon milyen hangzást biztosítottunk annak idején. A korabeli tervezési adataimat szerencsére a füzeteimben még megtaláltam. Ezeket felhasználva az Intertonban a mai számítógépes technikával már modellezni tudjuk, amihez annak idején csak ceruza és logarléc állt rendelkezésre. A lelátói hangnyomás térképszerű eloszlását kollégáimmal elkészítettük. A hangeloszláson kívül a hangerősséget, a hangszínezetet, azaz a frekvenciamenetet is megvizsgáltuk. Annak idején még beszédérthetőséget mérő műszer nem volt, de ma már azt is megvizsgálhatjuk. A lelátókon átlagosan 98 dB direkt hangot, 80 Hz-12 kHz széles sávot, valamint igen jó beszédérthetőséget (STI 0,7) állapítottunk meg. Tehát nem ok nélkül írta a korabeli sajtó, hogy hangversenyteremmé változtattuk az olimpiai stadiont.

#### – Meddig dolgozott a BEAG-ban?

– Egészen a bezárásig. A fénykorában háromezer főt foglalkoztató BEAG felszámolása a kilencvenes évek elején komoly csapás volt a hazai akusztikai tervezés és kivitelezés számára. Sokszor kérdezik, hogy a nyugati eszközökhöz képest milyenek voltak az általunk gyártottak. A válasz egyszerű: többnyire azonos színvonalúak és versenyképesek.

#### – A BEAG felszámolása nagy megrázkódtatást jelentett a hazai elektroakusztikai iparnak. 1990-ben megalapították az Intertont. A cég mit tudott megőrizni a BEAG hagyományaiból?

– A szakmai tudást, jártasságot a nagy projektekben és a vezetői gyakorlatot tudtam „átmenteni”. Hazánkban megszűnt az elektroakusztikai ipar, így a szakmában nem volt munkalehetőség, azt magunk

nak kellett megteremteni. Kényszerválalkozó lettem. Több cég alapításában vettem részt, ezek közül az Interton bizonyult a legéletképesebbnek. Az Interton alapítói a BEAG-ban akkor vagy korábban dolgozó akusztikusok voltak. Kezdetől fogva kerestük a problémás projekteket, amelyek nagy szakértelmet igényelnek. Ilyenek a visszhangos termek, terek, a nagy méretű külső területek, az összetett, bonyolult, nagy volumenű projektek hangrendszerei. A vállalkozás az elmúlt harminc évben bővült, sokat fejlődött. Alkalmaztattuk felvételével egyre több vezetői munkát kellett ellátnom. Ebben a feleségem és a fiaink segítettek. Ma már *ifj. Balogh Géza* az ügyvezető. Ezzel végre – még ha nyugdíjasként is – ismét több alkalmam nyílt kutatásra és oktatásra. Interton Egyetem rendezvényeinken nemcsak saját, hanem más cégek munkatársainak is előadásokat tartunk. A BEAG-termékek gyártása nyilvánvalóan megszűnt, ezeket pótolni kellett a nyugati gyártók termékeivel. Így ők megkapták a hazai piacunkat. Kiválasztottunk több jó nevű külföldi céget, amelyeket idehaza képviselünk. Néhány hozzám kötődő, saját tervezésű terméket pedig az Interton elvárásaihoz igazítva újraterveztünk. Sikerült három k+f-pályázatot elnyernünk, ezek segítséget adtak az eredményes termékfejlesztéseinkhez. A kardioid technikát továbbfejlesztettük. Kifejlesztettünk és szabadalmaztattunk több új kardioid vonalsugárzót, illetve erősen irányított hangszugárzó rendszert. A rendelkezésünkre álló lehetőségek figyelembevételével felszereltük ezeket, és kisebb sorozatban ugyan, de ipari színvonalon gyártjuk.

#### – Hol alkalmazzák az említett kardioid vonalsugárzókat?

– Visszhangos termekben a beszédérthetőség alapkérdés. Éppen a beszédérthetőség miatt fontosak ezek a termékek, az irányított hangszugárzókkal lehet érthető hangot előállítani visszhangos termekben. Az akusztikában a hullámhossz meghatározó. Értéke: 20 Hz-en 17 m, 20 kHz-en 1,7 cm. Egy hangszugárzó akkor lesz irányított – ez azt jelenti, hogy nem szórja szét a hangot –, ha a hang hullámhossza összemérhető a méretével. A 20 és 100 Hz közötti hanghullámokat többméteres eszközzel lehetne irányítani. Kardioid vonalsugárzóink viszont horizontálisan 15 cm méretük ellenére már 100 Hz-en irányítanak. A saját

kardioid technikánk biztosítja, hogy a mélyebb hangoknál, tehát 80 Hz-en is a hátrasugárzott hangteljesítmény huszada az előre sugárzottéhoz képest. Több nagy jelentőségű projektben használtuk és használjuk az IVS típusú kardioid vonal-, illetve felületsugárzóinkat, így a debreceni Kölcsey Központban, a pécsi Kodály Központban, a Keleti pályaudvaron, a Puskás Aréna előcsarnokaiban és közlekedőiben, sportcsarnokokban és templomokban.

#### – Ez azt jelenti, hogy egy csarnok, egy zárt tér külön kihívást jelent?

– Nem önmagában a zárt tér jelenti a problémát, hanem az erős utóhang. A visszhang később érkezik a hallgatóhoz, mint az első, ún. direkthang, amely az információt hordozza. A visszhangot így zavaró zajként érzékeli a fülünk. Az utóhang hatását elektroakusztikai módszerrel éppen az említett irányított hangszugárzással csökkentjük. A lehető legpontosabban a nézőterre irányítjuk a hangot, és a lehető legkevesebbet a környező falakra, így elérjük, hogy a zavaró visszavert hangenergia csökken a direkthez képest, azaz a beszédérthetőség az utóhang ellenére megfelelő lesz. Az utóhangsúlyos idő tényleges csökkentése teremakusztikai módszerekkel, hangelnyelők beépítésével érhető el. Ez azonban költséges módszer, ezért gyakran csak a konferencia- és előadótermekben, hangversenytermekben, színházakban alkalmazzuk. A hangrendszereknek itt első sorban a zenei hangzás élethű közvetítése a feladata. A jobb kihasználtság érdekében egyre gyakrabban építenek többcélú termeket. Ezek elektroakusztikai tervezése és kivitelezése további kihívásokat állít elénk.

#### – Nemrég készült el a Puskás Aréna hangrendszere. A tervezésének és kivitelezésének meddig nyúlnak a gyökerei?

– Ahogy említettem, a BEAG-ban 25 év alatt nagy jártasságot szereztem a nagy bonyolultságú, összetett projektek, többek között a stadionok hangosítási problémáiban is. Ehhez társul az Interton kollektívájának harminc év alatt több mint ezer projektben, közöttük sok stadion hangosítása során összegyűlt tapasztalata, és a mai digitális technikát ismerő mérnökeink „friss” tudása. A gyökerek között tehát vannak mélyreható, régi, erősek, de frissek, újak is szép számmal. A Puskás Arénával kapcsol-

latban úgy szoktam fogalmazni, hogy a pálya közepe ma is ugyanott van, de minden más változott. Minden projekt részleteiben más és más. A 68 ezres nézőszámú Puskás Aréna is „csak” projektvolumenét tekintve volt azonos a százezer férőhelyes Luzsniki Stadionnal. Jelentős eltérés, hogy az még fedetlen volt, ma pedig a pálya körül nincs futó- és atlétikai pálya. Ma már befedik a stadionokat, így a Puskás nézőtere felett is tető van. A pálya körül nincs hely, a fémtetőre szereljük a hangszugárzókat. A stadion emiatt akusztikai szempontból lényegében úgy viselkedik, mint egy óriási csarnok, nagy utóhanggal és erős visszhanggal. Ezt csökkenteni lehetne, ha a tető fémfelületét hangelnyelővel burkolnák. Ez azonban nagyon költséges. Tehát itt is maradt az elektroakusztikai megoldás: pontosan beállított irányított hangszugárzó rendszer tervezése és felszerelése. Ma már nemcsak a bemondások érthetőségét kell biztosítani, hanem a szünetekben szórazottató videókat, zenei műsorokat is jó minőségben kell szolgáltatni. A 80-as években a normál stadionokat 80-85 dB-lel hangosították. A Luzsniki Stadionban megvalósított 100 dB körüli hangnyomás kiemelkedően nagy volt. Az UEFA mai követelményei már 110 dBA csúcshangnyomás mellett kiváló beszédérthetőséget is előírnak. Az elvárt paramétereket gondos tervezéssel és kiváló minőségű eszközökkel lehet elérni. Alapos megfontolás után a d&b audioteknik német cég digitálisan felügyelt és vezérelhető hangszugárzó-erősítő rendszerét alkalmazzuk. A Puskás Aréna lelátói fölött 32 db line-array rendszerű hangszugárzó csoportot helyeztünk el. Ezek mindegyikét 12 db háromutas, nagy teljesítményű hangszugárzóval terveztük úgy, hogy minden egyes line-array szigorúan csak a kijelölt helyre sugározzon. A lelátóhangosítás összesen 336 digitálisan felügyelt hangszugárzó egységből áll. Ugyanakkor ezek mindegyike minden időpillanatban kontrollált, így lehetővé válik, hogy egy adott területen szoftveresen előre programozva vagy „nyomógommbal” megváltoztathassuk a hangerősséget, a hangszínt, a fázishelyzetet. Ezzel a rendszerrel a nézők elhelyezkedésétől függően változtatni lehet a nézőtér hely szerinti hangellátását. Az egész rendszer összehasonlíthatatlanul korszerűbb bármely hazai stadion hangosításánál, sőt Európában is a második olyan stadion, amely megfelel az UEFA 2020-as előírásainak.



Miért akarunk öngólt löni?

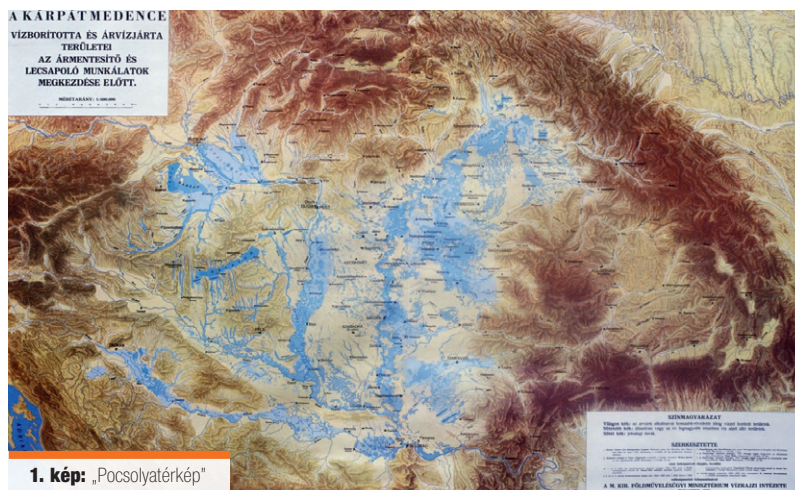
# A duzzasztómű meg a szivacs

Magyarországot érezhetően elérte a vízkonfliktus. A klímaváltozás prognózisa miatt a közvélemény ma már azonos súllyal kezeli az árvízi és az aszályproblémákat, azonban a károk nagysága, a tények ennél is rosszabb helyzetet tükröznek.

Láng István okl. vízépítő mérnök

Évtizedes összehasonlításban az aszálykár óvatos becslések szerint is 7-10-szerese az árvíz okozta veszteségeknek, holott az árvíz károk is elég súlyosak voltak ebben az időszakban. A süllyedő vízszintek miatt az egyéb célú (ivóvíz-ellátási, ipari, természetvédelmi és egyéb) vízpótlások lehetősége csökken, vagy lényegesen drágább lesz azáltal, hogy szivattyúzni kell. Megoldások tekintetében lábón lóttuk magunkat. Azzal, hogy a politikai körülmények kivették eszköztárunkból a duzzasztás szót, melyet ma kétségbeesetten próbálunk vízvisszatartásnak vagy emelt szintű víztér létrehozásának hívni, átengedtük a terepet a szivattyús vízellátásnak, illetve próbáljuk bővítetni a hullámtereket. Csakhogy önmagukban ezek nem oldják meg a süllyedő kisvízszintek és az emelkedő árvízszintek problémáját, a talajvízkészletek visszapótlását. Sőt, további szivattyúkapacitások kiépítését, illetve mezőgazdasági területek művelés alóli kivonását teszik szükségessé. Hogyan jutottunk idáig?

