

mérnök újság

A MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA LAPJA

XXXIII. évfolyam, 08-09. szám, 2026. augusztus-szeptember - Ár: 980 Ft

Víz, víz, víz

Nincs mindent megoldó beavatkozás

Mibe kerül egy fenékküszöb?

A duzzasztás szerepe a vízvisszatartásban

A Duna nem hit kérdése – a mérnök nem kellék



DUNAI HIDAK –
VITATHATÓ HELYEKEN

A JÖVŐ NEMZETI
ENERGIASTRATÉGIÁJA

NÖVEKVŐ
TŰZKOCKÁZAT

TERÜLETHASZNÁLAT
ÉS KÖZLEKEDÉS

IV. MENYHÁRD ISTVÁN-EMLÉKNAP ÉS SZAKMAI KONFERENCIA

Időpont: 2026. szeptember 25–26. Helyszín: Four Points by Sheraton Hotel, Kecskemét

Találkozzunk Kecskeméten!

Két nap a tartószerkezeti szakma jegyében: előadások, szakmai párbeszéd, kapcsolatépítés és közös gondolkodás

2026. szeptember 25. (péntek)

Kezds	Délelőtti program	Előadó
10:00	From Design to Diagnosis: AI-Assisted Methods in Structural Engineering	Alper Kanyilmaz – Politecnico Milano (online)
10:40	Menyhárd István asszisztense voltam – Kortárs tartószerkezet-tervezők	Dr. Dalmy Dénes – Propontis Kft.
11:00	BME szakmai-tudományos kutatási programok ismertetése	Dr. Kövesdi Balázs – BME Építőmérnöki Kar, Hidak és Szerkezetek Tanszék
11:20	SPLIT Kastela öböl feletti híd – tervpályázat bemutatása	Pál Gábor – Speciálterv Kft.
11:40	„Kevesebb, több” – optimalizált szerkezeti és csomóponti kialakítások	Takács Ádám – Peikko Magyarország Kft.
12:00	Gondolatok a tartószerkezet-tervezésről	Dezső Zsigmond – Hydrastat Kft.

Kezds	Délutáni program	Előadó
13:15	Tartószerkezet-tervezés a második generációs Eurocode fényében	Dr. Hegyi Dezső – BME Építőmérnöki Kar, Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék
13:40	Gyártmánytervezési módszerek fejlődése a kecskeméti Mercedes-Benz gyár projektjeiben	Fekete Róbert – BIM Group Kft.
14:00	Végeselemes modellezési és méretezési megoldások	Ghaemi Mohsen – StruSoft Kft.
14:20	Technológiai módosítással kapcsolatos tartószerkezeti felülvizsgálat	Nagy Ábel – EXON 2000 Kft.
14:40	A tartószerkezeti dokumentációk kidolgozottsága, hol tart ma a szakma?	Szántó László – MMK-alelnök, a Tartószerkezeti Tagozat elnöke
15:00	Előregyártott vasbeton vázas csarnokrendszerek generál statikai és gyártmánytervezése	Styaszný Sándor – MMK Tartószerkezeti Tagozat; Heves Vármegyei Mérnöki Kamara Szakcsoport elnöke
15:40	Kitekintés a nemzetközi folyamatokra, tájékoztatás a nemzetközi mérnökszervezetekben folyó munkákról	Kocsis András Balázs – MMK Tartószerkezeti Tagozat
16:00	Az Év Tartószerkezete díj short-list pályaműveinek bemutatása	Szántó László – Pályázók
16:40	Kerekasztal-beszélgetés: Merre tart a szakma?	Moderátor és résztvevők felkérés alatt

Kezds	Este: Gálavacsora és díjátadó	Közreműködő
19:15	Az „Év Tartószerkezete Díj” short-list projektjeinek bemutatása	Szántó László
19:30	Díjátadók	Wagner Ernő, Szántó László, dr. Kövesdi Balázs
20:30	Gálavacsora és kötetlen szórakozás	

2026. szeptember 26. (szombat)

Kezds	Délelőtti program	Előadó
09:40	Veszprém: nagymacska-komplexum bemutatása	Dr. Hegyi Dezső – BME Építőmérnöki Kar, Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék
10:00	A Thyssenkrupp Steel Europe düsseldorfi telephelyén épülő direktredukciós acél-gyár 150 m magas DR-tornyának méretezése	Késmárki László István – M Mérnöki Iroda Kft.
10:20	MBMH Batteriemontage – tervezés HOAI rendszerben, fókuszban a megvalósítás	Varvasovszky Péter – APSE Almási és Társai Kft.
10:40	CLT szerkezetek tervezésének gyakorlati kérdései	Madaras Botond – MDRS2 Mérnökiroda
11:00	Az új MBH-székház tartószerkezeti kihívásainak bemutatása	Szabó László – Hydrastat Kft.
11:20	A biztonsági tartalék nyomában – egy tartószerkezeti kárszakértés anatómiája	Pohl Ákos – CEOS Kft.
11:40	Egy vasbeton szerkezetes parkolóház tartószerkezeti bemutatása	Alibán Dénes – Esikon Kft.

SZAKMAI TOVÁBBKÉPZÉS

A Magyar Mérnöki Kamara Tartószerkezeti Tagozata, valamint az Építési Tagozat tagjai számára a konferencia az éves kötelező szakmai továbbképzés teljesítéséként fogadható el, amennyiben a résztvevő legalább az egyik konferencián teljes szakmai programján részt vesz.

Részletes program, bővebb információk és regisztráció:

evtartoszerkezete.hu

A víz nem vár



Dubniczky
Miklós

A Duna idén nyáron néhány hét alatt elvégezte azt, amire szakmai tanulmányok, stratégiák és konferenciák hosszú sora nem volt képes: országos üggyé tette a vízgazdálkodást. Amikor Pakson történelmi mélységbe süllyedt a folyó vízszintje, és veszélybe került az atomerőmű hűtővízellátásának biztonsága, hirtelen mindenki a Dunáról beszélt, meg fenékküszöbről, medermélyülésről, duzzasztásról és osztórák vízlépcsőkről. Néhány napra vagy hétre tízmillió vízepítő mérnök országa lettünk.

A paksi fenékküszöb elkészült. A közvetlen veszélyt sikerült elhárítani. A történetet mégsem lenne bölcs dolog lezárni, mert Paks elsősorban tünet. Megmutatta, mennyire sérülékennyé válhatnak olyan rendszereink, amiket évtizedeken keresztül adottnak és biztonságosnak tekintettünk. Ma az atomerőmű hűtővize került veszélybe, holnap az ivóvízellátás, a hajózás, az öntözés, valamelyik ipari vízkivétel vagy egy folyó menti ökológiai rendszer kerülhet kritikus helyzetbe. A kérdés ezért jóval bonyolultabb, szerteágazóbb annál, hogy vajon szükség volt-e Pakson fenékküszöbre. Az igazi kérdés az: hogyan akarunk gazdálkodni a vízzel a következő öt vagy tíz évben?

A magyar vízgazdálkodás másfél évszázados története lényegében mérnöki sikertörténet. Folyókat szabályoztunk, ártereket mentesítettünk, töltéseket, csatornákat, szivattyútelepeket építettünk. A rendszer alapvető feladata hosszú időn át az volt, hogy a veszélyes víztöbbletet minél gyorsabban elvezesse. A XXI. század azonban új feladatot adott ugyanennek az infrastruktúrának: amikor van víz, egyre többet kellene megtartanunk belőle arra az időre, amikor nincs. A vízmegtartás persze önmagában még csak jól hangzó szó. Mérnöki tartalma akkor lesz, amikor megmondjuk, hol, mennyi vizet, milyen műtárgyakkal, milyen üzemrend mellett, milyen költséggel és milyen következményekkel akarunk megtartani. A tározó, a csatorna, a talajba történő beszívárogtatás, a települési csapadékvíz helyben tartása, a fenékgát vagy éppen a folyami duzzasztás ugyanannak az eszköztárnak a különböző elemei. Egyik sem csodaszer.

Éppen ezt kellene végre elfogadnunk a vízről szóló közbeszédben is. Magyarországon a vízlépcső szó mögött több mint három évtizede ott áll Bős-Nagymaros politikai emlékezte. Emiatt a duzzasztás kérdéséről nehéz úgy beszélni, ahogy egy mérnöki problémáról egyébként beszélni érdemes: adatokkal, modellekkel, változatokkal, költségekkel, előnyökkel, kockázatokkal és következményekkel.

Nincs értelme előre eldönteni, hogy egy vízlépcső jó vagy rossz, ahogy annak sincs értelme, hogy egy beruházást pusztán azért söpörjünk le az asztalról, mert drága. Mindenekelőtt azt érdemes tudnunk, milyen problémát akarunk megoldani, milyen műszaki változatok léteznek, mit nyerünk velük, milyen károkat okozhatunk, és mennyibe kerülnek. Csak ezután következhet a döntés. A mérnöki gondolkodásnak éppen ez a lényege.

A paksi beavatkozás ebből a szempontból is tanulságos. Rendkívül rövid idő alatt kellett működő megoldást találni, miközben háromdimenziós hidrodinamikai és morfológiai modellek futottak, mérések készültek, a számítások eredményei pedig folyamatosan visszakerültek a tervezésbe. Ez a történet a nyilvánosság számára leginkább uszályokról, markológépekről, betonkockákról és több tízezer köbméter kőről szólt. Valójában persze legalább ennyire szólt mérésről, modellezésről, mérnöki tudásról és gyors döntésekről is.

A következő feladat ennél sokkal nehezebb lesz. Most ugyanis évtizedekre kellene előre gondolkodni. A hazai folyók, csatornák, tározók, felszín alatti vízkészletek és vízhasználatok egyetlen összefüggő rendszer részei, és ebben a rendszerben egyszerre muszáj felkészülni árvízre és aszályra, szélsőséges csapadékra és hónapokig tartó vízhiányra. Ehhez új műtárgyak mellett adatokra, monitoringra, modellekre, kutatásra, képzett szakemberekre és következetes, politikai ciklusokon átívelő programokra lesz szükség. Épp ezért fontos, hogy ismét felmerült egy önálló vízügyi kutatóintézet létrehozása is. A következő évtizedek vízgazdálkodását egyre kevésbé lehet a múlt hidrológiai tapasztalataira alapozni. Lehet vitatkozni fenékküszöbről, duzzasztásról, vízlépcsőről, tározókról, folyószabályozásról vagy természetalapú megoldásokról, sőt, kell is róluk vitatkozni. Egy dolgot azonban aligha engedhetünk meg magunknak: hogy a régi politikai reflexek vagy új ideológiai dogmák előre eldöntsék, melyik mérnöki megoldásról lehet egyáltalán beszélni. A víz ugyanis nem vesz részt ezekben a vitákban. Jön, amikor jön. És egyre gyakrabban nincs ott, amikor szükségünk lenne rá. Ami dolgunk, hogy mérnöki alapossággal felkészüljünk ezekre a helyzetekre, és megmutassuk a létező legoptimálisabb megoldásokat. ■



12

Nincs mindent megoldó beavatkozás

Interjú dr. Baranya Sándorral, a BME Építőmérnöki Kar Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszékének tanszékvezető egyetemi docensével.