Ha a korabeli térképeket megnézzük, látható, hogy a Pannon-tenger önmagában egy nagy tározó volt. Ez a szerepe a későbbiek során az árvizekre korlátozódott, amikor a többletvízhozamok elöntötték a Pannon-tenger visszamaradt mederrészeit. (Ez látható a középkori árvízjárta térképen,



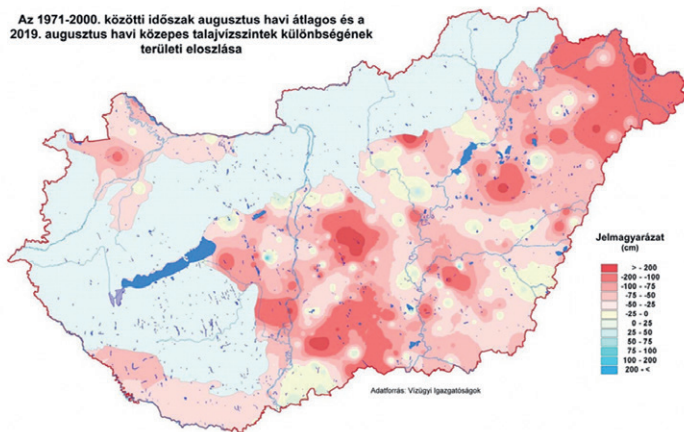
1. kép: „Pocsolyatérkép”

amely a szakmai berkekben csak „pocsolyatérkép” néven ismert.) Magyarország lakossága I. István király alatt 0,3-0,5 millió főt tett ki. A megélhetési-kitörési pont évszázadokon keresztül a mezőgazdaság volt, amely kiszámítható vízjárású, művelhető területeket igényelt. Ezért következett be a robbanásszerű ártérelfoglalás, amit a napóleoni háborúk miatti gabonaigény tett rentábilissá a következő két században. Egész Európában! A magyar birtokpolitika miatt az árvízvédelmi töltések inkább épültek a birtokhatáron, semmint a levezetés számára optimális hidraulikai nyomvonalon. Ennek és a többnyire sík területeinknek köszönhetjük (utólag), hogy a magyar hullámterek lényegesen változatosabbak (gyors és lassú szakaszok váltakoznak), mint tőlünk nyugatra. Ma Magyarországon 10 millió fő él. Egynegyede közvetlenül a korábbi ártereken, ma már jelentős gazdasági és vagyoni értékekkel. Ezek maradéktalan visszaalakítása ártérrel belátható időn belül nem reális, és nem is humánus cél. A vízrajzi jelenségek az árvízvédelmi töltések között ma lényegesen kisebb területen játszódnak le, mint egykor. Ennek hatására a jelenségek felgyorsultak, ami megnehezíti az alkalmazkodást. Folyóink kis- és középvízi medre süllyed, aminek következtében a vízszintek (talajvíz-

szintek) is apadnak (2. kép). Az év jelentős részében ez az állapot a jellemző. A folyamatosan süllyedő vízszintekkel pedig csökken a felszíni vízkivételek (gravitációs kivezetések) lehetősége, és a vízkészletek nagy része csak mesterségesen, szivattyús átemelésekkel érhető el. Több helyen már a természetvédelmi területek is a költséges, szivattyús vízpótlásra szorulnak. Fordított trend figyelhető meg árvizeinknél. A síkságra érkező, hordalékban gazdag víz a terheit elsősorban nem a főmederben, hanem az árvíz számára fenntartott hullámtereken rakja le. Ezzel – a főmeder süllyedése ellenére – összességében csökkenti az árvíz számára rendelkezésre álló helyet, és így növeli az árvízszinteket. Ezek az árvizek jellemzően rövidek ahhoz, hogy az Alföld teljes vízrendszerét feltöltsük velük és vízvisszatartással hasznosítsuk. A kisvizek és az árvizek tekintetében kialakult egy *vízszintolló*. A szabályozások előtt a Tiszavölgyben a kisvízszintek és az árvízszintek között 3-5 m különbség volt. Ma Csongrádnál ez már 14 m, ami mindennek mondható, csak természetesnek és könnyen kezelhetőnek nem.

A kis- és középvízszintek süllyedése magával hozza a talajvizek süllyedését is. Azzal, hogy a főmeder vízmegtámasztása csökken, a talajvizek jelentős hányadát

**2. kép:** Az 1971-2000. közötti időszak augusztus havi átlagos és a 2019. augusztus havi közepes talajvízszintek különbségének területi eloszlása



nem tudja visszatartani a talajban, így az a főmeder felé távozik. Ennek következtében az elérhető vízkészletek folyamatosan csökkennek, miközben a vízigények növekedésével kell számolnunk. A rövid idejű árvizek a talajvízszint visszapótlásáról nem tudnak gondoskodni. Itt kell megemlíteni, hogy az alacsony víz következtében egyre gyakoribbak az övzatonnyal terhelt partok becsúszása a mederbe, egyre több helyen belterületeket is veszélyeztetve. Helyreállításuk milliárdos nagyságrendű tétel. A magasabb hátságokon (pl. Nyírség) már megindult a háború az elérhető vízkészletekért, és várhatóan ez több térségben is be fog következni, mert felszíni víz híján a talajvizek kiszarolása történik. A csökkenő talajvízszintek miatt a kutak hatásterülete eléri a szomszédos kutakat, és megkezdődik a harc a vízért. Az Alföldön is éleződik az ellentét a tájegységek között a Tisza vízkészletéért.

Ma a problémák orvoslására alapvetően háromféle megoldás adódik, azonban ezek eredményessége és fenntarthatósága alapvetően különböző aszerint, hogy hol alkalmazzuk őket. A szivattyús vízpótlás indokolt ott, ahol a gravitációs vízpótlás

lás az ellátandó terület magassága miatt nem oldható meg (pl. a Nyírségi hátság). Költségei a nagy helyigénnyel rendelkező napelemrendszerekkel együtt is jelentősek, valamint magas szintű és drága műszaki háttér fenntartását igénylik. A kisvízszintek, az árvízszintek, és a „vízszintolló” problémáira ugyanakkor nem ad választ.

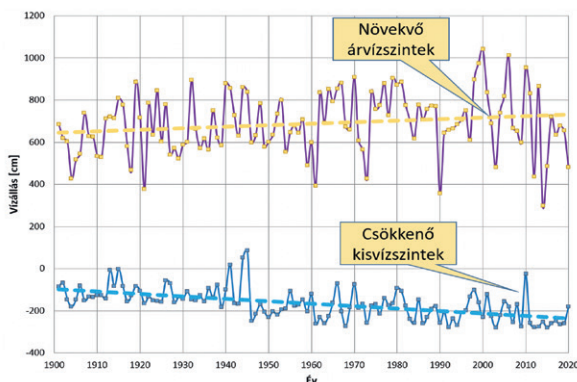
A töltések kihelyezésével a hullámterek bővítése meg nem oldja ugyan, de legalább növeli az árvízi hozamok szétterítését és a talajvíz visszatöltését az Alföldön. A kisvízszintek kérdését viszont vízszintemeléssel kell kezelni. Emellett azt is szeretnénk elhallgatni, hogy többnyire mezőgazdasági területek kisajátítását igényli, a nagy léptékű ingatlan kisajátítás pedig nem életszerű, államilag nem kezelhető, hasznosítása nincs megoldva. Lásd a hullámterek elhanyagoltságát, invazív fajok terjedését, szennyezések lerakódását stb. Ez biztosan állítható a Vásárhelyi-terv azon tapasztalatai alapján is, amikor a művelt területekre az elárasztási károk kompenzációja érdekében a tározó jellegét be kellett jegyezni tulajdoni lapokra. Ennek tükrében, nagy területen művelési ág változást és kisajátítást

kezdeményezni nem megoldott és így nem reális cél. Kiseb és érteltelenebb területen ez megoldható, ahogy ez meg is történt például a Tiszán a Bivaly-tói töltés kihelyezésénél. Amellett, hogy a megoldás nagyon költséges, az árvízvédelmi védvonalaink egészét figyelembe véve is csak a problémáknak 3-5%-át képes kezelni.

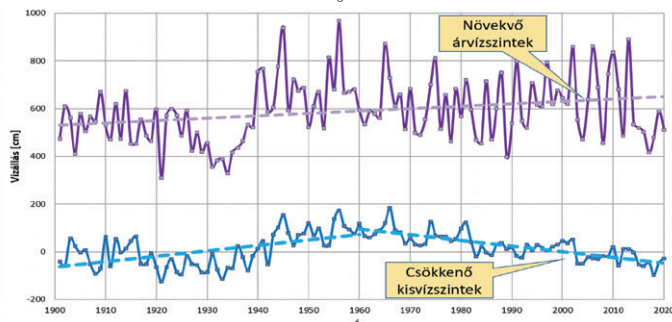
## Vízvisszatartás

Ma a megoldások tárában a legnépszerűbb szó a vízvisszatartás. Mindenki büszkén találja fel a spanyolviaszt. *Hát nem érted? Jön az árvíz, félreteszed a vizet, és amikor nincs, előveszed!* De, mi értjük. Azonban tudják-e, hogy ahhoz, hogy az Alföldön a vizet hosszabb ideig visszatartsuk, vízmélység is kell, különben a nyári melegben a sekély víz minősége (használatossága) elromlik. A csak árvízkor használatos véstározókat azért nem tervezték állandó tározásra, mert az ahhoz szükséges vízmélység kialakítása finanszírozhatatlan költségekkel járna, egyben növelné a talajvízszennyezés kockázatát is. (Például a tiszaroffi tározó állandóvá alakítása 60-80 Mrd Ft-ra becsülhető.) Nagyobb ráfordítás nélkül a visszatartott víz minőségének fenntartása csak az elegendően mély medrekben érhető el, és/vagy a vízáramlás (vécserre) biztosításával. Ráadásul így a járulékos költségek is minimalizálhatók (kisajátítás, kártalanítás, víztartó töltés szerkezet építése stb.). Vagyis, ha nem akarunk beláthatatlan költségű tározókat építeni az Alföldön, vízvisszatartásra azokat a vizeket kell használnunk, amelyek vízmélysége megfelelő, és/vagy a vízcseréjük – a vízminőségi haváriák megelőzése érdekében – megoldott. Ez szükségszerűen mederduzzasztást jelent, és annak a megemelt vízszintjére épülő vízellátást az egykori folyómedrek és csatornarendszerek irányában. Nem kell messze mennünk, ha a vízszintemeléssel hatásait modellezni akarjuk, hiszen több ilyen elven működő vízlép-

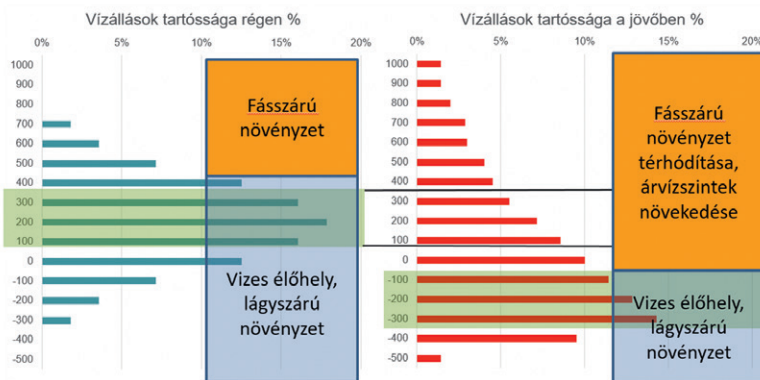
**1. ábra:** A vízszintolló kialakulása Szolnok térségében



**2. ábra:** A vízszintolló kialakulása Paks térségében







3. ábra: A vízállások tartósságának változása a vizes élőhelyek visszaszorulását idézi elő

csőnk is van a Tisza-völgyben (Tiszalök, Kisköre, Békésszentandrás stb.), melyeket nem hiszem, hogy bárki el akarná bontani. Pozitív hatásuk megszüntetése tragikus lenne az alföldi környezet számára akár természetvédelmi, akár vízhasznosítás szempontból. Ha a problémákat máshol is meg akarjuk oldani, akkor a szivattyúzás és a hullámtér-szélesítés mellett tervezési tripodunk harmadik lábát, a vízvisszatartást, duzzasztást is elő kell venni, különben a szándékaink felborulnak.

A természetvédelem területén sem szabadna homokba dugni a fejünket. A többnyire mesterségesen kijelölt főmedret rögzítjük és védjük, mert az eredeti helyét, ahol vándorolhatott, elfoglaltuk. A folyóra felfűződő ökoszisztémák területe többszöröse a főmeder területének, ezek fokozatos kiszáradását tétlenül nézzük a csökkenő vízszintek miatt (pl. Gemenc). A főmeder és az ártér keresztirányú (ökológiai) kapcsolatai csak az árvizek idején működnek, az év 99%-ában már nem. A kisvízszintek tartóssága nő, ennek egyik következménye, hogy nagyobb térhez jutnak az invazív fajok, ami az árvízlevezetés további romlását idézi elő. A rögzített folyómederben nem indulnak el a szukcessziós folyamatok. A mellékágakat a vízpótlás érdekében tovább súlyosztjuk (hogy a folyóvíz be tudjon folyni), miközben a vízszint egyre messzebb kerül a térszíntől. A gemenci ártéri erdőket az nem menti meg, hogy a mellékágakat tovább kotorjuk a Duna után lefelé. Ettől az ártéri ökoszisztéma időszakos vízborítása és a talajvíz csökken, a terület kiszárad, és ezt a hatást nem ellensúlyozzák a rekordmagasságú árvizek. Képesek leszünk-e valamennyi vizes élőhelyünket szivattyúzással fenntartani? Aligha. Legfeljebb észrevétel nélkül hozzászokunk a kiszáradáshoz, le-

mondunk nemzetgazdasági bevételekről, természeti értékek elvesztése felett keseregünk és követeljük a vízügytől, hogy ne engedjen több vizet ki az országból, mint ami oda beérkezik, a hogyannal azonban nem nézünk szembe. Mindeközben Paksnál rettegünk a rekordokat döntögető kisvízszintektől. A gazdák számára drága a többször szivattyúzott öntözővíz. A kiszáradási folyamatok a természetvédelmi terület mesterséges vízpótlását teszik szükségessé.

### Minden vízért kiált

Tehát adott a feladat: fel kell töltenünk a vízrendszereinket, ahonnan a lokális víz-igények kielégíthetők, illetve a talajvíz utánpótlása megoldható. A csapadékból keletkező vízvisszatartásra az Alföld viszonylatában vajmi kevés lehetőségünk van. A *honnán* kérdésre sok alternatíva nincs: a folyóinkból, hiszen ott van a vízkészlet. A *hogyan* már élesebb ellentéteket vet fel, hiszen a víz, amikor szükség van rá, ott van valahol lent, a főmederben. Szivattyúzzuk a vizet, vagy a folyó szintjét megemelve, a vízellátást rábizzuk a gravitációra. Ma a napelemes szivattyúzást preferálják, amely a vízpótlás megoldására korlátozottan alkalmas, de vízvisszatartásra kevésbé. A napenergiába mint megújuló energiába vetett hit feledtetni, hogy ezek a rendszerek korlátosak, bonyolultak, és fenntartásuk egyidejűleg sok helyen szükséges. Ugyanakkor nem oldja meg a víztestek kapcsolatát, sem a főmeder árvízszintemelő növényesedését, benövését. Vagyis a káros folyamatokat nem állítja meg, az árvízveszély és a vízpótlás költsége pedig tovább fog nőni.

A megoldáshoz vennünk kell egy nagy levegőt - vízszintemelés. Vagy hívjuk szerényen vízvisszatartásnak, hiszen végül is arról van szó. Legelőször saját műszaki korlá-

taitkat kell lebontani, amiket az elmúlt 30 év épített fel a fejünkben. Ennek következménye, hogy beruházásaink során a vízpótlást ott is szivattyúval alakították ki, ahol a folyó vízszintjének (vissza)emelése lényegesen hatékonyabban oldaná meg a problémát. Félreértés ne essék, van, ahol indokolt a szivattyúzás, ahol a vízhasználat lényegesen magasabb a rendelkezésre álló készletnél (pl. a Homok-hátság). De jóval jelentősebb területek vannak, ahol az ötszörös-hatszoros szivattyús vízátelés kiváltható vízszintemeléssel és gravitációs vízpótlással (pl. Csongrád). A vízszintemelésnek lényegesen több haszna lenne, mint kára, még annak ellenére is, hogy hagyjuk egy-egy szakterület szubjektív és nem bizonyító erejű kármeghatározását. De hol az a bátor ember, aki felvállalná a Kiskörei vagy a Tiszalöki vízlépcső elbontását, az arra épülő mezőgazdaság, turizmus vagy ökoszisztéma tönkretételét? Akkor is, ha nem beszélünk az azt létrehozó duzzasztásról. Annak ellenére is, hogy itt a meder, illetve a tározó elsősorban kiszolgáló szerepkörben működik, de az egykori ártér vízellátása mellett létrejöhetnek a duzzasztott tér saját ökológiai szolgáltatásai is. De ott, ahol a vízszintingadozás eléri a 14 métert, milyen ökoszisztémára számíthatunk? A Poroszlói-medencében, ahol a Kiskörei vízlépcső ezt az ingadozást visszacsélítette, kialakultak az egykori árterek jellemző természeti értékei, melyek nem véletlenül váltak a világörökség részévé.

### Racionális megoldás a vízválság elkerülésére

Döntenünk kell: a drága szivattyúk vastűdőhálózatát alakítjuk ki, vagy a folyó vízpótló képességének kihasználásával állítjuk helyre a mára kiszáradt területeink vízháztartását. Nem pontosan úgy, ahogy 300 éve működött, amikor áthatolhatatlan mocsár és szunyogfelhő jellemezte az Alföldet, hanem úgy, mint a szivacs. Amelynek a teteje száraz, de a felszín alatt ott van a víz, ami elérhető, használható és folyamatosan visszapótlódik, tározódik. Amely olcsó vizet szolgáltat a gazdáknak és képes táplálni a térségre egykor jellemző ökoszisztémákat. Igen, ehhez nemcsak szivattyúzni kell, hanem nemcsak a hullámtereket kell szélesíteni, hanem duzzasztani is szükséges. A vízügyi szakma nem „akarja”, hanem ajánlja a racionális megoldást a vízválság elkerülésére érdekében, dönteni nem mi döntünk, de felelősséggel és megalapozottan javasolunk.



Az építőipari digitalizáció megjelenése a felsőoktatásban

# Felkészítés a jövőbeni kihívásokra

Építőipari konferenciák és építőipari témájú folyóiratcikkek állandó témájává váltak az építőipari digitalizáció kihívásai, megoldásai. Rengeteg statisztika bizonyítja, hogy más iparágakhoz képest az építőipar az egyik legkevesbé digitalizált, ahogy azt is, hogy európai szinten a hazai építőipar e tekintetben átlag alatt szerepel. Az utóbbi években egyre hangsúlyosabban fogalmazódott meg az igény, hogy a digitalizáció kihívásaira a felsőoktatásnak is reagálnia kell, az iparnak digitális kompetenciákkal felvértezett mérnökökre van szüksége.

**Dr. Lovas Tamás** oktatási dékánhelyettes, BME Építőmérnöki Kar

## A felsőoktatás 4.0 és az ipar 4.0 kapcsolata

A BME Építőmérnöki Kara 2020-ban a *Mérnök Újság* hasábjain számolt be a képzések fejlesztéséről „A BME Építőmérnöki Kar válasza az építőipari digitalizáció kihívásaira” című cikkben. Az akkori tervek jelen-

tős része megvalósult, egyes képzésekben már hasznos tapasztalatokat is gyűjtötünk. Fontos megjegyezni, hogy a felsőoktatásnak nem elsősorban az építőipar közvetlenül felmerülő, napi problémáira kell azonnali megoldást szolgáltatnia. Sokkal inkább a jövőbeni, többnyire ma még nem is ismert kihívásokra kell felkészíteni az egyetemi képzéseken a leendő mérnököket, olyan kompetenciákkal kell felvértezni a hallgatóinkat, melyekkel képessé

válnak az adott feltételeknek megfelelő leghatékonyabb megoldásokat önállóan kitalálni, szolgáltatni. Ez átfogó szemlélet igényel már az egyetemi hallgatóktól is: érteniük kell a kor kihívásainak megfelelő, rendkívül szerteágazó ismeretanyag és képességek megszerzésének szükségességét. Természetesen a korszerű tervezési, fejlesztési folyamatokat nem lehet eszközhasználati kompetenciák nélkül elsajátítani. Egyre több tantárgyban használ-



nak a hallgatók szoftvereket, IT-megoldásokat, ugyanakkor – a hallgatók és az ipar hosszú távú elvárásainak megfelelően – az egyetemi képzés célja nem lehet pusztán a szoftverismeret oktatása.

Az új tanegységeket tartalmazó képzések fejlesztése alapvetően eltér a szokványosnak mondható, rendszeres tantervi megújulásoktól. Új területeken új tárgyakat hoztunk és hozunk létre, korábban nem oktatott tananyagokkal, szoftverekkel. A BIM az építőipar rendkívül innovatív, ugyanakkor nagyon gyakorlatias területe, a BIM-képzés fejlesztését az ipari parterek közreműködésével végeztük. Ez a kooperáció sokrétű: felmértük az ipar igényeit (milyen kompetenciákkal rendelkező építőmérnökökre van szükség); ipari vendég előadóink nemcsak gyakorlati tapasztalataikról számolnak be, hanem a tanterv kimeneti követelményeihez illeszkedő ismeretanyagot adnak át; BIM-területen fogadnak hallgatót szakmai gyakorlólékhelyként; valamint kísérleti jelleggel egyes tárgyakat kooperatív képzési formában oktatunk, ahol a hallgatók a munkahelyen sajátíthatnak el bizonyos kompetenciacsoportokat. Az együttműködés részeként az ipari partnerek a képzők képzése programban is támogatták a kart, oktatóink jelentős hányada vett részt BIM-képzéseken, -tanfolyamokon. A BIM-oktatók bázisát azon kollégáink adják, akik ipari vagy k+f tevékenységeikben is a BIM területén dolgoznak. Mellettük és velük együtt képezi magát az oktatók szélesebb köre. Fontos eredmény, hogy a kar mind a 9 tanszékének munkatársai részt vettek a képzéseken, így az országban a legszélesebb építőmérnöki területeket felölelő egyetemi kar minden területén dolgozik a BIM fej-

lesztésén, keresi a kibontakozás helyét, jó gyakorlatokat gyűjt.

## Új képzések a felsőoktatás minden szintjén

Több mint egyéves intenzív előkészületek után, 2020 tavaszán indult a karon az *Építőmérnöki Információs Modellelés és Menedzsment* specializáció az építőmérnöki alapképzési szak hallgatói számára. A specializáció elnevezése a BIM tágabb definíciójára utal: mutatja, hogy az építőmérnökök nemcsak a magasépítés területén tevékenykednek, hanem egyéb építményeket (hidak, utak, vasutak, közművek, vízépítési műtárgyak) terveznek és valósítanak meg. Mutatja azt is, hogy a modellezésen túl a tér- és időbeli szervezésre és a BIM egyéb, magasabb rendű funkcióira is nagy hangsúlyt fektetünk. Utóbbi területekkel a *BIM-alkalmazások és -technológiák*, valamint a *Szakági együttműködés BIM-alapokon* című tantárgyak foglalkoznak. Az első hallgatók 2021 júniusában végeznek a specializáción, év elején pedig újabb BIM-évfolyam kezdte meg képzését, a korábbinál még magasabb létszámmal. A pozitív hallgatói fogadtatás eredményeként a specializáció karunk egyik legjelentősebb képzési területévé kezd válni, az egyedülív, amely mindhárom építőmérnöki ágazatról (szerkezet-építőmérnöki, infrastruktúra-építőmérnöki, geoinformatika-építőmérnöki) fogad hallgatókat.