20

A duzzasztás szerepe a vízvisszatartásban

A vízvisszatartás egyre fontosabb a klímaváltozás nyomán tapasztalt és előre jelzett hidrometeorológiai változások miatt.



39

A jövő intelligens épületenergetikai rendszere

Az energiahatékonyság mellett növekvő jelentőségű az energiafüggetlenség, az üzembiztonság, a helyben előállított megújuló energia minél nagyobb arányú hasznosítása...



30

A jövő nemzeti energiastratégiája

Magyarország hosszú távú energiastratégiáját a nemzet- és a gazdaságstratégia részeként, rendszerszemléletben célszerű kialakítani.



42

Dunai hidak – vitatható helyeken

Miközben a Duna déli szakaszán egymás után adják át az új hidakat, Budapest környékén néhány kritikus pontra préselődik az ország forgalma.



36

Exergia

Létfontosságú változás a XXI. századi mérnöki szemléletben.



52

Víz, víz, víz

A víz megszerzése, szállítása és elosztása évezredek óta próbára teszi az emberi leleményt...

Dubniczky Miklós

A víz nem vár

3

A HÓNAP ESEMÉNYEI

6

MOZAIK

8

INTERJÚ

Rozsnyai Gábor

Nincs mindent megoldó beavatkozás

12

Interjú dr. Baranya Sándorral

FÓKUSZ – DUNA

Hancz Gabriella

A duzzasztás szerepe a vízvisszatartásban

20

Szélsőséges vízjárás: új válaszokra van szükség

Zsigmondi András

Mibe kerül egy fenékküszöb a Dunán?

26

Wagner Ernő

A Duna nem hit kérdése

– a mérnök nem kellék

28

Széles körű szakmai eszmecserére hív a Magyar Mérnöki Kamara

PRAXIS

Dr. Korényi Zoltán okl. gépészmérnök

A jövő nemzeti energiastratégiája

30

Alapelvek és fő irányok

Dubniczky Miklós

Szakértőt keresünk

– megfelelő válasszal

34

Dr. Bezegh András

Exergia

36

Vennes György

A jövő intelligens épület-energetikai rendszere

39

Molnár László Árpád

Dunai hidak – vitatható helyeken

42

Hogyan sétált bele Magyarország a saját közlekedési csapdájába?

Biczók Péter

A területhasználat

és a közlekedés kölcsönhatása

45

Közlekedési problémáink kulcsa

Dr. Gyapjas János

Növekvő tűzkockázat

49

HISTÓRIA

Laczk Bálint

Víz, víz, víz

52

A nilométerektől Euler turbinájáig

Búcsúzunk

56

Könyvajánló

58



A MAGYAR
MÉRNÖKI KAMARA
HIVATALOS LAPJA

Megjelenik havonta • Tagdíjazott kamarai tagok ingyen kapják, másnak előfizetési díj egy évre: 5600 Ft • Magyar Mérnöki Kamara, 1118 Budapest, Budaörsi út 125/A
Ügyfélszolgálat: +36-1/455-7080 • Nyilvántartási szám: B/SZ 12344/1994 • ISSN 1218-5450 • Nyomda: EOS Zrt. 2600 Vác, Nádas utca 8.
Felelős vezető: Csontos Csilla vezérigazgató • Minden jog fenntartva! • Lapunk következő száma 2026. október 16-án jelenik meg.

IMEDIA

Az MMK és a MÉK közösen kezdeményezi a kettős kamarai nyilvántartás megszüntetését

A Magyar Mérnöki Kamara (MMK) és a Magyar Építész Kamara (MÉK) közös jogszabály-módosítási javaslatot nyújtott be annak érdekében, hogy megszűnjön a szakmagyakorló vállalkozások indokolatlan kettős kamarai nyilvántartási kötelezettsége. A két szakmai köztestület szerint az építészeti és mérnöki tevékenységet végző vállalkozások szakmai nyilvántartását, jogosultsági ellenőrzését, továbbképzését, valamint etikai-fegyelmi felügyeletét már jelenleg is a szakmai kamarák biztosítják. Emiatt a gazdasági kamarai nyilvántartás és az ahhoz kapcsolódó évi 5000 forintos kamarai hozzájárulás nem nyújt további szakmai garanciát, ugyanakkor fölösleges adminisztratív terhet jelent az érintettek számára.

A közös javaslat szerint a szakmai kamarák által nyilvántartott, szakmagyakorlási tevékenységet végző cégek és egyéni vállalkozók mentesülnének a gazdasági kamarai nyilvántartásba vétel és az éves kamarai hozzájárulás megfizetése alól. A MÉK és az MMK egyúttal jelezte: kész szakmai segítséget nyújtani a szükséges jogszabály-módosítások, az átmeneti rendelkezések és az elektronikus adatkapcsolati szabályok kidolgozásában is.

<https://mernokvagyok.hu/az-mmk-es-a-mek-kozosen-kezdemenyezi-a-kettos-kamarai-nyilvantartas-megszuntetese/>

Az állami beruházások rendjéről szóló 2023. évi LXIX. törvény véleményezése

A Magyar Mérnöki Kamara a szaktárca felkérésére véleményezte az állami beruházások rendjéről szóló 2023. évi LXIX. törvényt (Ábtv.), és annak végrehajtási rendeleteit. A kamara a tagoktól beérkezett észrevételeket összesítette és értékelte, majd az ezek alapján kialakított szakmai véleményét megküldte a minisztériumnak. Az MMK szakmai véleménye a mernokvagyok.hu portálon olvasható.

Kérdőíves felmérés az AI használatáról a mérnöki gyakorlatban



A Magyar Mérnöki Kamara Mesterséges Intelligencia Munkacsoportja felmérést készített arról, hogy a kamarai tagok hogyan használják a mesterséges intelligenciát a mérnöki gyakorlatban, milyen előnyöket és kockázatokat tapasztalnak, illetve milyen kamarai támogatásra lenne szükségük.

A kérdőív anonim, kitöltése önkéntes, és mintegy 10-12 percet vesz igénybe. A válaszok alapján a kamara célzott képzéseket, módszertani anyagokat, iránymutatásokat és pilotprogramokat készít elő.

Kitöltési határidő: 2026. szeptember 30.

A kérdőív az alábbi linken érhető el: <https://forms.cloud.microsoft/e/pfKyPEq1NG>

A MEKH kiírta a pályázatot a szélerőművi kapacitások létesítésére és bővítésére

A Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (MEKH) közzétette a közép- és nagyfeszültségű hálózaton elérhető szabad kapacitások kiosztására irányuló pályázatot, melynek benyújtási határideje 2026. október 30. A pályázók hat járásban kilenc hálózati csomópontra pályázhatnak, melyeken a betáplálásra rendelkezésre álló, kiosztható összteljesítmény 702 megavoltamper (MVA). A pályázati kiírás meghatározza a hálózati csatlakozás időbeli kereteit is. A legkorábbi csatlakozási időpont 2030. szeptember 30., míg az adott hálózati csomópontba tartozó tényleges csatlakozási időpontot a csatlakozási tervben, illetve a hálózati csatlakozási szerződésben kell meghatározni azzal, hogy 2032. szeptember 30-át követő csatlakozási időpont nem jelölhető meg.

Fél méternél is nagyobb a fenékküszöb duzzasztóhatása az erőműnél



Az épülő fenékküszöb duzzasztóhatása a paksi atomerőmű vízkivételi csatornájánál 50 centiméternél is nagyobb, és építmény híján a turbinák jelentős részét már le kellett volna állítani a létesítményben – közölte az Országos Vízügyi Főigazgatóság (OVF) a Facebook-oldalán. A bejegyzésben azt írták, hogy miközben „a mérések kezdete óta még soha nem tapasztalt mértékben csökkent a Duna vízhozama”, és a budapesti vízmércén jelentősen, egészen 1 centiméterig apadt a folyó vízállása, az épülő fenékküszöb vízszintemelő hatásának köszönhetően Paksnál biztosított maradt az atomerőmű hűtővízellátása. Közölték azt is, hogy a Duna vízgyűjtő területén a csapadékszegény időjárás eredményeként a folyón Paks térségében másodpercenként 700 köbméter alá csökkent az érkező víz mennyisége.

Ilyen vízhozam, valamint változatlan körülmények mellett olyan vízszintek alakultak volna ki, amelyek miatt a turbinák

jelentős részét már le kellett volna állítani – emelték ki, kitérve arra, hogy a fenékküszöb építése előtti utolsó legkisebb vízhozam 691 köbméter volt másodpercenként augusztus 4-én Paksnál, az aznap bekövetkezett 140 centiméteres, valaha mért legkisebb vízszint mellett. Az épülő fenékküszöb duzzasztóhatása az atomerőmű vízkivételi csatornájánál pedig ennél is jelentősebb, jelenleg 50 centiméternél nagyobb – mutattak rá az építmény fontosságára.

Az OVF arról is tájékoztatott a bejegyzésben, hogy a munka folyamatos, így zajlik a vízügyi műtárgy végleges kialakítása, ezzel párhuzamosan pedig készül a mederfenék stabilizálása az alvízen.

„Rendes körülmények között utóbbi történt volna meg először, de a mai vízhozam adatok bizonyítják, hogy a mostani rendkívüli helyzetben a duzzasztási szint mielőbbi elérése elengedhetetlen volt” – indokolták a munkafolyamatok menetét.

Jelentős üzemanyag-kedvezmény a kamarai tagoknak

Új, kedvezőbb üzemanyagkártya-konstrukció érhető el a Magyar Mérnöki Kamara tagjai számára a KÉK cégcsoport közreműködésével. A kedvezmény az alapüzemanyagok esetében elérheti a 23 Ft/liter + áfa, a prémium üzemanyagoknál pedig a 33 Ft/liter + áfa összeget. További kedvezmények vehetők igénybe többek között az AdBlue, az autómosás, az autógáz és a kártyadíj árából is.

A már üzemanyagkártyával rendelkező kamarai tagoknak a nagyobb kedvezmény igénybevételéhez új szerződés kell kötniük a KÉK cégcsoporttal. Erre azért van szükség, mert az MMK és a Mol közötti közvetlen szerződés lezárásával a korábbi kedvezmény 2026. október 31-én megszűnik.

Új szerződés megkötésével, a meglévő szerződés átkötésével kapcsolatos és további információk: Hirth Éva területi vezető, +36-78/408-290; baja@kekcegcsoport.hu

Kata, áfa, HIPA – adózási gyorstalpaló mérnököknek



A törvényhozók a kata újragondolását ígérik, az esetleges változás azonban legkorábban 2027-től lehet érdekes. Addig is érdemes áttekinteni, milyen adózási formák közül választhat ma egy önállóan dolgozó mérnök, figyelemmel arra, hogy a katan kívül is vannak fontos adózási kérdések.

Részletek: <https://mernokvagyok.hu/adozas-mernokok-kerdezze-mernoket-gyorstalpalo/>

VÁRMEGYEI KAMARÁK HÍREI

■ CSONGRÁD-CSANÁD

Díszpolgári cím Bodor Dezsőnek

A Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kara június 26-án a Mérnöki Kar Díszpolgára címet adományozta Bodor Dezsőnek, a Csongrád-Csanád Vármegyei Mérnöki Kamara elnökének. Bodor Dezső az elismerést a mérnökképzés és kutatás támogatásáért, valamint a kar és a vállalati szféra közötti kapcsolatok kialakítása területén végzett kiemelkedő munkájáért vehette át.

A területi Kamara és a Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kara, valamint Természettudományi és Informatikai Kara idén is díjazta a végzős hallgatók legkiemelkedőbb diplomamunkáit. A Mérnöki Kar részéről Török Martin részesült elismerésben a „Gyémántvasalás alkalmazása gépipari alkatrészek felületjavításában” című diplomamunkájáért, míg a Természettudományi és Informatikai Kar díjazottja Szabó Patrik lett, akit a „Friss és öregezett mezőgazdasági eredetű mikroműanyagok Gram-negatív és Gram-pozitív baktériumokra gyakorolt hatásainak összehasonlító vizsgálata” című szakdolgozatáért tüntettek ki. Az elismerések ünnepélyes keretek között kerültek átadásra a Mérnöki Kar június 26-i, valamint a Természettudományi és Informatikai Kar július 4-i diplomaosztó ünnepségén. Az eseményeken mindkét díjazott pénzjutalomban részesült, továbbá díszoklevelet kapott kiemelkedő mérnöki munkával elkészített dolgozatának elismeréséül.

Taggyűlés

A területi kamara május 18-án tartott taggyűlésén Eur Ing Kocsis András Balázs „Dr. Zielinski Szilárd élete és munkássága” című előadása hangzott el. A rendezvény kezdetekor a jelenlévők megemlékeztek a kamara elhunyt tagjairól.



A Magyar Mérnöki Kamara elnöke, Wagner Ernő tájékoztatást adott arról, hogy a mérnökök elismertségének növelése érdekében, a tagozatokkal egyeztetve 13 pontból álló, rendszerváltó gondolatot fogalmaztak meg, amelyet a kormányzathoz kívánnak eljuttatni. A kötelező tervezői felelősségbiztosítással kapcsolatban elmondta, hogy Magyar Mérnöki Kamara szakemberek bevonásával kezdett dolgozni egy új díjrendszer kialakításán,

melynek célja a tagérdekű működés megvalósítása, biztosítási szövetkezet létrehozásával.

Ezt követően Bodor Dezső elnök bemutatta a területi kamara 2025. évi munkáját, a kamara stratégiáját, a továbbképzéseket, az együttműködéseket, a szakcsoportok munkáját, a költségvetés teljesítését, az eredményes gazdálkodást, és a 2026. évi terveket.

Engi Péter könyvvizsgáló ismertette jelentését, amely szerint az egyszerűsített éves beszámoló megbízható és valós képet ad a Csongrád-Csanád Vármegyei Mérnöki Kamara 2025. december 31-én fennálló vagyoni és pénzügyi helyzetéről.

Babos Tamás CSVMK FB elnöke részéről elhangzott a felügyelőbizottság jelentése a 2025. évi költségvetés végrehajtásáról és az éves beszámolóról, a 2026. évi tervéről. Ezt követően a CSVMK taggyűlése elfogadta a 2025. és a 2026. évi beszámolót és költségvetést.

A taggyűlésen átadták a kamara Alkotói Díját Marsovszki Gergely vízépítő mérnöknek és Oltvai Béla okl. építőmérnöknek. Örökös tag címet prof. dr. Véha Antal okl. mezőgazdasági gépészmérnök vehetett át.

Bodor Dezső CSVMK-elnök

XVII. Nemzetközi Építésügyi Konferencia Szegeden



A Csongrád-Csanád Vármegyei Mérnöki Kamara a Csongrád-Csanád Vármegyei Építész Kamarával, a Dél-alföldi Urbanisztikai Egyesülettel, a Csongrád-Csanádi Kereskedelmi és Iparkamarával, valamint az Enterprise Europe Network Dél-alföldi Regionális Irodájával együttműködve június 5-én rendezte meg a XVII. Nemzetközi Építésügyi Konferenciát Szegeden. A rendezvény keretében került átadásra a fenti szervezetek által alapított Vedres István-díj, amelyet 2026-ban a területi mérnöki kamara tagjai közül Szalai László vehetett át kiemelkedő szakmai munkásságának elismeréseként.

A konferencián való részvétellel a szakmagyakorlók teljesíthették a 2026. évi szakmai továbbképzési kötelezettségüket az energetikai, építési, épületgépészeti, geodéziai és geoinformatikai, hírközlési és informatikai, közlekedési, tartószerkezeti, valamint vízgazdálkodási és vízépítési szakterületeken.

A több mint 130 résztvevőt vonzó szakmai nap irányítúként kívánt szolgálni az építésügyi ágazat digitális átalakulásának értelmezésében. A konferencia központi témája a BIM, a digitalizáció és a mesterséges intelligencia alkalmazása volt a tervezési és kivitelezési gyakorlatban.

A XVII. Nemzetközi Építésügyi Konferencia ismét bizonyította, hogy a mérnöki és építésszakma szereplői nyitottak az új technológiák és munkamódszerek megismerésére, valamint az ezekkel kapcsolatos szakmai párbeszédre. A BIM, a digitalizáció és a mesterséges intelligencia térnyerése alapvetően alakítja át az épített környezet tervezésének, megvalósításának és üzemeltetésének folyamatait. A szervezők célja továbbra is az, hogy olyan fórumot biztosítsanak a szakemberek számára, ahol a technológiai fejlődés eredményei, kihívásai és gyakorlati tapasztalatai közösen értelmezhetők és megvitatathatók.

A konferencia résztvevői egyetértettek abban, hogy a következő évek egyik legfontosabb szakmai feladata a digitális eszközök tudatos és hatékony alkalmazása lesz, amelynek sikeréhez elengedhetetlen a különböző szakterületek együttműködése, valamint a folyamatos tudásmegosztás és szakmai párbeszéd.

Részletes beszámoló a kamara honlapján olvasható.

Bodor Dezső CSVMK-elnök

■ JÁSZ-NAGYKUN-SZOLNOK Szakmai kirándulás

A Jász-Nagykun-Szolnok Vármegyei Mérnöki Kamara június 12-én szakmai kirándulást szervezett Magyarország leghosszabb közúti hídjához, a Balaton déli partján fekvő Kőröshegyi-völgyhídhöz. A monumentális műtárgy építéséről és a műtárgy üzemeltetésének kihívásairól Hanák Tímea hídmester tartott előadást.

A kiemelkedő mérnöki alkotás nemcsak Közép-Európában egyedülálló méreteivel, hanem a kivitelezés során alkalmazott korszerű építéstechnológiai megoldásaival is lenyűgözte a résztvevőket. Az előadás betekintést nyújtott a híd tervezésének és építésének kihívásaiba, valamint a hídmester sokrétű mérnöki

feladataiba. A helyszíni bejárás során a résztvevők közelebbről is megismerhették a völgyhíd szerkezeti felépítését, és üzemeltetésének legfontosabb sajátosságait.



A szakmai kirándulás számos értékes tapasztalatot és új ismeretet nyújtott a kamarai tagok számára, egyúttal lehetőséget teremtett a szakmai kapcsolatok erősítésére és a mérnöki hivatás egyik kiemelkedő hazai eredményeinek megismerésére. A program a Balaton partján elfogyasztott közös ebéddel és jó hangulatú beszélgetéssel zárult.

■ TOLNA

Mesterséges intelligencia a mérnöki tervezés szolgálatában

Negyedik alkalommal rendezte meg szakmai napját a Tolna Vármegyei Mérnöki Kamara Szekszárdon. A rendezvényt sorozat célja, hogy fórumot teremtsen a kamarai tagok számára a legújabb mérnöki módszerek, technológiák és gyakorlati tapasztalatok megismerésére, valamint lehetőséget biztosítson a szakmai párbeszédre és az esettanulmányok megvitatására. Az idei, június 5-én rendezett szakmai nap központi témája a MI-vel támogatott mérnöki tervezés volt, amely napjaink egyik legdinamikusabban

APRÓHIRDETÉS

1996 óta működő tervezőirodánk engedélyezési, kiviteli, bontási, felmérési, vasbeton- és acélszerkezeti tervek műszaki rajzolását, szerkesztését, tervezését vállalja. ArchiCad, AutoCad, Nemetschek, VB-Express és egyéb szoftverekkel. PLANWORK KFT.
E-mail: office@planwork.hu, mail: planwork@t-online.hu, tel.: +36-70/362-68-88, +36-1/270-0968

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

Tervezői részlegek munkájába való bekapcsolódás, kapacitásproblémák enyhítése, mérnök-szolgálat,

munkaerő-biztosítás, -kölcsonzés. PLANWORK KFT.
E-mail: office@planwork.hu, planwork@t-online.hu, Tel.: +36-70/362-6888, +36-1/270-0968

Nyugdíjas mérnököket keresünk! Vízfolyam Közérdekű Nyugdíjas Szövetkezet, e-mail: info@vizfolyam.hu, www.vizfolyam.hu, A vízügyi ágazatban, települési és regionális vízművek részére végzett műszaki tervezői, tervellenőri, szakértői, műszaki ellenőri feladatok nem rendszeres, alkalmi ellátása.

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

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



TA DA ME Engineering
We engineering the Future
www.ta-da-me.eu • www.aviatornixie.com

fejlődő területe, és egyre nagyobb hatást gyakorol a mérnöki tervezési folyamatokra.