Az építőmérnöki mérnök mesterképzési szak létesítési folyamatával kapcsolatos munkát a kar 2019-ben kezdte el, 2020-ban a MAB határozata alapján a szak felkerült a felsőoktatásban szerethető képesítések jegyzékébe. 2021-re ké-

A BME kutatóegyetemenként tudományos és innovációs tevékenységeire alapozza képzéseinek fejlesztését. ”

szült el a szakindítási dokumentáció, a cikk megjelenésekor kezdődik az akkreditációs eljárás. Az indítandó mesterszakon hangsúlyos elem a BIM oktatása, azonban még jobban fókuszálunk a programozás oktatására, a projektszemléletű ismeretanyag elsajátítására, a csapatmunkára, a képzéshez illeszkedő gazdasági és humán ismeretanyag oktatására. A képzést a BME határa együttműködésében hoztuk létre, az Építőmérnöki Kar irányításával. Több mint 40 oktató vesz majd részt az oktatásban, mindnyájuk a BME főállású, fokozattal rendelkező oktatója. Az egyes ismeretanyagcsoportokat a BME elismert professzorai koordinálják. A cél fejlesztői kompetenciákkal rendelkező építőipari mérnökök képzése. A szakra építőmérnök, építészmérnök, gépészmérnök, villamosmérnök és informatikus alapképzéssel rendelkező jelentkezőket várjuk Magyarországról és külföldről, hiszen a képzést angol nyelven is meghirdetjük 2022-től.

Ipari partnereink körében végzett felmérésünk egyértelműen mutatta a felnőttképzés iránti igényt. Egyre több, többségében építőmérnök vagy építészmérnök végzettségű szakember dolgozik BIM-területen, akik többnyire nem a felsőoktatásban szerezték ez irányú tudásukat. Körükben jelentős igény mutatkozik a



**BME MÉRNÖKTOVÁBBKÉPZŐ**

A kivitelezői kockázatok kezelésének költségvédő gyakorlata az építőiparban

Jelentkezés: [www.mti.bme.hu](http://www.mti.bme.hu)

 forkid CONSULTING

Képzés indul: 2021. 04. 16

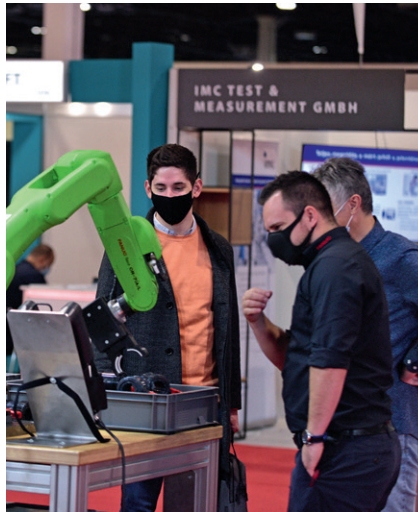
info: Zsigmondi András | Dr. Mészárosné Merbler Éva  
[forkid@forkid.hu](mailto:forkid@forkid.hu) | [merbler@mti.bme.hu](mailto:merbler@mti.bme.hu)

BIM átfogó szemléletű oktatásán keresztül megalapozott tudásanyag megszerzésére. A BME Építőmérnöki Kara a PTE Műszaki és Informatikai Karával együttműködésben dolgozta ki a BIM-szakmérnök szakirányú továbbképzési szak két féléves tantervi vázát. A képzést közösen is népszerűsítettük, és további együttműködést tervezünk a továbbfejlesztésében. Az első BIM-szakmérnök végzettségű szakemberek a BME-n 2022 januárjában kapják meg oklevelüket.

A képzésfejlesztés nem áll meg ezen a szinten. A BME kutatóegyetemként tudományos és innovációs tevékenységeire alapozza képzéseinek fejlesztését. Számítástechnikai módszerek, eljárások és szimulációk már évtizedek óta erősítik a doktori képzésben részt vevők eszköztárát, az ezen elemekre épülő eredmények gyakorlatilag minden disszertáció részét képezik. A doktori témaválasztásra az ipari igények (részben a hazai PhD-képzés hagyományos, kevésbé projektorientált rendszere miatt) csak közvetve hatnak, de az utóbbi években megnövekedett a BIM-hez köthető tématerületek száma. A BME Építőmérnöki Karán az utóbbi években lényegesen több külföldi hallgató nyer felvételt doktori képzésre, mint magyar; a doktori iskolában hirdetett témák jelentős része magyar és angol nyelven is elérhető.

### A felsőoktatási intézmény és az ipari partnerek kapcsolatának erősítése

Az alapképzés BIM-specializációján a 3. félévben gyűlnek már a tapasztalatok; az ipari együttműködések a vártak szerint alakultak, számos partnerünk működött közre a képzésben vendégelőadások tartásával, hallgatók fogadásával nemcsak nyári gyakorlaton, hanem a szemeszter közben, adott tárgyak gyakorlatai keretében. A képzés alapeleme a minőségbiztosítási monitoring, intenzíven gyűjtjük a hallgatói, oktatói és ipari visszajelzéseket, amelyek alapján a képzést félévről félévre fejlesztjük. A BIM-oktatók közösségében folyamatos a tapasztalatcsere, egymás jó gyakorlatainak megismerése, átvétele. A specializáció nem elszigetelt tárgyak és elszigetelt oktatók együttese, hanem rendszeresen kommunikáló, folyamatosan fejlődő és bővülő oktatói-hallgatói-ipari közösségi háló. A képzésnek gyorsan terjed a híre, az együttműködő partnerek



logói már alig férnek el a képzések ismerető előadásain rendszeresen vetített dián. Külön öröm számunkra, hogy a kar ipari partnerei a képzés során nem egymás konkurensként, hanem együttműködő résztvevőkként dolgoznak, egyeztetnek, cserélnek tapasztalatot.

Az ipari együttműködésen alapuló képzésfejlesztési szemlélet újdonsága természetes velejárójaként hozta magával az új oktatási módszertanok bevezetését, kipróbálását. A kevert oktatási módszertan terjedésében, fejlesztésében (mind oktatói, mind hallgatói oldalról) óriási előrelépést jelentett a járványhelyzet okozta kényszer. 2021 tavaszán a harmadik félévet kezdjük, amelynek hangsúlyos eleme a távolléti oktatás. Mára számos tapasztalatot gyűjtöttünk az ismeretátadás hatékonyságának növelésében, az önállóan elsajátítandó kompetenciák oktatásszervezésében, a hallgatói munka tisztaságának biztosításában. Bár közös oktatói és hallgatói igény, hogy minél hamarabb visszatérhessünk a jelenléti oktatási formához, a távolléti oktatás számos elemét tervezzük megtartani a jelenléti, illetve kevert oktatási módszertanban. Így egyéni haladási sebességet biztosíthatunk az ezt igénylő hallgatóknak (a skála mindkét végén: felzárkóztatás és tehetséggondozás), objektív mérési módszertanokat tarthatunk meg egyes tantervi elemeknél, és optimalizálhatjuk az oktatói terhelést is.

A BIM-szakmérnöki képzés első évfolyama 2021 februárjában kezdte meg tanulmányait, egy félévben 4x3 nap kontaktórással foglalkozással, a járványhelyzetre

tekintettel természetesen távolléti formában. A távolléti oktatási mód és a változatos előképzettségű hallgatói csoport számos kontaktórára kívüli konzultációs alkalmat követel meg, és nagyfokú alkalmazkodást a képzésben részt vevő ipari partnereinktől. Az alapképzésen kipróbált és bevált ipari együttműködési módokat átültettük a szakmérnöki képzésbe is.

A BIM oktatása intenzív szoftverhasználatot is igényel. Megalakítottuk a kar BIM-laborját, ahol a hallgatók a legfrissebb BIM-környezetekben sajátíthatják el a szoftverhasználati készségeket.

### Változó társadalmi igények, változó ipar, változó felsőoktatás

A felsőoktatási szolgáltatások megrendelője a társadalom. Az egyetem a tudományos-szakmai-ipari közéletben való aktív részvételével képes a társadalmi igények és trendek felmérésére. Az Építőmérnöki Kar e téren jelentősen fejlődött az utóbbi évtizedben, a kutatás-fejlesztési együttműködések túl is mélyítette kapcsolatát ipari partnereivel, és nyitott az új építőipari területeken tevékenykedő vállalkozások irányába is. Az utóbbi években létesített képzések és a hallgatói igények is azt igazolják, hogy a kar jó fejlesztési irányt tűzött ki maga elé. Tapasztalatok egyelőre csak a képzési oldalon gyűlnek, a közeljövőben elengedhetetlen lesz a képzéseket elvégző, munkatapasztalattal rendelkező hallgatók és az őket foglalkoztató cégek visszajelzéseinek gyűjtése, elemzése.

Hosszabb távon az építőipari digitalizáció megköveteli az építőmérnöki tantervek reformját. A teljes tantervi struktúrát át kell szőnie a korábban említett digitális elemeknek. Hallgatóinknak már elsőévesen el kell sajátítaniuk azokat a kompetenciákat, amelyekkel a felsőbb évfolyamokon nagymértékben digitalizált építőmérnöki folyamatokat tanulhatnak.

A BME Építőmérnöki Kara az ismertett különböző szintű és változó időtartamú új képzéseknek köszönhetően már a közeljövőben (2-5 éven belül) fejlett digitális kompetenciákkal rendelkező, önfejlesztésre képes, a műszaki és informatikai képességeken túlmutató ismeretekkel felruházott mérnököket ad a társadalomnak, így mozdítva elő az ország építőiparának digitalizációját, hatékonyságának jelentős javulását.



Húsz éve történt

# A beregi árvízkatasztrófa

A 2001. március 3-át megelőző időszakban a Felső-Tisza és mellékfolyói vízgyűjtő területén az időjárás és vízjárás alakulásában tulajdonképpen nem voltak olyan figyelmeztető jelek, amelyek előrevetítettek volna egy jelentősebb árhullámot. Ennek ellenére március első napjaiban a Tisza kárpátaljai és hazai, Tiszabecs és Záhony közötti szakaszán, illetve a Túr alsó folyásán mégis az addigi legmagasabb vízállások, vízhozamok alakultak ki.



5. kép: Víz alatti tarpai falurészlet (2001. 03. 07.)

**Dr. Szlávik Lajos**

A Felső-Tisza vidékén az 1970. évi katasztrófális árvíz után 31 évvel, 2001 márciusában ismét gátszakadásokat, óriási anyagi károkat okozó, súlyos következményekkel járó, rendkívüli árvíz következett be. A gyors intézkedések, a példa nélküli összefogás, a szakértelem és a védekezés résztvevőinek emberfeletti munkája sem tudta pótolni az árvízvédelmi művek hiányosságait, és – az 1947. szilveszteri események

után 53 évvel – a Felső-Tisza jobb partját, a Bereget ismét árvízkatasztrófa sújtotta.

A 2000–2001-es tél hóban rendkívül szegény volt. Február közepén nemigen lehetett arra számítani, hogy a Tisza vízgyűjtőjén még jelentősebb hótakaró alakulhat ki. Február 21–28. között ugyan volt nagyobb havazás, de február 28-án a hóban tárolt vízkészlet még így is az arra az időpontra vonatkozó sokévi átlagnak alig több mint a felét tette ki.

A Felső-Tisza vízgyűjtőjén március 3–5. között példátlan mennyiségű csapadék

hullott. Az árvíz közvetlenül tehát az váltotta ki, hogy a Tivadar feletti vízgyűjtőn, a Kárpátokban, a még meglévő, 70 mm hóvízkészletre – több hullámban – heves zápor, területi átlagban 132 mm eső esett.

A folyókon sehol sem volt állójég. A hegyvidéki lejtők felszíne jórészt fagyott volt, intenzív felszíni lefolyás következett be, és már március 3-ról 4-re virradó éjszaka rendkívül heves áradás kezdődött a kárpátaljai folyók felső szakaszán; az addigi LNV (legnagyobb víz) feletti vízállások alakultak ki (táblázat). Kárpátalján töltésszakadások következtek be, jelentős területek kerültek víz alá. A folyó Tivadarnál egyetlen nap alatt 4,7 m-t, a tetőzésig 12 m-t áradt. A folyó itt 1014 cm-es vízállással tetőzött, 56 cm-rel meghaladva az 1998-as, 149 cm-rel pedig az 1970-es LNV-t. A vízhozam Tivadarnál 4190 m<sup>3</sup>/s volt, meghaladta az addigi maximumot (1. ábra).

A FETIVIZIG védelemvezetése már március 4-én 10 órakor – még jóval az I. fok szintje alatt – elrendelte a térségben az árvízvédelmi készülséget, a védelmi szervezetbe beosztott teljes személyi állományát mozgósította, és segítséget kért más vízügyi igazgatóságoktól is. A március 5-i, 6 órai előrejelzés már az addigi LNV-t megközelítő szintű árhullámot valószínűsített.

Az Országos Műszaki Irányító Törzs (OMIT) elrendelte az általános készülséget a teljes vízügyi szolgálatban, műszakiakat, védelmi osztagokat rendelt ki a helyszínre, megtörtént a gátfeltáró és lokalizációs szakcsoport mozgósítása is. Nagy védekező erők indultak az ország egész területéről a különösen veszélyesnek minősített, 210 km hosszú felső-tiszai töltésszakaszokra. Az OMIT a honvédségi erők azonnali igénybevételét kezdeményezte, és javaslatot tett a kormányknak a veszélyhelyzet kihirdetésére. A kormány a polgári védelemről szóló 1996. évi XXXVII. törvény szerinti árvízvédekezési veszélyhelyzet létrejöttét Szabolcs-Szatmár-Bereg megyére 2001. március 6-án 12 órától megállapította, és elrendelte a rendkívüli készülséget







## Tetőző vízállások a Felső-Tiszán és mellékfolyóin 2001 márciusában

Vízfolyásszelvény	Tetőző vízállás (cm)	A tetőzés időpontja	LNV (cm) és éve	(2)-(4) (cm)
Tisza, Rahó	575	03. 05., 16 h	500 (1998)	+75
Tisza, Técső	742	03. 05., 16 h	726 (1998)	+16
Tisza, Huszt	528	03. 05., 18-20 h	428 (1998)	+100
Tisza, Tiszabecs	736	03. 06., 5 h	708 (1998)	+28
Tisza, Tivadar	1014	03. 06., 13 h	958 (1998)	+56
Tisza, Vásárosnamény	943	03. 07., 10 h	923 (1998)	+20
Tisza, Záhony	758	03. 09., 6 h	757 (1888)	+1
Tisza, Dombrád	818	03. 09-10.	890 (1888)	-72
Túr, Garbolc	581	03. 06., 12 h	646 (1970)	-65
Túr, Tisztaberek	496	03. 06., 10 h	425 (1970)	+71
Túr, Sonkád	629	03. 06., 10 h	596 (1970)	+33



4. kép: Légi felvétel a tarpai gátszakadásról (2001. 03. 08.)

Ezek egyikénél március 6-án, 13.30-kor a töltéskorona hirtelen berogyott, a víz nagy intenzitással tört ki a mentett oldalra, a gátszakadás kivédhetetlen volt (3-4. fotó).

Egy óra múlva két közeli suvadásnál újabb gátszakadás történt. A kitörő víz megállítása nem volt esély. A Tisza Tivadarnál ekkor tetőzött 1014 cm-es vízállással, 56 cm-rel meghaladva az 1998-as, 149 cm-rel pedig az 1970-es LNV-t. A gátszakadásokat fizikailag és emberi számítások szerint nem lehetett elkerülni. A két szakadáson együttesen max. 800 m<sup>3</sup>/s, összesen 120-140 millió m<sup>3</sup> víz ömlött ki a beregi öblözet területére. A gátszakadások okait, a töltések tönkremenetelének körülményeit külön szakértői bizottság vizsgálta.

A védelemvezetés az 1947-48-as, szintén a Bereget sújtó, töltésszakadással járó árvíz tapasztalatait felhasználva, a lokalizálás lehetőségét kihasználva az irányított vízlevezetés mellett döntött, aminek végrehajtását azonnal megkezdte. A védhető településeknél körtöltéseket építettek; az elöntött területen jelentős vízkormányzást végeztek. A kiömlő víz tovaterjedésének feltérképezésére napi kétszer került sor légi megfigyelésre. Folyamatosan modellezték a kitörő víz levezetését.

A beregi települések közül a víz elöntötte Csaroda, Gulács, Hetefejércse, Jánd, Tarpa, Tákos és Vámosatya helységeket, részben víz alá került Gergelyugornya és Gelénes (5. fotó). Márokpapit, Tiszaadonyt,

Tiszakerecsenyt és Gergelyugornya egy részét a víz elérte ugyan, de az ideiglenes védmű megvédte. Mátyus, Tiszaszalka, Tiszavid, Barabás és Lónya ideiglenes védművét – az eredményes vízkormányzás hatására – a víz már nem érte el. Beregdaróc, Beregsurány és Tivadar belterületét az elöntés nem veszélyeztette (3. ábra). A térségből összesen 11 191 ezer embert kimenekítettek, kitelepítettek, 6746 helyi lakos pedig a védelmi munkákra a helyszínen maradt. A védekezésben egyidejűleg csúcsban több mint 15 ezer ember és 543 közúti jármű vett részt.

A vízkivezetés az elöntött öblözetből – magyar és ukrán területen – gravitációsan, valamint a stabil szivattyútelepekkel, továbbá 30 m<sup>3</sup>/s kapacitású, összesen 145 db mobil szivattyúval történt. A belterületeken a leghosszabb vízborítás 29 napig tartott. A magyar és az ukrán szakemberek együtt vettek részt a védekezési munkákban. Az öblözet ukrán területén a nagyobb vízmélység miatt 5 település került veszélybe, teljes egészében vagy részben elöntve. A magyar segítség az első pillanattól kezdve jelen volt az ukrán védekezés végrehajtásában és szervezésében.

A FETIVIZIG védműveiben jelentős károk keletkeztek. A tarpai helyreállítás május 14-én, a tönkrement töltésszakaszokon teljes mértékben novemberben fejeződött be.

Az elöntött Beregben a személyi, önkormányzati és egyházi tulajdonú épületekben és más építményekben súlyos károk keletkeztek, 2870 lakóépület károsodott. A lakóingatlanok 2001 december végéig történt helyreállításának kivitelezésében 240 alvállalkozó vett részt, csúcsidőszakban közel tízezer fő dolgozott itt.

A 2001. márciusi árvízi események összefoglalásaként megállapítható, hogy a védtöltés kiépíttenségből fakadó töltésszakadások és a települések elöntése ellenére, a védekező szervezetek együttműködésének köszönhetően, a fegyelmezett és jól szervezett védekezéssel, az irányított vízlevezetés és lokalizálás eredményeképpen, bár a károk jelentősek voltak, sikerült azokat minimalizálni, és az árvíz emberéletet nem követelt.

Ezt az árvízet követően indult meg 2003-tól az új Tisza-völgyi árvízvédelmi koncepció, a Vásárhelyi terv továbbfejlesztése, amelynek keretében eddig hat síkvidéki körtöltéses árvíztározó épült meg a Tisza völgyében.

160 éve született Zielinski Szilárd építőmérnök és Korb Flóris építésmérnök

# Kortárs mesterek

Zielinski Szilárd és Korb Flóris kortársak, különös tehetségű mérnökök voltak a saját területükön. Munkáik során egymásra találtak, segítették egymást, Zielinski szerkezetterveit Korb Flóris és Giergl Kálmán öltöztették fel csodálatos „ruhába”, és fordítva is igaz, amikor Korbék épületeihez kellett különleges szerkezetépítő mérnöki megoldás, Zielinski segített az akkor újnak számító vasbeton szerkezeteivel. A következőkben a két nagy formátumú mérnök munkásságát és néhány alkotását mutatjuk be. Az alkotók születésének 160. évfordulója alkalmából a Csongrád-Csanád Megyei Mérnöki Kamara képviselői megkoszorúzták mellszobraikat a szegedi Szent István téri víztorony körüli mérnökpanteonban.

## Bodor Dezső CSMMK-elnök

*Zielinski Szilárd* 1860. május 1-jén született Mátészalkán. A Budai Főreáltanodában 1878-ban érettségizett, majd Pesten a m. kir. József Műegyetemet kitűnő minősítésű oklevéllel végezte el 1884-ben. 1888-ig állami ösztöndíjjal tanulmányozta Ausztria, Svájc, Hollandia, Belgium, Németország, Anglia, Franciaország vasútépítési, hídépítési, vízellátási, csatornázási létesítményeit, majd Párizsban dolgozott az Eiffel-cégnél. 1889-től mérnöki irodát nyitott Budapesten, elsősorban hídtervezéssel és vasúti nyomjelzéssel foglalkozott, főleg vasszerkezeteket alkalmazott. 1897-től a Műegyetem tanára volt.

1897-re Zielinski megalkotta a budapesti „Magyar Metropol Vasút” tervét, ő volt az első mérnök, aki a metróhálózati építési tervekért doktori címet kapott 1902-ben.

Megismerve *François Hennebique* francia mérnök vasbetonépítésre vonatkozó szabadalmát, megszerezte a jogot, és elsőként alkalmazta a vasbeton szerkezeteket hazánkban.

Mérnöki munkássága során több hidat tervezett és kivitelezett – Városligeti-tó

főlotti millenniumi híd (1885–96), ráckevei Árpád híd (1897, a második világháború idején lebombázták), a szerbiai Nisara híd (1901), Temes-híd, Örményes (1906–1908) –, továbbá a síófoki kaszinót vasbetonból (1909), viaduktot (Brassó–Fogaras közötti sinkai viadukt, Hosszúvölgyi viadukt, 1907), kikötői raktárakat (Ohat-pusztakócsi magtár, 1905; kikötői elevátor, Fiume, 1910; Ganz-MÁVAG pesti G telepének egykori Daruszerelő és Motorműhelye, 1904–1905). Elkészítette a Lánchíd átépítésének terveit (1912–16). Tervei alapján készült el vasbetonból a kőbányai (1903), a szegedi (1903–1904), a Margit-szigeti (1909–1911) víztorony, de vasbetonból készült a szegedi Ungár–Mayer-palota (1911), a hódmezővásárhelyi Fekete Sas Szálló vasbeton szerkezete, a budapesti Zeneakadémia födém-, erkély- és tetőszerkezete (1904–1907). Az első vasbeton szerkezetű vízépítési műtárgyat is ő tervezte: a Hármaskörösnél a bökényi duzzasztót és hajózsilipet (1905–1906). Zielinski műve a Bertalan Lajos-emlékmű Szegeden (1903).

Mérnöki munkássága mellett 1887-től küzdött a mérnöki kamara megalakításáért. 1897-től a Magánmérnökök Országos



Zielinski Szilárd

Szövetségének elnöke. 1923-ban a Nemzetgyűlés elfogadta a mérnöki rendtartásról szóló törvényt, majd megalakult a Mérnöki Kamara (1923), melynek haláláig első elnöke lett. Közéleti tevékenysége is jelentős: tagja, majd elnöke volt a Fővárosi Közmunkák Tanácsának (1907–1921), az Országos Középítési Tanácsnak (1914–1917), a Mérnök és Építész Egyletnek (1919–1923), kormánybiztos a Csepeli Kereskedelmi és Szabadkikötő (1921) építésének. Budapesten halt meg 1924. április 24-én. Mérnöki munkásságát Magyar Örökség Díjjal ismerték el (2004).