Az előadásokat követő konzultáció során számos kérdés érkezett a résztvevőktől, elsősorban a mesterséges intelligencia gyakorlati alkalmazhatóságával, a CAD-rendszerekkel történő integrációval, valamint a mérnöki felelősség és az AI kapcsolatával összefüggésben. A szakmai beszélgetések ismét megerősítették, hogy a mérnöktársadalomban egyre nagyobb az igény a hiteles, gyakorlatorientált ismeretekre és a kipróbálható megoldások bemutatására.



A kiemelkedő érdeklődésre tekintettel a Tolna Vármegyei Mérnöki Kamara és a BME Gép- és Terméktervezés Tanszéke ősszel akkreditált továbbképzési tanfolyamot indít kamarai tagok számára. A képzés a szakmai napon bemutatott témákra építve részletesen foglalkozik majd a mesterséges intelligencia mérnöki alkalmazásának lehetőségeivel, a strukturált tervezési módszerekkel, valamint számos gyakorlati példán és élő bemutatón keresztül ismerteti a legújabb MI-alapú tervezéstámogató eszközöket. A szervezők célja, hogy a résztvevők olyan naprakész tudással térjenek haza, amelyet saját mérnöki gyakorlatukban hasznosítani tudnak. A továbbképzésről további részletek: pontos tematika, időpont, jelentkezési mód és feltételek hamarosan, a TVMK honlapján lesznek elérhetőek.

A szekszárdi szakmai nap ismét bebizonyította, hogy a mérnöki hivatás jövőjét meghatározó technológiák iránt jelentős az érdeklődés, és hogy a mesterséges intelligencia alkalmazása nem csupán a jövő lehetősége, hanem már ma is a korszerű mérnöki tervezés egyik meghatározó eszköze. A Tolna Vármegyei Mérnöki Kamara rendezvénye kiváló példája annak, hogyan találkozhat a tudományos háttér, az egyetemi kutatás és a gyakorló mérnökök tapasztalata egy közös szakmai fórumon.

A rendezvényt követően az előadók szakmai összefoglalókat készítettek a bemutatott témákról. Dr. Király Lilla az MI műszaki alapjait, jogi és etikai követelményeit foglalta össze, dr. Szeghő Krisztina és dr. Gotthard Viktor pedig az MI-vel támogatott mérnöki tervezés módszereit és gyakorlati lehetőségeit mutatta be.

Az anyagok a TVMK szakmai felületein (tmmk@tolna.net) elérhetőek, a szakmai napról pedig részletes beszámoló olvasható a mernokvagyok.hu portálon.

SZAKMAI TAGOZATOK HÍREI

■ GEODÉZIAI ÉS GEOINFORMATIKAI TAGOZAT

Tervezési alaptérképek és a megvalósulási dokumentációk kérdései

A Győr-Moson-Sopron Vármegyei Mérnöki Kamara kezdeményezésére eredményes tagozatközi egyeztetés zajlott az MMK fővárosi székhelyén a tervezési alaptérképek készítésének és a megvalósulási dokumentációk jogosultsági kérdéseiről. A résztvevő tagozatok a 327/2015. (XI. 10.) Korm.-rendelet alapján tisztázták a kompetenciahatárokat, és a jövőben közös workshopok formájában folytatják a szakmai együttműködést.

További információkért látogasson el az MMK Geodéziai és Geoinformatikai Tagozatának hírportáljára: <https://ggt.hu/hirek>

■ VEGYÉSZMÉRNÖKI TAGOZAT

Jelöltállítási felhívás

A tagozat elnöksége november 10-ére tisztújító taggyűlést hív össze. Az elnökség megválasztotta a választási jelölőbizottságot, amelynek elnöke: Papp Anita; tagja: Petró Péter (elérhetősége: vt.jeloles@mmk.hu).

Kérjük a tagozat tagjait, hogy vegyenek részt a jelöltállításban. Jelölésre a Vegyész-mérnöki Tagozat minden tagja jogosult. Jelölést lehet adni:

- a tagozat elnökére,
- a tagozat elnökségének tagjaira (4 fő),
- a szakmai gyakorlat szakirányúságát vizsgáló szakértő testület tagjaira (10 fő),
- a Péceli Béla-díj Kuratórium tagjainak választása (4 fő).

A jelöltek a szakmai gyakorlat szakirányúságát vizsgáló szakértői testület tagjai kivételével kizárólag a tagozat elsődleges tagjai lehetnek. A tisztújítást követő 30 napon belül a szakértői testület tagjai közül elnök kerül megválasztásra, akinek elsődleges tagozati tagnak kell lennie.

Jelölés módja: a jelöléseket elektronikus úton az vt.jeloles@mmk.hu e-mail címre, vagy postai úton a Tagozati Referatúra részére (1118 Budapest, Budaörsi út 125/A.) kérjük benyújtani.

A jelölésben a következőket kérjük megadni: a jelölő személy nevét, kamarai számát és elérhetőségét, a jelölt személy nevét és kamarai számát és elérhetőségét, melyik tisztség betöltésére jelölik a jelöltet.

Érvényes jelölésnek számít, ha legalább 1 jelölés érkezik be a mellékelt jelölőlap beküldésével.

A jelölés határideje: szeptember 30. (szerda) 23:59. A jelölési határidő lejártá után további jelölés befogadására nincs lehetőség.

Papp Anita, a jelölőbizottság elnöke

Újabb sikeres tűzállósági vizsgálat vegyes rétegrendű lapostető-szerkezeten

A korszerű csarnoképületek zárófödéme jellemzően magasbordás trapézlemezről kialakított könnyűszerkezet. A trapézlemez ebben az esetben nem az épület fedését biztosítja, hanem tartószerkezeti elemként működik. Erre kerül a párazáró réteg, a hőszigetelés, végül pedig a csapadékvíz elleni szigetelés. A hőszigetelés készülhet kizárólag kőzetgyapotról, de műszakilag és statikailag is kedvező megoldást jelenthet a kőzetgyapot és az expandált polisztirolhab kombinációja, vagyis a vegyes rétegfelépítés.



Tervezési/megfelelőség igazolási/típusvizsgálati értékek

1. táblázat		
Az építményszerkezet jellemzői (és mértékegységeik)	Érték/adat	Vizsgálati/értékelési mód
Tűzállósági teljesítmény (perc)	RE 30 / REI 30 ^{[1] [2] [3] [4] [5] [6]}	MSZ EN 1365-2:2015 MSZ EN 13501-2:2023
Tűvédelmi osztály (-)	B ^{[7] [8]}	TvMI 11.3:2022.06.13. számú Tűzvédelmi Műszaki Irányelv 3.2. pontja
Külső tűzhatással szembeni viselkedési osztály (-)	B _{roof} (t1) ^[9]	MSZ EN 13501-5:2016

Idő (t) [s]	Tűzállósági teljesítmény (RE 30 / REI 30)
0	1,12
4,5	0,93
5,5	0,71
6,5	0,55
7,5	0,42
8,5	0,32
9,5	0,25

Az „RE 30 / REI 30” tűzállósági teljesítményt a színezett (sraffozott) területen igazoljuk két- vagy többtámaszú kialakítású tartókra.

▪ Vizsgálat alapján, az ÉMI Nonprofit Kft. által számítással igazolt érték (RE 30 / REI 30; B)

Az Austrotherm Kft. 2008-ban Magyarországon elsőként vizsgáltott ilyen födémszerkezetet. Azóta számos lapostető valósult meg ezzel a megoldással, köztük a közel 95 000 m²-es gyáli PEPCO csarnok. A vállalat 2018 óta 30 perces tűzállósági vizsgálati eredménnyel rendelkezik, ezzel az Austrotherm egyedülálló ezen a területen. A vizsgálati szabványok változása miatt azonban szükségessé vált a korábbi vizsgálati eredmények megújítása.

Az új, valós léptékű tüztesztet 2025 novemberében végezték el, az új Tűzvédelmi Megfelelőségi Igazolást pedig az eredmények kiértékelését követően, 2026 áprilisában adták ki. A vizsgálat során a szerkezet teherhordó képességét (R), integritását, vagyis a lángáttörés megakadályozását (E), valamint hőszigetelő képességét, azaz a tűztől védett oldali felmelegedést (I) értékelték. Emellett folyamatosan mérték a lehajlás mértékét és sebességét is.

A korábbi konzolos modell helyett ezúttal statikailag kedvezőtlenebb, kéttámaszú szerkezetet vizsgáltak. A tartószerkezetet 0,88 mm vastag ArcelorMittal Hacierco 153/290 trapézlemez alkotta. Erre polietilén párazáró fólia, két rétegben összesen 8 cm kőzetgyapot, majd 8 cm Austrotherm AT-N100 expandált polisztirolhab került. A műanyag lemez vízszigetelés alatt 120 g/m² felületi tömegű üvegátlyol elválasztó réteget alkalmaztak, amely a külső tűz terjedésének mérséklésében is fontos szerepet tölt be.

A vizsgált, 600 cm-es főtartó-tengelytávolságú, jellemzően 550 cm szabad fesztávolságú szerkezet az önsúlyán felül, tűzhatás mellett 55 kN/m² többletterhelést tesz lehetővé. Ebből le kell vonni a meteorológiai terheket és a végleges rétegrend önsúlynövekményét, a fennmaradó tartalék pedig installációs teherként vehető számításba.

A lehajlás a 30. perc után haladta meg a számított határértéket, ezért a szerkezet B REI 30 tűzállósági teljesítménye igazolható. A szerkezet integritási képessége csak lényegesen később szűnt meg, a tűzmentett oldalon mért hőmérséklet-emelkedés pedig a vizsgálat során nem lépte túl a megengedett határértékeket.

A vegyes rétegrend jelentősen csökkentheti a tartószerkezet terhelését. A lapostetőkön alkalmazható polisztirolhab testsűrűsége megközelítőleg 19 kg/m³, míg a kőzetgyapoté akár 140 kg/m³ is lehet. A kombinált megoldás négyzetméterenként legalább 20 kg-mal mérsékelheti a terhelést, ezáltal további installációk elhelyezéséhez biztosíthat tartalékot. Ez tűzhatás esetén különösen előnyös, mivel az acél körülbelül 600 °C-on szilárdságának jelentős részét elveszíti.

Trapézlemez födémszerkezetnél 8 cm alsó kőzetgyapot réteggel B REI 30, 5 cm-rel pedig B REI 15 teljesítmény igazolható. A fölé kerülő polisztirolhab vastagsága akár 30 cm-ig növelhető. A rétegrendben fehér, valamint fokozott hőszigetelő képességű Grafit® termékek is alkalmazhatók 100, 150 vagy 200 kPa nyomószilárdsági kategóriában.

A TvMI gondolatmenete alapján
kidolgozott kivitelezési részletrajzok
a TMI mellékletében érhetők el.