*Korb Flóris Nándor* 1860. április 7-én született Kecskeméten. Építészeti tanulmányait Németországban fejezte be, a berlini műegyetemen szerzett építésmérnöki oklevelet. Budapestre visszatérve *Hauszmann Alajosnál* kezdte pályáját, később az iroda vezetője lett. Itt dolgozott együtt az iroda másik tehetséges tagjával, *Giergl Kálmánnal*. Részt vett egyebek között a Hauszmann tervezte New York palota és a Kúria, a mai Néprajzi Múzeum megalkotásában. Giergl Kálmánnal 1894-ben közös építészeti irodát hoztak létre, amely a korszak legjelentősebb műhelyei közé tartozott.





Korb Flóris: Zeneakadémia

fő műveknek tekinthető. Az épület átmenet a késői historizmusból a szecesszióba. Műszaki újdonsága a Zielinski Szilárd által tervezett nagy fesztávú vasbeton szerkezetek alkalmazása. 1906 után szétváltak útjaik Giergellel, de alkalmanként dolgoztak együtt. Terveik szerint készült a budapesti, Mária utcai Szemészeti, az Üllői úti Sebészeti és Belklinika, a Nádor híd a Városligetben (1893–1895), az ügyvédi kamara székháza (1894–1896), Weiner-Grünbaum Áruház (1894–1897), József főherceg palotája a Várban, a Tüzérlaktanya épülete Szegeden (1913), és számos palota.

A Szegeden és Kőbányán tervezett víztorony – a Zeneakadémia behajló erkélyével együtt – a hazai vasbeton-építészeti úttörő jelentőségű alkotásai, amelyekben Zielinski Szilárddal dolgoztak együtt. A szegedi víztorony a felújítását követően a város egyik jelképe lett. Korb Flóris a téglalapépítészetben, a téglahasználatban is maradandót hagyott hátra, ennek egyik szép példája az Állami Főgimnázium (ma Szent István Gimnázium) épülete Budapesten (1906–1909).

1909-ben kezdett hozzá Korb a szegedi kórház, majd klinika tervezéséhez. 1910-ben tervezte a kecskeméti Kereskedelmi Iparhitel Intézet és Népbank iroda- és bérházát. Korb Flóris 1911-ben kapott megbízást a Debreceni Egyetem terveinek elkészítésére, amit Giergellel közösen készített el. 1924-ben az egyetem központi épületének tervéért Greguss-díjat kapott. Tagja volt az angol Királyi Építészársaságnak, a Műegyetem tanára, illetve a Lechner Ödön Társaság elnöke volt. Három lánya közül Erzsébet festő, Flóra táncművész lett. Budapesten halt meg 1930. szeptember 16-án. Korb Flóris és családja síremléke a Fiumei úti sírkertben található.

#### FORRÁSOK:

Hajós György: Zielinski Szilárd. Budapest, 2004.

Gerle János - Kovács Attila - Makovecz Imre: A századforduló magyar építészete. Budapest, 1990.

Gerle János: Korb Flóris és Giergl Kálmán - Az építészeti mesterei. 2010, [http://hu.wikipedia.org/wiki/Zielinski\\_Szilard/Korb\\_Floris](http://hu.wikipedia.org/wiki/Zielinski_Szilard/Korb_Floris).

Virágos Márta: A Simonffy utcától az Egyetem térig - A Debreceni Egyetemi Könyvtár első évtizedei.

We Love Budapest: Befejeződött a Királyi Bérpalota homlokzati felújítása. 2015.

Bodor Dezső: Családi dokumentumok Korb Flórisról.

Zielinski Szilárd:  
szegedi víztorony



Első nagyobb szabású művük a Pesti Hírlap budapesti palotája volt (1893–1894), majd az 1896-os ezredéves kiállítás több, azóta elpusztult pavilonja. 1897-től ők folytatták a kolozsvári egyetem klinikai épületeinek kiviteli terveit. Munkájuk eredménye az Erzsébet híd pesti hídfőjénél álló két impozáns épület, a Klotild-paloták (1899–1902), és a Ferenciek tere déli oldalán álló Királyi bérpalota (1900–1901), melyről az uralkodó azt mondotta: „Nem olyan nagy, mint az Opera, de szebb.” Mindhárom épület díszítése barokkos, rokokós. Elkészítették a Magyar Országos Központi Takarékpénztár fiókja és bérháza terveit (1898). A fonyódi templom 1902-ben épült fel. Az 1902-es pályázat nyerteseiként megbízást kaptak a Zeneakadémia tervezésére, mely



Korb Flóris: Nádorhíd



140 éve született Galamb József

# Egy világhírű magyar konstruktőr



Galamb József 1905-ben, az USA-ban készült portréja

2021 februárjában egy kiemelkedő konstruktőr kettős jubileumára emlékezhetünk: 140 éve született Galamb József, és 120 évvel ezelőtt vehette át végbizonyítványát a Budapesti Magyar Királyi Állami Felső Ipariskolában. Tehetsége hamar kiemelte társai köréből, és tette korának meghatározó műszaki alkotójává. Hat évvel a bizonyítvány átvételét követően, 1907-ben bízta meg Henry Ford a T-modell tervezésével.

Dr. Gáti József, dr. Némethy Krisztina

Galamb József 1881. február 3-án született Makón, református családban, id. Galamb József és Putnoki Erzsébet házasságából. Makói elemi és polgári fiúiskolai tanulmányait követően a Szegedi Állami Fa- és Fémipari Szakiskola fémipari szakosztályában tanult.

1898-tól, a szegedi szakiskola első és második évfolyama elvégzését követően a huszadik tanévét kezdő Budapesti Magyar Királyi Állami Felső Ipariskolában folytatta tanulmányait. A jó hírű intézményben – *Farragó Ödön*, a szabadkézi rajz rendes tanára irányítása mellett – kitűnt társai közül rajzkészségével, szerkesztői-tervezői tehetségével. Galamb tanulmányait – 28 társával együtt – az 1900/1901. tanévben fejezte be.

Az iskola a gépészeti ismeretek oktatására helyezte a hangsúlyt. A tanulók gyakorlati képzése során „a műhelyi munkák megválasztásánál azon elvet követtük, hogy lehetőség szerint minden munkadarab használati tárgy legyen, s a tisztán tanmeneti tanulmányi tárgyak száma minél kevesebb legyen. A főbb műhelyi munkákat géplakatos szerszámok, gépalkatrészek és egy lokomobil gőzgép képezték. A harmadévesek és a haladottabbak főképpen szerszámgépekkel dolgoztak és szerelési munkát végeztek.”

Galamb felsőipari iskolai tanulmányai befejeztével rövid időre a diósgyőri Vasgyárba került műszaki rajzolónak, majd 1901-ben katonai szolgálatra vonult be Pulába. Leszerelését követően előbb rövid ideig Hódmezővásárhelyen, majd Aradon, a Magyar Automobil Rt.-nél kamatoztatta tanulmányait. Vállalati ösztöndíjjal 1903-ban tanulmányútra utazott Németországba: Drezda, Berlin, Hamburg, Bréma nagy gépgyárait tekintette meg. Amikor elfogyott a pénze, szakmunkásként dolgozott egy brémai hajógyárban, bejárta Belgiumot és Hollandiát, majd Düsseldorfba, végül Frankfurt am Mainban az Adler autógyárba került. Itt hallotta a hírt, hogy

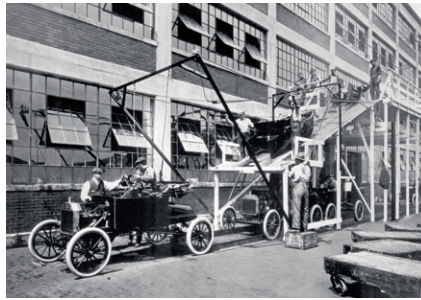


1904-ben világiállítás lesz az amerikai St. Louisban. Egyébként is érdekelte az amerikai ipar, így elhatározta, hogy megnézi.

St. Louisból éppen csak látogatónak utazott Clevelandbe, de ott maradt, és a Steary autógyárban porlasztókat állított elő. 1905 végén meglátogatta barátját Detroitban, akivel együtt érkezett Amerikába. Itt megnézte az Oldsmobilt gyártó Olds Motor Works üzemet, s annyira megtetszett neki a detroiti munkatempó és a nagyváros, hogy Detroitban maradt. Négy és fél évvel végbizonyítványa elnyerése után, 1905. december 11-én belépett a Ford Motor Company dolgozói közé.

A Fordnál az N-modell tervezésével kezdett foglalkozni. Újszerű hűtőt, hűtővizet mozgó szivattyút készített. A T-modell tervezése 1907-ben kezdődött, és 1908. október 1-jén készült el az első autó. Idézzük fel Galamb 1952-ben, a Ford Múzeum számára hangszalagra mondott visszaemlékezését:

„1907 elején Mr. Ford így szólt hozzám: Joe, van egy ötletem. Tervezzünk egy új kocsit. Vigye a rajzabláját egy külön szobába, hozzákezdünk egy új modell tervezéséhez. Nem kell róla tudni senkinek. Az első dolog, hogy új sebességváltó kell, mert az eddigiekkel elégedetlen vagyok, nem elég praktikusak. Akkor persze nem tudtuk, hogy ez lesz a T-modell! Vagy fél évet dolgoztam a sebességváltó megtervezésén. Utána 15 millió T-modellhez való sebességváltót gyártottak változtatás nélkül. Ez bolygómű volt. Elejétől végéig én terveztem. Több lehetséges változatot dolgoztam ki, és abból választottuk ki a legjobbat... De közben megterveztük a T-modell többi részét is, például az alvázat és tartozékait. Én voltam a felelős mindenért.”



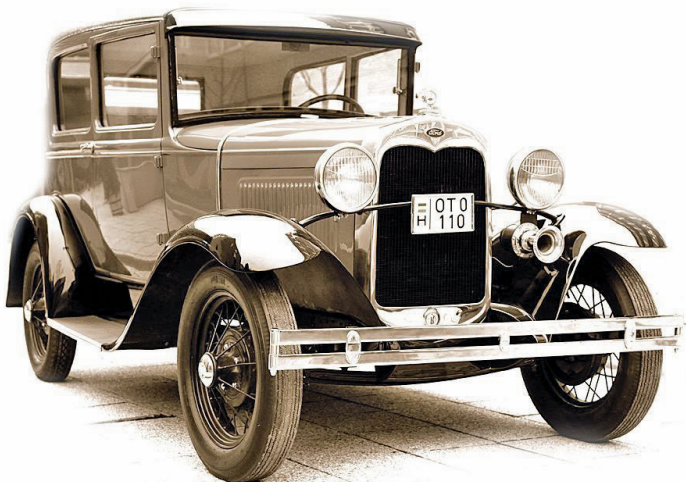
A T-modell szerelésének utolsó fázisa a Highland Park-i gyárépületen kívül: a „hintó” ráemelése

Az egyszerűen kezelhető és megbízható konstrukció, illetve a kedvező ár annyira megnyerte a vevők tetszését, hogy a típust 1927-ig gyártották. *Alfred Liebfeld* lengyel író *Henry Fordról* szóló könyvében olvashatjuk: „Kiderült, hogy az új kocsi nemcsak a falusi lakosság szükségleteit elégíti ki, hanem a városiét is. Felépítése olyan egyszerű volt, hogy bárki odaülhetett a kormánykerék mögé, és ahogy ígérték, maga is elvégezhette a kisebb javításokat. Bebizonyosodott továbbá az is, hogy a kocsi számára a legrosszabb út sem jelent legyőzhetetlen akadályt.”

Az amerikai gazdaság fejlesztésében, a mezőgazdaság gépesítésében fontos szerepet töltött be a Galamb József és *Farkas Jenő* terveinek felhasználásával készült olcsó Fordson traktor, melyből több milliót gyártottak, és az egész világon elterjedt.

Galamb a fentiekén kívül még sok más konstrukciót is tervezett, részt vett többek között egyéb Ford-modellek tökéletesítésében, fejlesztésében, teherautókat, pályamunkáskocsikat tervezett, dolgozott prototípusok kísérletein, új gyárrészlegek tervezésén és fejlesztésén is. Az első világháború alatt tervezett sebesültszállító autót, tengeralattjáró-keresőt és könnyű

Az egyetem felújított A-modellje



harcocsit, azt követően pedig karosszériát különböző gépkocsikhoz. Előkészítette a Liberty repülőgépmotor gyártását, mely a háború végén indult meg, és összesen 3950 darabot készítettek belőle.