■ A paksi fenékküszöbtől a magyar folyók jövőjéig

Nincs mindent megoldó beavatkozás

Dr. Baranya Sándort mostanában nem könnyű utolérni. A rendkívül alacsony dunai vízállás és a Paksi Atomerőmű hűtővízellátását biztosító fenékküszöb körüli munka a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem szakembereinek is sűrű heteket hozott – amikor végül sikerült beszélnünk vele, éppen Paksra tartott. A BME Építőmérnöki Kar Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszékének tanszékvezető egyetemi docensével arról beszélgettünk, miért a fenékküszöb jelentette a leggyorsabban megvalósítható műszaki megoldást, hogyan lehet néhány nap alatt háromdimenziós hidrodinamikai és morfodinamikai számításokat elvégezni és eredményeiket visszacsatolni a tervezésbe, mit tanít a paksi helyzet a Duna jövőjéről, és ideje van-e újragondolni a vízlépcsők évtizedek óta politikailag is terhelt kérdését.



Rozsnyai
Gábor

A szakember szerint nincs mindent megoldó beavatkozás, ám a hajózás, az energia-termelés, az ivóvízellátás, az ökológia és más vízhasználatok érdekeit egyszerre kell mérlegelnünk. És miközben a Dunán még alapvetően van víz, csak időnként kerül túl alacsonyra a vízszint, a Tiszán szerinte már maga a rendelkezésre álló vízmennyiség is olyan problémává válhat, amely miatt bizonyos értelemben nem a 23., hanem már a 24. órában járunk.

– Néhány hét alatt tízmillió futballszakértő után mintha tízmillió fenékküszöb-szakértő országa lettünk volna: mindenki kommentelte, mindenki tudni vélte, mit kellett volna tenni. Mit mondana, ha nem laikusnak, hanem mondjuk a Mérnök Újság olvasóinak kell elmagyaráznia, miért éppen a fenékküszöb jelentette a leggyorsabban megvalósítható műszaki megoldást arra, hogy az extrém alacsony dunai vízállás mellett is biz-



tosítható legyen a Paksi Atomerőmű hűtővízellátása.

– A kérdésben már benne van egy nagyon fontos elem: itt kifejezetten a Paksi Atomerőmű hűtővízellátására kellett gyors és üzembiztos megoldást találni. Ezt azért lényeges leszögezni, mert egy dunai beavatkozással kapcsolatban nagyon sok más cél is megfogalmazható: a hajózhatóság javítása, a mellékágrendszerek, mint például a Gemenci-erdő vízellátása, az ökológiai állapot javítása és még számos más szempont. Ennek a konkrét beavatkozásnak azonban nem ezek megoldása volt a feladata. A cél nagyon világos volt: rendkívül kis dunai vízhozamok esetén is biztosítani kellett az atomerőmű hűtővíz-ellátásához szükséges vízszintet. Ráadásul mindezt nagyon rövid idő alatt kellett megoldani. Ez jelentősen leszűkítette a szóba jöhető műszaki lehetőségek körét. A kialakult helyzetben a Duna vízszintjének helyi

nést okozhatott volna a vízkivételnél. Ez az alternatíva ezért viszonylag gyorsan lekerült a napirendről. Maradt tehát az, hogy magában a Dunában kell megemelni a vízszintet, amire rövid idő alatt a terméskőből épített fenékküszöb bizonyult hatékonyan megvalósítható megoldásnak.

– Kívülről nézve mindez szinte lehetetlen gyorsasággal történt. Megszületett a döntés, megjelentek a munkagépek, a kövek, a bárkák – és egyszer csak lett egy fenékküszöb. Mennyire tekinthető ez tartós megoldásnak? Ön korábban arra is figyelmeztetett, hogy a jövőben a mostaninál alacsonyabb kisvizekre is fel kell készülnünk.

– Nemcsak lehet, hanem muszáj is felkészülni a mostaninál kedvezőtlenebb hidrológiai helyzetekre. Nyilvánvalóan már most megindult a gondolkodás esetleges tovább-

demes abban gondolkodni, hogy az erőmű hűtésének biztonsága ne kizárólag egyetlen műszaki megoldáson alapuljon. Maga a fenékküszöb hosszabb távon is működőképes lehet, de a hűtővíz biztosításán túl van számos egyéb szempont, amelyek miatt a kialakítása vagy az üzemeltetése a későbbiekben felülvizsgálható.

– Az egyik ilyen nyilvánvalóan a hajózás. Ha egy fenékküszöb éppen azzal teljesíti a feladatát, hogy visszaduzzasztja a vizet, akkor közben maga is akadályt képez a folyóban. Hogyan egyeztethető össze a hűtővízellátás biztonsága a Duna hajózhatóságával?

– A jelenlegi kialakítás szerint a küszöb koronaszintje kis vízhozamoknál is biztosítja a hűtővízellátáshoz szükséges vízszintet a hidegvíz-csatornánál. Ilyen rendkívül kis vízhozamok mellett a hajózás egyébként is komoly korlátokba ütközik. A tervezés során ezért azzal számoltak, hogy amikor nagyobb vízhozamok érkeznek, és a Duna vízállása önmagában elegendő a hűtővízellátáshoz, a hajózási szélességében lehetőség van a küszöb koronaszintjének csökkentésére. Ez praktikus azt jelenti, hogy a terméskő egy részét a hajózási útban eltávolítják olyan szintig, amely mellett biztosítható a hajózáshoz szükséges vízmélység, áramlási sebesség és megfelelő szélesség. A fenékküszöb tehát ebből a szempontból nem teljesen statikus létesítmény: a kialakítása bizonyos mértékig az aktuális hidrológiai helyzethez igazítható. A hajózás mellett természetesen az ökológiai szempontokat is figyelembe kell venni, például hogy hosszabb távon megfelelően biztosítható-e a folyó ökológiai átjárhatósága.

– Erre ma már van válasz?

– Ezek a vizsgálatok jelenleg is zajlanak. A műnek fennmaradási engedélyt kell kapnia, ennek az engedélyezési folyamata zajlik, illetve most állítják össze az ehhez szükséges anyagokat. Ennek keretében többek között azt is vizsgálni kell, hogy a mű ökológiai átjárhatósága megfelelően biztosított-e. Éppen ezek azok a szempontok, amelyek miatt nem lehet százszázalékos bizonyossággal azt kijelenteni, hogy ez a mű a jelenlegi geometriájában és üzemeltetési rendszerével évtizedekig változatlanul ugyanígy marad. A vizsgálatok eredményei alapján szükség lehet a geometria vagy az üzemeltetés későbbi módosítására.

” A szakma feladata, hogy bemutassa az egyes lehetőségek várható hatásait, előnyeit, hátrányait és kockázatait.

megemlése bizonyult a leggyorsabban megvalósítható megoldásnak, erre pedig rövid időn belül a terméskőből épített fenékküszöb kínált reális lehetőséget.

– Azért más alternatíva is felmerült.

– Igen. Az egyik, a sajtóban is megjelent lehetőség az volt, hogy magában a hidegvíz-csatornában, közvetlenül a vízkivételi szivattyúk környezetében emeljék meg a vízszintet. Ezt úgy kell elképzelni, hogy szádfalakkal lezárják a hidegvízcsatornát a szivattyútér környezetében, létrehoznak egyfajta medencét, és oda nagy teljesítményű szivattyúkkal juttatják be a Dunából a szükséges vízmennyiséget. Ezzel a hűtővízkivétel helyén kialakuló vízszintet bizonyos mértékig függetleníteni lehetett volna a Duna aktuális vízállásától. Ehhez azonban rendkívül nagy szivattyúkapacitásra és összetett ideiglenes műszaki rendszerre lett volna szükség, ami kivitelezési és üzembiztonsági szempontból is kockázatot jelentett volna. Egy ilyen rendszerben a szádfalas lezárás vagy a szivattyúk meghibásodása gyors vízszintcsökke-

bi lépésekről. Fontos hozzátennem, hogy én ezt vízmérnöki oldalról nézem, nem vagyok nukleáris szakértő. A frissvízhűtés mellett más hűtési megoldások is léteznek, például hűtőtornyok vagy hűtőcellák, sőt akár hűtőtavak alkalmazása. Felmerülhet a vízkivételi rendszer olyan átalakítása is, amely nagyon alacsony dunai vízszintek mellett is biztosítja a szivattyúk megfelelő vízborítását. Ezek azonban jelentős, többéves és költséges beruházások, tehát a most kialakult helyzetre nem jelenthetek gyors megoldást. A fenékküszöb ebből a szempontból más kategória: gyorsan megvalósítható beavatkozás, ugyanakkor a tervezés során nem kizárólag a most tapasztalt állapottal számoltak. A tanszéken végzett vizsgálatok szerint a mostaninál kisebb dunai vízhozamok előfordulása sem zárható ki, ezért a fenékküszöb tervezésénél az Országos Vízügyi Főigazgatóság szakemberei a feladatba bevont tervező kollégákkal együtt úgy jártak el, hogy a mű ennél kisebb vízhozamok mellett is biztosítani tudja a hűtéshez szükséges vízszintet. Hosszabb távon ugyanakkor szerintem ér-

– Egy ilyen folyami műtárgynál normális esetben medermorfológiai vizsgálatok, hidrodinamikai modellezések, hatásszámítások előzik meg a tervezést. Itt mindössze néhány nap állt rendelkezésre. Valóban el lehetett végezni ennyi idő alatt mindent, vagy ez az a helyzet volt, amikor a felhalmozott mérnöki tapasztalat alapján azt lehet mondani: tudjuk, hogy ez működni fog, építsük meg, aztán majd finomítunk rajta?

– Nem, itt messze nem pusztán mérnöki tapasztalatra hagyatkozunk, és ez volt tulajdonképpen a mi fő feladatunk a tervezés során. Abban a néhány napban, amíg a tervezés folyt, részletes háromdimenziós hidrodinamikai és morfodinamikai szimulációkat végeztünk és ezek eredményeit már a tervezés közben be lehetett építeni. Ez egy intenzív iterációs folyamat volt: a tervezők javasoltak egy kialakítást, mi azonnal lefuttattuk rá a modelleket, kiértékeltek az áramlási és medermorfológiai következményeket, majd az eredményeket visszaadtuk a tervezőknek. Ezek alapján módosítani lehetett a kialakítást, amire újabb számításokat végeztünk, a modellezési eredmények így közvetlen hatással voltak a végleges geometriai kialakításra. Normális körülmények között természetesen már egy ilyen modell felépítése és igazolása is jelentős időt igényel. Nekünk azonban a folyómodellezés, az áramlástan és medermorfológiai vizsgálatok a mindennapi kutatási és mérnöki munkánk része. Megvan hozzá a tapasztalatunk és az eszközszerünk, ezért rendkívül intenzív munkával, rövid idő alatt fel tudtuk építeni és futtatni a szükséges modelleket. Tehát nem arról volt szó, hogy valaki tapasztalati alapon mondta: tegyük ide, aztán majd meglátjuk. Részletes számítások és modellezések készültek, amelyeknek az eredményeit beépítették a tervezésbe.