Galamb gépszerkesztői munkásságát jól jellemzi szabadalmi tevékenysége. Az Amerikai Szabadalmi Hivatalhoz, a United States Patent Office-hoz 1920 és 1952 között benyújtott szabadalmi leírások rendre a Ford gépkocsik egyes szerkezeti elemeinek megújítását, korszerűsítését szolgálták. Az összesen 27 szabadalmi leírás gondosan szerkesztett, a mellékelt vázlatok áttekinthető, világosak, pontos mérnöki munkát tükröznek.

Négy évtizedes munkássága az amerikai csoda és érvényesülés példája. 1905-ben a Ford cég még 300 főt foglalkoztató kisüzem volt, és 1944-re az USA óriásvállalatának egyik legnagyobbika lett. Az 1910-es évek közepén napi 250 autót gyártottak, húsz évvel később a termelés napi 10 000 kocsira emelkedett. A megrendeléseket csak szalagszerű szereléssel és gyártással lehetett teljesíteni. E rendkívüli fejlődésben és sikerekben oroszlánrésze volt Galamb József zseniális terveinek. 1955. december 4-én, 74 éves korában a világ egyik legnagyobb autógyártó konzernjének nyugdíjas főmérnökeként hunyt el.

A Clevelandben megjelenő *Szabadság* című lap így búcsúzott tőle: „Kevés magyar akad, aki nem ismeri e nevet. Különösen Detroit és környéke öreg amerikás magyarsága emlékszik rá élénken... Galamb József nagymértékben befolyásolta Henry Fordot abban, hogy megadta munkásainak a napi 5 dollár munkabért, ami akkoriban szinte forradalmasította az amerikai autóipart és más iparokat is. Henry Ford ezzel a zseniális üzleti fogásával elindította azt az óriási ipari fellendülést, amely néhány évtized alatt Amerikát a világ legnagyobb ipari hatalmasságává tette. Galamb József még más jelentős tanácsokat adott Fordnak, többek közt azt, hogy Magyarországon is építsen automobil-gyárat, de sajnos ezt 1911-ben a magyar kormány elutasította. Képzelnék el, hogy ha 1911-ben a magyar kormány megengedi, hogy Magyarországon megépítse Ford a műveket, milyen óriási ipari fejlődés felé lendítette volna szülőházánkat... Galamb József sírjánál hajtunk meg az emlékezés zászlaját, és búcsúzzunk tőle azzal, hogy ő jó magyar volt mindig.”

## Hunyadi Sándor 1938–2021

A Bláthy Ottó Villamosenergia-ipari Technikumban végzett villamosipari technikusként Miskolcon, majd villamosmérnöki diplomát szerzett a budapesti Kandó Kálmán Műszaki Főiskolán. A Debreceni Áramszolgáltató Vállalat Hitelesítő Állomásán kezdett dolgozni technikusként. Innen hívták a TITÁSZ kirendeltség-vezetőjének Nyírbátorba. 1969-ben költözött vissza Debrecenbe, ahol az Állami Energiafelügyeletnél előadótól az osztályvezetőig töltött be tisztséget közel húsz évig.

A 70-es évek végén vállalkozásba kezdett a villamosipar és az energiagazdálkodás területén. Megalapította a szakmai körökben hamar nagy presztízszt szerzett Hunyadi Elektronika Kft.-t, majd évtizedeken át annak ügyvezetésével foglalkozott, a cég később fiai révén működött tovább, és ma Hunyadi Kft. néven ismert. Önállóan alapította a Hunyadi Mérnökirodát, melyben személyesen, az utolsó időig tevékenyen dolgozott. Időközben több gazdálkodó szervezet tagja és vezető tisztségviselője is volt.

Éljenjártó szerepet vállalt a szakmai szervezetekben. 1968-tól az Elektrotechnikai Egyesület aktív tagja, majd vezetőségi tagja és az oktatási bizottság vezetője volt. Kiemelkedő elméleti és gyakorlati szakmai tudással rendelkezve segítette az energiafelügyelet, az egyesület, valamint más oktatási szervezetek szakmai képzéseit, és a vizsgabizottságok munkáját. Más szakmai szervezetek munkájában is hosszú éveken keresztül aktívan részt vett, például a MTESZ debreceni szervezetében, az MMK Energetikai Tagozatának elnökségében. Hiányát a villamos energetika szakmai közössége is érezni fogja.



Markó András  
1954–2021

1978-ban szerezte diplomáját a BME Építőmérnöki Karán. Szakmai éveit Nyíregyházán, a KEMÉV vállalatnál kezdte, nevéhez fűződik a tuzséri vasúti létesítmény építésének művezetése. 1982-ben pályázat útján az AGROBER Tervezői Vállalatnál nyert el mérnöki állást, ekkor Debrecenbe költözött, amely városban élete utolsó napjáiig élt és dolgozott. Ebben az időszakban a talajmechanikai szakma elméleti és gyakorlati kihívásaival találkozott, melyeket sikeresen oldott meg munkája során. A rendszerváltás idején a tervezés időszaka következett a LIMBUSZ Tervező cégnél, ahol útervezéssel foglalkozott. A tervezés időszakát a kivitelezés váltotta fel. A MONOBAU Kft. művezetőjeként legnagyobb munkái voltak többek között a Kassai úti laktanya átalakítása a későbbi campus épületeivé, valamint a bíróság épületének felújítása Berettyóújfaluban. 1996-ban megalapította a Minaret-2000 Kft.-t, és generálkivitelezésében újult meg a Debreceni Munkaügyi Központ, a Berettyóújfalui Földhivatal épülete. A kivitelezés időszakát követően, az elmúlt húsz évben talajmechanikusként dolgozott, mun-

káját pontosság, precízesség, nagy körültekintés, kitartás jellemezte. A legnagyobb bizalommal fordultak hozzá, mindenki szeretett vele dolgozni.

A régióban tevékenysége kiterjedt Hajdú-Bihar, Szabolcs-Szatmár-Bereg, Borsod-Abaúj-Zemplén megyék területeire (mezőgazdasági létesítmények, iskolák, tornatermek). Debrecen városában középületek, társasházak tervezésénél számíthattak szakértelmére, melyek közül kiemelendő az utóbbi években a debreceni strandfürdő fejlesztése, a Forest Offices Debrecen, a Debreceni Református Hittudományi Egyetem Levéltárának épülete.

Fontosnak tartotta, hogy szakmai téren is továbbképezze magát, megismerje a szakma újításait és tapasztalatcserén vegyen részt, évente járt az országos talajmechanikai konferenciára, amelyen még az elmúlt év őszén is részt vett. Sokan ismerték, tisztelték, szerették. A kortárs és az idősebb kollégák mellett a fiatalokkal is megtalálta a közös hangot, tekintettel közvetlenségére, emberszeretetére, humorérzékére.



Sircz János  
1933–2021

1952-ben érettségizett az Épületgépészeti Technikumban, ahol országos tanulmányi versenyt is nyert, így felvételi vizsga nélkül juthatott be a Műegyetemre. 1957-ben a BME gépészmérnöki, 1965-ben a felsőfokú munkavédelmi tanfolyamon munkavédelmi szakmérnöki, 1976-ban pedig a Veszprémi Vegyipari Egyetemen környezetvédelmi szakmérnöki oklevelet szerzett. 1980-ban német nyelvből középfokú nyelvvizsgát tett.

1957-től 1958-ig mint tervezőmérnök dolgozott a Középpület-tervező Vállalatnál központi fűtés és klimatizálás témakörökben. 1958-tól 1984-ig a SZOT Munkavédelmi Tudományos Kutató Intézet szellőzés- és portechnikai osztályán dolgozott kutatóként, majd tudományos osztályvezetőként irányította a portalanítás-sal kapcsolatos munkavédelmi és környezetvédelmi célú kutatásokat. 1984-től 1990-ig az Országos Munkavédelmi Képző- és Továbbképző Intézet igazgatója volt, de továbbra is részt vett a Munkavédelmi Tudományos Kutató Intézet munkájában tudományos tanácsadóként. 1991-ben ment nyugdíjba.

A 60-as években két évig a BME I. Épületgépészeti Tanszékén, másodállásban vett részt különböző kutatási munkákban. 1965-től 2012-ig a munkavédelmi szakmérnöki képzés keretében óráadó tanár volt.

Több alkalommal tartott előadás-sorozatot a BME Mérnökto-vábbképző Intézetében. Részt vett az ÉTE Épületgépészeti Szakosztálya, valamint a Szilikátipari Tudományos Egyesület munkájában. Szerzője és társszerzője több könyvnek, jegyzetnek és szakcikknek. Részt vett hazai és külföldi épületgépészeti, munkavédelmi és környezetvédelmi témájú konferenciákon, tudományos ülésszakokon. Szakmai munkája elismeréseként 1983-ban „Az emberi környezetért”, 1984-ben a Munka Érdemrend ezüst fokozata, 1985-ben pedig Épületgépészeti emlékérem kitüntetésben részesült. 2005-ben a Mérnöki Kamara tiszteletbeli tagja lett, 2007-ben a Műegyetemen megkapta az aranydiplomát, és 2017-ben vehette át gyémántdiplomáját. Oktatási munkájáért 2009-



ben Munkaügyért kitüntetésben részesült. Szakterületünk legmagasabb kitüntetését, a Macskásy Árpád-életműdíjat 2016-ban kapta meg.

2012 óta az Épületgépészeti Múzeum legtöbbet dolgozó munkatársa, a MÉGMA, Magyar Épületgépészeti Múzeum Alapítvány legaktívabb kurátora volt, haláláig. Ő írta a legtöbb ismertető cikket kincseinkről szaklapjainkban. Diplomatervező hallgatókat konzultált, illetve középiskolás diákokat tanított a nyári gyakorlatok idején. Sokat dolgozott a Kiscelli Múzeumban most tavasszal nyíló kiállítás sikeréért.

Kéves ilyen nagy tudású, szerény úriemberrel találkoztam. Nagy büszkeségem, hogy barátjának nevezett. Ragyogó mérnök és mindeközben ügyes kezű mesterember volt, aki szorgalmasan és kitartóan tevékenykedett. Nagy úrt hagyott maga után, és túl korán, hiszen még csak 88 volt, egy igazi példakép!

Chappon Miklós



Takács Gyula  
1943–2021

Küzdelmes, tartalmas élete volt. Technikumot végzett, épületgépész-technikus lett. Néhány évre azonban szüneteltette a szakmát, hajóra szállt. A tengerhajózásnál vállalt munkát, ahol a fedélzetmesterségig vitte. Járt a világ tengereit, óceánjait, megismerte a világot, megismert embereket, kultúrákat. Erről így vallott: „A tengerészség alatt nagyon sok tapasztalatot szereztem, rossz időben ott hamar kiderül, ki mit ér. Megtanultam azt is, hogy az ember a természettel szemben senki. Tisztázódott bennem, hogy életcélom a család, a szakma – a tenger és a hegyek »csupán« az érdeklődésem.”

Partra szállt és elvégezte a Műegyetemet, épületgépész lett. A MÁVTI főtervezőjeként, majd 1989-től a CÉH Zrt. vezető tervezőjeként közel ezer megtervezett és megépült munkája volt. Tervezőként ismertem meg 30 évvel ezelőtt. Munka kapcsán találkoztunk és kerültünk közel egymáshoz. Megismertem a határozott, nagy gyakorlattal, átadható tudással rendelkező tervezőt. A sok fiatal pályára állító, a pályán önzetlenül segítő mentort. Irigylésre méltó szakirodalmi ismerettel, hatalmas privát szakmai archívummal rendelkezett. Munkájára a pontosság, a fegyelem volt jellemző. Sokszor hangoztatta: „A mérnök gondolkodjon... Ha valamire a kollégának azt mondom, ez szerintem nem jó, ne kapjam azt a választ: de így van a katalógusban...” Egy interjúban üzent a fiataloknak az érvényesüléssel kapcsolatos tanácsként: „Tanulj jól, tanulj meg legalább két nyelvet, végezz el egy jó egyetemet, legyél jó modorú és jól öltözött, majd hítesd el, hogy a legjobbak között vagy a szakmában... és ezt néha bizonyítsd is be! És tanulj még többet! Középszerűnek nem érdemes lenni, ha így lenne, gondolkodj el azon, hogy más szakmában nem lennél-e jobb.”