– Romániában, a cernavodai atomerőmű környezetében ugyancsak komoly problémát okozott az alacsony dunai vízállás, és ott is próbálkoztak többek között bárkák elsüllyesztésével. Nyilván nincs két azonos folyószakasz, de mégis adódik a kérdés: miért nem lehet ugyanazt a műszaki megoldást egyszerűen átvinni egyik helyről a másikra?

– Azt nem tudom megmondani, hogy ott pontosan milyen megalapozó vizsgálatok készültek, mert erről nincs megfelelő információ. Azt viszont tudjuk, hogy azon a szakaszon alapvetően homokmedrű a Duna, amiről azt kell tudni, hogy morfológiailag rendkívül gyorsan reagál az áramlási viszonyok megváltozására. Ha például bárkák süllyesztésével szűkítjük az átáramlási keresztmetszetet, az áramlás felgyorsul, megnő a hordalékelragadó erő és elkezdődik mélyíteni a bárka alatt a medret, vég eredményben pedig a vízszint csökkenését okozza, vagyis a meder alkalmazkodása éppen azt a hatást semlegesítheti, amelyet a beavatkozással el szeretnénk érni. Erre a jelenségre Pakson is felkészültünk. A bárkák süllyesztésének hatását előzetesen modelleztük, a művelettel párhuzamosan pedig folyamatos méréseket végeztek az Országos Vízügyi Főigazgatóság kollégái, mi pedig közben futtattuk a modelleket. Gyakorlatilag valós időben lehetett elemezni, milyen hatása van a süllyesztésnek. A romániai beavatkozás részleteit nem ismerem olyan mélységben, hogy minősíteni tudjam, de Pakson a műveleteket folyamatos, nagyon részletes mérései és modellezési háttér kísérte.

– A paksi helyzet nagyon gyorsan előhozta a magyar vízgazdálkodás évtizedek óta politikailag is terhelt témáját: a vízlépcsők kérdését. Bős–Nagymaros egy egész nemzedék meghatározó politikai élménye lett, és azóta szinte minden, ami duzzasztásról szól, pillanatok alatt világnézetű vitává válik. A mostani helyzet azt mutatja, hogy ideje volna korábbi tabukat vagy dogmákat újragondolni? Mit tanít nekünk a paksi eset általában a Duna jövőbeni kezeléséről?

– A mostani helyzet szakmai szempontból nem volt teljesen váratlan. Az előrejelzések, köztük az általunk végzett vizsgálatok is jelezték, hogy a mostanihoz hasonló, sőt annál kisebb vízhozamok is előfordulhatnak. Azt is régóta látjuk, hogyan változott és mélyült a Duna medre az elmúlt évtizedekben. Ezek a folyamatok ismertek, számos szakmai vizsgálat foglalkozott velük. Ami a paksi helyzetben nagyon látványosan megmutatkozott, az bizonyos vízhasználatok sérülékenysége. Most az atomerőmű hűtővízellátása került a figyelem középpontjába: egyik napról a másikra lát-

hatóvá vált, mennyire kitett lehet ez a rendszer egy rendkívüli hidrológiai helyzetnek, de ugyanez a kérdés más folyóhasználatok területén is megjelenhet, az ivóvízellátástól a hajózáson át az ökológiai vízigényig. Az egyik legfontosabb szakmai feladatunk ezért az, hogy csökkentjük a vízrendszereink hidrológiai szélsőségeivel szembeni kitettségét. Azt gondolom, hogy a folyórendszereink egészében kell gondolkodnunk. Ha csak a nagyobb folyóinkat tekintjük, nemcsak a Dunán, hanem a Tiszán és a Dráván is végig kell vizsgálni, milyen beavatkozásokkal tudunk jobban alkalmazkodni a változó hidrológiai és morfológiai viszonyokhoz úgy, hogy közben a társadalmi, gazdasági és ökológiai szempontokat is szem előtt tartjuk. Ebben az eszköztárban a vízlépcső is egy lehetséges műszaki megoldás, de mindig elmondom, hogy sok másféle, akár természetalapú műszaki beavatkozás is szóba jöhet, és azt, hogy hol milyen megoldás indokolt, mindig az adott folyószakasz adottságai és a megoldandó problémák alapján kell eldönteni.

– Amiről beszélünk, az nyilván nem egy választási ciklus alatt végrehajtható program. Évtizedes, politikai ciklusokon átívelő vízgazdálkodási gondolkodásra lenne szükség: valamit el kell kezdeni, majd következetesen végigvinni. Lehet, hogy éppen ezért nem történt ez meg eddig?

– Igen, a folyógazdálkodás valóban tipikusan olyan terület, ahol a tervezési időtáv jóval hosszabb egy politikai ciklusnál. Készültek és készülnek vízgazdálkodási stratégiák, szerintem azonban a következő lépésre is szükség van: ezekből konkrét, hosszú távú intézkedési programokat kell levezetni. Született például néhány évvel ezelőtt részletes terv arról, hogyan lehetne javítani a Duna hajózhatóságát. Ez azonban értelemszerűen csak egyike a széles körű vízhasználatoknak. Az ipari vízkivétel kérdésével a hajózásfejlesztési terv nem, vagy csak érintőlegesen foglalkozott, miközben most ez a probléma került az előtérbe, és ugyanígy vizsgálni kell az ivóvízellátás, az ökológia, a mezőgazdaság és más vízhasználatok szempontjait. A következő lépés szerintem egy olyan integrált vízgazdálkodási gondolkodás lenne, amely ezeket nem egymástól elkülönítve kezeli. A nagyobb műszaki beavatkozások előkészítése és megvalósítása sok évet, akár év-

Hidak a belvárosban: a Déli Körvasút infrastrukturális fejlesztése

Budapest közúti forgalmának és környezetterhelésének csökkentésében szerepet játszó, az agglomerációból a fővárosba igyekvők életét megkönnyítő Déli Körvasút Közvágóhídnál épülő szerkezetei között különleges felületi kialakítású vasbeton pillérek épültek. Ehhez a Meva egyedileg tervezett zsalurendszereivel járult hozzá.



A nagyszabású infrastrukturális fejlesztés a Kelenföldi pályaudvart, Ferencvárost és a Népliget térségét köti össze a mintegy 8 kilométeres vasúti szakasszal. Ez a vonal Magyarország egyik legforgalmasabb és leginkább leterhelt vasúti összeköttetése, a budapesti vasúthálózat központi, kelet-nyugati tengelye. A Nádorkert, Közvágóhíd és a tervezett Népliget megállók által közvetlen átszállási kapcsolatok jönnek létre a metrókra és a fontosabb villamosvonalakra.

A projekt különlegessége, hogy a belváros közepén, a forgalom fenntartása mellett gyakorlatilag letámasztási lehetőség nélkül épülnek 1000 tonna feletti hidak: összesen hét vasúti híd készül Budapest sűrűn beépített, városi környezetében. Budán a Dombóvári út felhajtójánál, a Budafoki útnál, a Szerémi útnál, a Fehérvári útnál és a Bartók Béla útnál zajlanak hídépítési munkák. Pesten a Gubacsi útnál és a Soroksári útnál épülnek új hidak, illetve zajlik a meglévő szerkezetek cseréje.

A kivitelezés 2024 januárjában indult második ütemének feladatai a Ferencváros és Kelenföld állomások között a vasúti kapacitásbővítés, két új vasúti megállóhely építése a Közvágóhíd és Nádorkert térségében, 7 vasúti híd korszerűsítése, és a zajvédelem kiépítése.

A Közvágóhíd megállóhelynél egy rendhagyó építési folyamattal négyre bővül a vágányok száma, a híd is jóval hosszabb lesz, alatta gyalogos átjáró és fogadócsarnok kap helyet.

A szerkezetépítési feladatokat a Constexpert végzi, az eltérő geometriájú vasbeton pillérek kialakításához pedig a Meva zsalutechnológiáját választotta.

A kivitelezés nemcsak léptékében, hanem műszaki összetettségében is kiemelkedik: a változó magasságú pillérek, az eltérő letámasztási síkok és az egyedi felületképzés mind olyan kihívások, amelyek csak testre szabott zsaluzati és állványozási megoldásokkal kezelhetők.

PROJEKTADATOK:

Beruházó: Közlekedési és Beruházási Minisztérium (KBM)

Fővállalkozó: V-Híd Zrt.

Kivitelezés: Constexpert Kft.

www.meva.net

A Meva Mammut rendszer egyedi átalakításai jól példázzák, hogyan lehet ipari zsalurendszerekből projektspecifikus megoldásokat létrehozni egy országos jelentőségű vasúti beruházás sikeres megvalósításához.

Egyedi pillérek egyedi zsaluzattal

A 4,23 és 7 méter magas pillérek nemcsak méretükben, hanem egyedi mintázatukkal felületképzésükben is különlegesek. A pillérzsaluzatok a Meva Mammut-rendszer elemeinek felhasználásával készültek, amelyeket a projekt geometriai adataihoz és az elvárt felületi minőséghez igazítva egyedileg módosítottak. Az acél zsalutáblákba szintén egyedileg gyártott, íves kialakítású fabetétek kerültek beépítésre és héjalásra, amelyek felületére egy speciális gumimatricát ragasztottak. Az alkalmazott rétegrend biztosította a betonfelületek karakteres, strukturált megjelenését.

A különleges zsaluzati megoldásokat próbaöntéssel tesztelték. A pillérek kivitelezésével párhuzamosan megkezdődött a fejgerendák zsaluzásának és állványozásának kialakítása is. A munkákhoz a nagy teherbírású MEP állványrendszert alkalmazták, amely állványtornyonként összeállítva lábanként 40 kN terhelhetőséget biztosít.

tizedet is igénybe vehet, és a hatásait is hosszú időtávon kell értékelni. Éppen ezért ezt a munkát nem lehet akkor elkezdni, amikor már kialakult a kritikus helyzet.

– Néhány hete a budai Várban német turistákkal találkoztam, akik egy dunai hajóúton vettek részt. A hajójuk az alacsony vízállás miatt már jóval Budapest előtt nem tudott továbbjönni, ezért busszal hozták őket a fővárosba néhány órára, majd vitték is vissza. Közben mi megszoktuk, hogy a pesti és budai rakpartokon egymás mögött állnak a nagy szállodahajók. Van tehát ipari vízkivételünk, ivóvízigényünk, hajózásunk, turizmusunk, energiatermelésünk, ökológiai szempontjaink. Van olyan megoldás – és most szeretném, ha igent mondana –, amellyel ezek közül több egyszerre, egymás mellett is érvényesülhet?

– A válasz: igen. Komolyra fordítva a szót; pontosan ezekkel a kérdésekkel foglalkozunk a kutatásainkban. Több hazai és nemzetközi együttműködési projektünkben is azt vizsgáljuk, vannak-e olyan műszaki beavatkozások, amelyek egyszerre több igényt képesek kielégíteni. Ne az történjen, hogy kiválasztunk egyetlen érdekcsoportot vagy vízhasználatot, és csak annak az igényeire optimalizálunk, hanem egymás mellett jelenjen meg az ökológia, a hajózás, az ivóvízkivétel és az egyéb vízhasználatok igénye is. A jó hír az, hogy vannak ilyen megoldások, de ezeket helyspecifikusan és módszeresen végig kell vizsgálni. Nem ugyanaz a megoldás lesz jó a Duna felső-magyarországi szakaszán, mint például a Gemenci-erdő környékén. Eltérőek a hidrológiai, a morfológiai és az ökológiai adottságok, és különbözőek lehetnek a társadalmi igények is. A műszaki megoldásokat mindezek függvényében kell kiválasztani. Olyan megoldás azonban nincs, amely minden problémát egyszerre megold.

– Vagyis a vízlépcső sem a mindent megoldó beavatkozás?

– Nem. Egyszerűen nincs mindent megoldó beavatkozás. Minden műszaki megoldásnak vannak előnyei és hátrányai, és szinte mindegyik kompromisszumokkal jár. A kérdés az, hogy egy adott folyószakaszon, az összes fontos szempontot mérlegelve melyik beavatkozás előnyei haladják meg leginkább annak kedvezőtlen hatásait.

”Össze kell kapcsolni a kiváló mérnök, hidrológus, ökológus, társadalomtudós, gazdasági és más szakembereket, és ki kell dolgozni a lehetséges forgatókönyveket.



– Pedig első pillantásra egy duzzasztás képlete meglehetősen egyszerűnek tűnik: magasabb lesz a vízszint, a hajók könnyebben elérnek, a vízkivétel biztonságosabbá válik. Mi az, ami ebből a képből rendszerint kimarad?

– Egy duzzasztásnak természetesen vannak olyan előnyei, amelyek rögtön láthatók. Megemelkedik a vízszint, tehát a hajók könnyebben tudnak közlekedni azokon a szakaszokon, ahol a vízlépcső duzzasztó hatása érvényesül és elősegíti a gravitációs vízkivételt is, sőt, energiatermelésre is alkalmas. Ugyanakkor a folyó áramlási, hordalékszállítási és ökológiai viszonyai is megváltoznak, és ezeknek a hatásait ugyanúgy figyelembe kell venni. Az egyik fontos kérdés az ökológiai átjárhatóság. Egy keresztirányú műtárgy megszakíthatja a folyó hosszirányú folytonosságát, ezért ennek megfelelő biztosítása alapvető szempont. A másik fontos kérdés a hordalék átjárhatósága. A duzzasztott térben csökken az áramlási sebesség, ezért a folyó által szállított hordalék egy része lerakódhat. Ez egyrészt magának a duzzasztott térnek a morfológiai viszonyait változtatja meg, másrészt az ott visszatartott hordalék hiányozhat az alvízi szakaszcsoporttól, ami ott további medermorfológiai változásokat idézhet elő. Magyarországon, különösen Budapest térségében, rendkívül fontos a parti szűrésű vízbázisok kérdése is, hiszen a főváros ivóvízellátásának 95 százaléka ilyen rendszerre épül. A duzzasztott terekben a kisebb áramlási sebesség miatt

finom hordalék rakódhat le, ami megváltoztathatja a mederfelszín és a parti szűrésben részt vevő porózus közeg kapcsolatát, ezért egy esetleges duzzasztás hatását ebből a szempontból is nagyon alaposan vizsgálni kell. Tehát miközben egy problémát megoldunk, számos más kedvezőtlen hatást okozhatunk.

– Gyakran halljuk, hogy ott vannak az osztrák vagy a német példák, és milyen nagyszerűen működik minden ott, ahol vízlépcsők vannak.

– Ezt mindenképpen árnyalni kell. Már csak azért sem lehet egyszerűen átvenni az osztrák vagy német megoldásokat, mert mások a természeti adottságok (pl. a folyó esése, mederanyaga stb.) és részben mások a vízhasználati igények is. Ausztriában például az ivóvízkérdés nem ugyanúgy jelenik meg, mint nálunk, hiszen Bécs ivóvízellátása nagyrészt karsztos, hegyvidéki vízbázisokra épül. Az osztrák Duna ugyanakkor jól mutatja azt is, hogy nincs problémamentes állapot. A Bécs alatti, nagyjából negyven kilométeres szabad folyású szakaszon sok problémával küzdenek. Hasonlóan szenvednek attól, hogy a mellékágakba nem jut elegendő víz, emiatt romlik az ökológiai állapot. Az osztrák szakemberek elmondása szerint a folyórendszerben élő halállomány, illetve halbiomassza is nagyon jelentősen csökkent a nagy beavatkozások óta. A duzzasztott terekben pedig problémát okoz a lerakódó finom hordalék, amely miatt ezeken a helyeken a mederszint folyamatosan emelkedhet. Tehát

abból, hogy Ausztriában sok vízlépcső működik, nem következik, hogy ott minden vízgazdálkodási problémát megoldottak. Inkább azt érdemes tanulmányoznunk, hogy az egyes beavatkozások milyen problémákat oldottak meg, milyen új hatásokat idéztek elő, és ezekből mi alkalmazható a magyar Duna sajátos viszonyai között.

– Most éppen Paksra tart. Ha ebből a rendkívüli időszakból egyetlen nagyobb következtetést kellene levonnia, mi lenne az? Mi az, amit most kell elkezdenünk?

– Most van itt annak a helye és ideje, hogy ezeket a kérdéseket tabuk nélkül, módszeresen végigvizsgáljuk. Meg kell néznünk, milyen eszközökkel lehet hozzányúlni a folyóinkhoz ahhoz, hogy csökkentsük a hidrológiai és morfológiai változásokkal szembeni sérülékenységszintünket. És amikor azt mondom, hogy minden lehetséges beavatkozást meg kell vizsgálni, abba a beavatkozás is beletartozik. Ennek a hatását már egyértelműen érezzük. A skála másik végén ott vannak a nagy folyami műtárgyak, a kettő között pedig számos, kisebb léptékű és eltérő jellegű beavatkozás lehetséges. Ezeket egymással összehasonlító módon kell értékelni. A vizsgálatokhoz ma már nagyon komoly mérnöki és nem mérnöki eszközrendszer áll rendelkezésünkre. Mi a Műegyetemen a korszerű hidrológiai-hidromorfológiai modellezési, mérési, adatelemzési és előrejelzési eljárásokkal tudjuk ezt a folyamatot segíteni. Fontos azonban kiemelni, hogy a probléma messze nem pusztán mérnöki, helyet kell kapniuk az ökológiai, környezetvédelmi, gazdasági és társadalmi szempontoknak egyaránt. A paksi példa ezt nagyon egyértelműen megmutatta: az energiatermelés biztonsága ugyanúgy része ennek a rendszernek, mint annak gazdasági következménye, ha a termelés korlátozására kerül sor. Éppen ezért olyan komplex, interdiszciplináris, több tudományterületet összekapcsoló hatáselemzésekre, vizsgálatokra van szükség, amelyek alapján a különböző beavatkozási lehetőségek előnyei, hátrányai és kockázatai összehasonlíthatók.

– Van, aki azt mondja: erre már nincs idő, most már a tettek mezejére kell lépni.

– Szerintem is most kell cselekedni, de a cselekvés első lépése nem lehet az, hogy

megfelelő vizsgálatok nélkül kiválasztunk egy műszaki megoldást. Számos beavatkozás hosszú távú hatását egyszerűen nem tudjuk kellő biztonsággal megítélni addig, amíg részletesen meg nem vizsgáljuk. Nekem ez lenne az egyik legfontosabb üzenetem: az egyik legsürgetőbb feladat a lehetséges forgatókönyvek és beavatkozások módszeres vizsgálatának megkezdése. Ehhez szívesen a tudás a legtöbb területen rendelkezésre áll Magyarországon. Össze kell kapcsolni a kiváló mérnök, hidrológus, ökológus, társadalomtudós, gazdasági és más szakembereket, és ki kell dolgozni a lehetséges forgatókönyveket. A szakma feladata, hogy bemutassa az egyes lehetőségek várható hatásait, előnyeit, hátrányait és kockázatait. Az ezek közötti választás végső soron már társadalmi és (szak)politikai döntés.

– Nem fordulhat elő, hogy húsz-harminc év múlva a következő mérnök-generáció visszanéz erre az időszakra, és azt mondja: Miért nem láttátok, hogy ez következik? Nem követtünk el korábban alapvető hibákat a folyószabályozásban?

– Ezt nem úgy érdemes megközelíteni, hogy a korábbi folyószabályozások helyesek vagy hibásak voltak-e. Az akkori döntéseket az akkori tudás, társadalmi igények és műszaki lehetőségek alapján hozták meg. Hibás lenne mai tudásunk birtokában egyszerűen azt mondani, hogy egyáltalán nem kellett volna úgy szabályozni a folyóinkat, ahogyan annak idején tették. A körülmények és a társadalmi elvárások azóta jelentősen megváltoztak, sőt, ma már a korábbi beavatkozások hosszú távú hatásáról is sokkal többet tudunk. Ezért szerintem nem az a fő kérdés, hogy száz évvel ezelőtt mit kellett volna másként csinálni, hanem az, hogy a mai tudásunk alapján mit kell most másként csinálnunk. Amit talán fel lehet róni, az az, hogy nem kezdtük meg időben az alkalmazkodást: részletes hatástanulmányokat, forgatókönyveket és konkrét terveket kidolgozni arra, hogyan kellene a folyógazdálkodást a megváltozó körülményekhez igazítani. Ezt lehetett volna korábban elkezdeni. De még nem késő.

– Akkor hol tartunk most: a 23. órában vagyunk?

– Ezt ilyen formában még nem fogalmaztam meg, és attól is függ, melyik folyón-

ról beszélünk. A Dunán van elegendő vízünk, csak vannak olyan időszakok, amikor nagyon alacsonyra kerül a vízszint. És itt fontos különbséget tenni a vízmennyiség és a vízszint között. A vízmennyiség önmagában nem feltétlenül kevés, miközben a vízszint már túl alacsony lehet. Ebben szerepe van annak is, hogy a folyó medre az elmúlt évtizedekben mélyült. Ugyanaz a vízhozam egy mélyebb mederben alacsonyabb vízszinttel vonul le. A Tiszán viszont már más a helyzet. Ott már a vízmennyiséggel is probléma van. Ilyen értelemben a Tiszán talán már inkább a 24. órában vagyunk, mint a 23.-ban.