Életműve hatalmas és változatos. Kifogyhatatlan energiával dolgozott. Hiitt a csapatmunka hatékonyságában. Azok közé tartozott, akik saját példájukkal igazolták, hogy a hivatás mellett kell és lehet időt szakítani társadalmi szakmai munkára is. Számára evidencia volt, hogy az alulról szerveződő Magyar Mérnöki Kamarában szerepet vállaljon. Egy olyan kamara felépítése lebegett a szeme előtt, amelyről édesapjától hallott: amilyen a második vi-

lágháború előtt működött, mely időszak írott emlékeit, időálló szabályzatait, dokumentumait féltve őrizte.

A szakág legmagasabb elismerését, a Macskásy Árpád-életműdíjat 2017-ben kapta meg. Következetes, lelkiismeretes munkájára mindig számíthattunk akár a kötelező képzési rendszer 2013–2014-es átalakítási folyamata során, akár a minősítési és az elnökségi munkában. Tudtuk, hogy beteg. Körülbelül három héttel a halála előtt azért hívott fel, hogy jelezze, nem vállalja, nem tudja tovább vállalni a kamarai tevékenységet. Vállalt feladatát lezárta, nem félbehagyta. Büszke vagyok, hogy a barátja lehettem. Mi ahhoz a korosztályhoz tartozunk, akik igazi, nagy épületgépész legendákkal kerülhettünk kapcsolatba. Népes társaság, s e társaság egyik kiemelkedő alakja volt Takács Gyula.

Gyurkovics Zoltán



Varga László  
1929–2021

1954-ben diplomázott építészmérnökként a BME-en. A Közlekedési Építő Vállalatnál előkészítő mérnökként, majd építésvezetőként, 1956-tól az EM 1. sz. Földgépnél építésvezetőként, majd főtechnológusként dolgozott 1989-ig. Tevékenysége során több országos tervpályázaton díjazott volt. Hazai és külföldi tapasztalatainak birtokában pedig a korszerű zsaluzási, a betonelem-gyártási, a mélyalapozási megoldások, a talajhorgonyzási lehetőségek, a talajtámasztó módszerek, valamint a hatásos közúti és vasúti fafonat és fabeton szerkezetes hangelyelő, zajárnyékoló falváltozatok kifejlesztésében volt eredményes.

A Földgépnél kb. 70 ezer lakás alapozásánál használták az általa kifejlesztett zsaluzatot, az előregyártott „bentmaradó” födémzsalupanelt. Korszakalkotó ötlete volt a nagy fémtáblás dúcolat a közműépítéseknel. Először alkalmazott előregyártott távfűtő-csatorna-elemeket. A kor szovjet építőgépparkjának felhasználásával oldotta meg a Földgép a résfalépítést, fúrt/markolt cölöp készítését, és szabadalma volt a földbe csavarható cölöp.

Nyugdíjas éveiben újabb feladatokkal, a kis átmérőjű vert szárnyas és csavarmentes acél csőcölöp alapozási megoldás és egy kombinatív kiselemes talajmegtámasztó elképzelés kidolgozásával, a zajárnyékoló falak szerkezettervezési, kivitelezési kérdéseivel, valamint korszerű, esztétikus támfalak statikai tervezésével foglalkozott. 1989-től az Infoquest Bt.-ben fejlesztette a PIANO tip. zajárnyékoló falcsaládot. Nevéhez fűződik a Gyáli úti felüljárón épített behajló zajárnyékoló fal terve is, amely még egy zajvédelmi konferencia kiadványának címlapjára is felkerült. A falszerkezet már közel húsz éve tölti be szerepét mindenféle „öregedési nyom” nélkül. Ezen ötlete alapján épült az A4 autópályán a Schwechat melletti fal. Nincs olyan hazai kivitelezésű zajárnyékoló fal, melynek fejlesztésében önzetlenül nem vett volna részt, ötleteivel, tapasztalataival ne segítette volna fiatal kollégáit. Még 2020 decemberében is fáradozott az üvegszerkezetes behajlított zajárnyékoló falrendszerek hazai bevezetésén és további fejlesztésén, a visszaverődést csökkentő dőlt falak terveinek elkészítésével.

Varga László az MMK tiszteletbeli tagja volt.

Dr. Bite Pálné, Gilyén Elemér

## Biztonságra tervezés és biztonságigazolás

Az Akadémiai Kiadó gondozásában megjelent *Biztonságra tervezés és biztonságigazolás formális módszerei* című szakkönyv a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kara autonóm járműirányítási mérnök mesterszak képzéséhez készült, kiegészítő tananyagként. Az autonóm járművek a jövőben olyan mértékben alakítják át a közlekedéssel kapcsolatos társadalmi elvárásokat, és ezzel összefüggésben a biztonságos működésükről olyan elvárások fogalmazódnak meg, hogy a könyvben ismertetett biztonságigazolási módszerek egyre jobban integrálódni fognak a járműmérnöki gyakorlatba.

A könyv szerzői a témakör elismert szakemberei: *Bartha Tamás* egyetemi docens (BME Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék), a Magyar Tudományos Akadémia Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézetének (SZTAKI) tudományos főmunkatársa, és *Majzik István* egyetemi docens, a BME Villamosmérnöki és Informatikai Kar Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék helyettes vezetője. Kutatási területük a formális verifikáció, modellezés, biztonságkritikus rendszerek tesztelési és diagnosztikai eljárásai, valamint a számítógépes rendszerek szolgáltatásbiztonsága, szoftververifikáció és -validáció.

Képzési jegyzetük a formális módszerek mérnöki alkalmazása területén megalapozó tankönyvnek tekinthető: bevezet a legfontosabb formális leírási módok használatába, segít a rendszerek modellezésének megértésében, elsajátításában, és bemutatja a modellellenőrzés legfontosabb módszereit. Online elérhetőség:

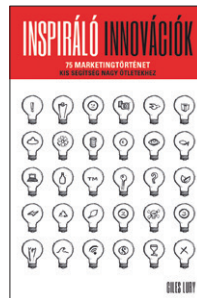
<https://mersz.hu/bartha-majzik-biztonsagra-tervezes-es-biztonsagigazolas-formalis-modszerei>



## Inspiráló innovációk

A legjobb ötletek gyakran a legváratlanabb helyzetekben jutnak eszünkbe, megvalósításukhoz gyakran rögzös és fordulatokban gazdag út vezet. Ezt a kiismerhetetlennek tűnő folyamatot elemezve *Giles Lury*, a The Value Engineers vezető márkatanácsadó vállalat igazgatója az *Inspiring Innovation: 75 Marketing Tales to Help You Find the Next Big Thing* címet viselő kötetét a világ összes vállalkozó szellemű különcének, lázadó-jának, feltalálójának ajánlotta. Hangsúlyozta, hogy bár napjaink marketingmantrája a fogyasztót helyezi az első helyre, az eredetiséghez és a formabontó innovációkhoz nem feltétlenül innen szükséges elindulni. A Pallas Athéné Könyvkiadó által megjelentetett *Inspiráló innovációk: 75 marketingtörténet – Kis segítség nagy ötletekhez* című könyvben világszerte ismert márkák szórakoztató történetét olvashatjuk, röviden kiemelve az inspiráció forrását jelentő kulcsmomentumokat mint ötletszikrákat. Egyes felmérések szerint az új termékek, szolgáltatások közel 70 százaléka megbukik. E könyv viszont arra a 30 százalékra fókuszál, amellyel sikerült nagyot „dobbantani”.

Az innováció megannyi formában lát napvilágot; kibontakozhat szép lassan, de akár hirtelen is utat törhet magának, és az inspiráció is számos forrásból eredhet. A kötetben szereplő anekdoták marketinges tanmeséknek is tekinthetők, amelyek változatos élettörténeteket tárnak elénk. Egy szempontból azonban nagyon is hasonlók: a tanulságok alapján bárhol és bármikor mi is inspirációra lelhetünk. „Ha jó innovátorok akarunk lenni, mindig mindenhez kellő kíváncsisággal kell hozzáállnunk. A legnagyobb ötletek sokszor ott rejtőznek, ahol nem is keresnénk, és akkor születnek, amikor nem is várnánk. Csupán résen kell lennünk!” – javasolja a szerző, a nemzetközi marketingélet meghatározó szereplője.



## Öt könyv a régi építészetről

*Dr. Déry Attila* Ybl-díjas építész-mérnök, egyetemi magántanár (attiladery.hu) több évtizede foglalkozik a régi szerkezetekkel, ebben a témában számos publikációt és könyvet jelentetett meg.

Az *Öt könyv a régi építészetéről – Gyakorlati műemlékvédelem 1-5.* kötet a TERC Kft. gondozásában jelent meg 2020 végén, és az előző évtized tapasztalatai, a mérnökkollégák észrevételei alapján részben átírt, az első kiadás erősen bővített változata.

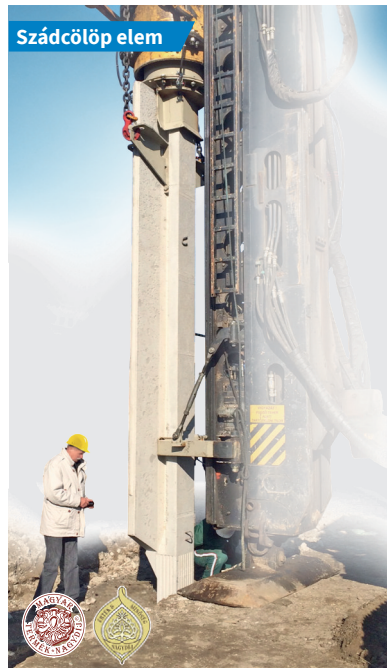
Ami megváltozott: általános útmutató a gyakorlati munkához és irodalomjegyzék a bevezetőben; irodalomjegyzék a főfejezetek végén; a falazóanyagok, burkolatok, vasgerendás és vasbeton födémekek, valamint épületgépészet újraírt és bővített fejezete; módosított és bővített boltozatok, faszervezetek és festések fejezete; útmutatók és javaslatok a főfejezetek végén. Az ötkötetes mű felöleli az alapozási módokat, a különböző falazóanyagokat, a leggyakrabban használatos kötő- és adalék anyagokat. Az egyes szerkezeti elemeket külön-külön könyvben tárgyalja: falak, boltozatok, lépcsők; faanyagú födémekek, tetők; fémszerkezetek. A festékeknek, burkolatoknak és gépészetnek szintén egy kötetet szentel. Az egyes kötetek címe: *1. Az építés anyagai; 2. Kőműves épületszerkezetek; 3. Faszervezetek; 4. Fémszerkezetek; 5. Festések, burkolatok, üvegek, szigetelések, gépészet.*

E kiadványsorozat a régi építészet-ről alapvetően azokat a régi szerkezeteket, anyagokat és építési eljárásokat foglalja össze, amelyek a korábbi évszázadokban használatosak voltak. Ezekről manapság nem tudunk eleget, azonban sokszor szükség van ilyen ismeretekre egy-egy régi épület felújításakor, így az öt kötet a tervezőknek, kivitelezőknek, építetőknek, avagy a régi korokkal foglalkozó művészettörténészeknek is hasznos kézikönyv.





## A CSOMIÉP Kft. beton és vasbeton termékcsaládjával az út- és vasútépítők partnere



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



**CSOMIÉP Beton és Meliorációs Termégyártó Kft.**

6800 Hódmezővásárhely, Makói út CSOMIÉP Ipartelep

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

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







**HungaroCAD**  
www.hungarocad.hu



**AUTODESK**  
Gold Partner

# Autodesk Construction Cloud

Az építkezés jövője