– Szegediként ezt egészen drámai módon lehet érzékelni. Ha az ember ismeri a Tiszát, tudja, hol szokott állni a víz, és most lemegy a partra, szinte rá sem ismer. Ön szerint is ennyire súlyos a helyzet?

– A Tiszán most valóban nagyon alacsony vízhozamok vannak, a valaha mért legalacsonyabb értékek környékén járunk ott is, és a Dunához hasonlóan kimutatható, hogy a szabályozások és az azóta zajló morfológiai folyamatok eredményeként a Tisza medre is mélyült. Ez azt jelenti, hogy ugyanaz a vízhozam tíz évvel ezelőtt nem feltétlenül ilyen alacsony vízszint mellett vonult volna le, hanem akár néhány deciméterrel magasabban.

– Ez egy tendencia?

– Igen, bár nem minden folyószakaszon és nem minden hidrológiai paraméter esetében ugyanolyan mértékben. A kisvízes időszakok szempontjából azonban több kedvezőtlen folyamat is egy irányba hathat: változhat a rendelkezésre álló vízmennyiség, miközben egyes szakaszokon a meder is mélyül. És látjuk, hogy ehhez már a klímaváltozás hatásai is hozzáadódnak. Ez egyben azt is megmutatja, hogy két irányban kell beavatkoznunk. Egyrészt mérsékelni kell a medermélyülést, ahol pedig lehetséges, elő kell segíteni a kedvezőtlen medermorfológiai folyamatok visszafordítását. Másrészt sokkal tudatosabban kell gazdálkodnunk a Tisza vízkészletével: a rendelkezésre álló víz minél nagyobb részét meg kell tartanunk, és úgy kell elosztanunk térben és időben, hogy a kritikus kisvízes időszakokban is rendelkezésre álljon. A két problémát együtt kell kezelnünk.

Vállalati Apple-eszközök menedzsmentje az iCentre Digital Workplace Services segítségével

Az Apple számítógépei egyre több vállalati környezetben jelennek meg, különösen fejlesztői és mérnöki területeken. A vállalati Mac-flotta kialakításánál azonban a beszerzés mellett az üzemeltetés, biztonság, támogatás és az IT-környezetbe illesztés is fontos kérdés. A válaszok Bódis Lászlótól (head of operations, iCentre) érkeztek.



Egyre több vállalati környezetben találkozunk Mac gépekkel. Mi állhat a Mac üzleti térnyerése mögött, és hogyan érdemes kiválasztani a megfelelő Apple számítógépet az egyes munkakörökhöz?

Az Apple számítógépei ma már nem „különleges” vállalati eszközök: teljesítményük, energiahatékonyságuk és mobilitásuk számos professzionális területen előnyt jelenthet. A megfelelő modellnél nem a legnagyobb teljesítmény a cél, hanem az adott munkakör igénye. Mérnöki vagy fejlesztői környezetben fontos lehet a számítási teljesítmény, a memória vagy a szakmai alkalmazások támogatása, míg értékesítőnél vagy vezetőnél a hordozhatóság és az üzemidő.

A vállalatok számára az eszköz beszerzési költsége mellett egyre fontosabb annak teljes életciklusa is. Milyen szempontokat érdemes figyelembe venni egy vállalati Mac-flotta kialakításakor?

Egy vállalati számítógép valódi költségét nem csak a beszerzési ár határozza meg. Fontos az üzembe helyezés, a konfiguráció, a frissítés, a biztonság, a felhasználói támogatás és a kieső munkaidő is. Már a beszerzéskor érdemes a teljes életciklusban gondolkodni. Az iCentre készülékbeszállítási lehetősége a későbbi eszközcsere költségeit is csökkentheti.



Sok vállalatnál felmerül a kérdés: hogyan illeszthető be a Mac a meglévő vállalati IT-környezetbe? Valóban jelenthet kihívást a Mac platform az IT számára?

A Mac vállalati integrációja más megközelítést igényelhet, de megfelelő technológiával professzionálisan menedzselhető. Az Apple saját eszközmenedzsment- és identitáskezelési lehetőségeire érdemes építeni. Péda gyanánt Microsoft Entra ID használatával akár SSO hitelesítés is megoldható, valamint a meglévő Windows policy struktúra alapján kialakítható a megfelelő Apple-oldali szabályrendszer.

Erre a kihívásra hozta létre az iCentre a Digital Workplace Services szolgáltatását. Mit jelent ez pontosan, és miben nyújt többet annál, mintha egy vállalat egyszerűen megvásárolná a Mac gépeket?

A Digital Workplace Services nem egyszerűen csak egy eszközmenedzsment rendszer, hanem összetett szolgáltatás: az iCentre technológiát, folyamatos felügyeletet és szakértői háttérrel biztosít. Az iCentre által értékesített, illetve a később beszerzett Apple-eszközök is automatikusan regisztrálhatók és bevonhatók a vállalati menedzsmentbe. Az alkalmazások, menedzsment profilok, biztonsági beállítások és frissítések szabályalapon kezelhetők, az eszközök állapotát pedig folyamatosan monitorozzuk. A felhasználói támogatás dedikált üzleti portálon zajlik, ahol az ügyfél az aktuális és korábbi bejelentéseit és azok státuszait is követheti.

Mit tapasztal ebből a munkavállaló a mindennapokban? Hogyan néz ki például egy új MacBook üzembe helyezése a Digital Workplace Services használatával?

Ideális esetben nagyon keveset – és pontosan ez a cél. Fizikai előkészítés nél-

kül is megvalósítható az üzembe helyezés: a készülék már az Apple Business Managerben és az MDM-ben regisztrálva kerülhet a felhasználóhoz. Az első bekapcsoláskor vállalati bejelentkezési adatokkal kell hitelesítenie magát, enélkül nem jut el a használható vállalati macOS-környezetig. Ideális esetben ez SSO-val történik, majd a felhasználóhoz és eszközhöz rendelt szabályok alapján automatikusan települhetnek az alkalmazások és biztonsági beállítások.

Az eszközök biztonságát a teljes életciklus során fenn kell tartani. Hogyan gondoskodik erről az iCentre Digital Workplace Services?

A biztonság már az első bekapcsolás előtt elkezdődik az Apple Business Manager- és MDM-regisztrációval, majd a kötelező vállalati hitelesítéssel. Erre épül a gyanús fájlok és alkalmazások felismerése, a DNS-alapú szűrés, valamint a rendszer szinten beépített folyamatos biztonsági megfelelés vizsgálat, többek között CIS, NIST és SOC 2 ajánlásokhoz kapcsolódóan. Magasabb szolgáltatási szinten Zero Trust védelem is kialakítható. Emellett automatizálható a FileVault, illetve elérhető a távoli zárolás és törlés. A Digital Workplace Services az eszköz biztonságára koncentrál, nem a felhasználói adatok kezelésére.

Kinek ajánlaná elsősorban az iCentre a Digital Workplace Services szolgáltatást, és mekkora vállalati mérettől lehet érdekes egy ilyen megoldás?

A szolgáltatás nem elsősorban vállalati mérethez kötött. Különösen releváns lehet olyan KKV-knál, ahol nincs saját IT-csapat vagy Apple-specialista, de nagyobb vállalatoknál is kiegészítheti a meglévő IT-t. A közös pont, hogy a vállalat szeretne Apple-eszközöket használni, de nem akar külön Apple-specialista csapatot építeni az üzemeltetésükre. A Digital Workplace Services ehhez biztosít automatizált, biztonságos, szakértők által felügyelt környezetet.

Üzleti zseni.

Nettó 748 024 Ft,

vagy iCentre részletfizetéssel **nettó 149 605 Ft** induló díj + **4 x nettó 154 093 Ft.**



Apple MacBook Pro

Az első részletre szolgáltatási díj nem kerül felszámításra. A havi részletek 3% szolgáltatási díjat tartalmaznak, így a teljes visszafizetendő összeg nettó 765 977 Ft.

iCentre

Apple Premium Partner

■ Szélsőséges vízjárás: új válaszokra van szükség

A duzzasztás szerepe a vízvisszatartásban

A vízvisszatartásra mint a vízkészlet-gazdálkodás eszközére mindig is szükség volt, mivel a térben és időben jelentkező vízigények nincsenek összhangban az elérhető vízkészletekkel. A vízvisszatartás szükségességét azért sem kell igazolni, mert már intézkedések szintjén bekerült a vízgazdálkodást érintő stratégiai tervekbe, a 2. és 3. Országos vízgyűjtő-gazdálkodási tervbe (OVGT2, OVGT3).



Hancz Gabriella
okl. vízépítő mérnök,
okl. vízgazdálkodási
és környezetvédelmi
szakmérnök

A vízvisszatartás fontossága a klímaváltozás tükrében

A vízvisszatartás fontossága megnőtt és sürgetővé vált a klímaváltozás nyomán tapasztalt és előre jelzett hidrometeorológiai változások miatt. Az előre jelzett változások időben nem fokozatosan jelentkeznek, hanem kiugró, rendkívüli mértékű változásokra kell számítani és a klímadaptációs módszerekkel – mint például a vízvisszatartás – ezekhez az elkerülhetetlen változásokhoz kell alkalmazkodni.

Hazánk legnagyobb része a meleg – száraz kategóriába esik a Péczely-féle osztályozás szerint, amely a vegetációs időszak átlagos hőmérséklete és az ariditási index alapján kategorizálja tájaink hő- és vízellátottságát, ami az aszály kockázat szempontjából indokolt megközelítés. Mérsékelt hűvös, illetve hűvös tartományok csak a magasan fekvő területeken figyelhetők meg. A Bükk-fennsík az egyetlen, ahol hűvös-nedves éghajlati viszonyok uralkodnak. Az emelkedő hőmérséklet hatását tükrözi, hogy míg az 1961–1990 időszakban (1. ábra) hazánk legnagyobb része a mérsékelt meleg-száraz klímaterületbe tartozott, addig az 1991–2020-as évekre a meleg-száraz kategória vált uralkodóvá (2. ábra). A korábbi években még több helyen előfordultak mérsékelt hűvös, illetve hűvös kategóriák, de ezek a legutóbbi évtizedekre



csak a magasan fekvő területekre húzódtak vissza, a Bükk-fennsík az egyetlen, ahol hűvös-nedves éghajlati viszonyok uralkodnak. A kategóriák nedvességet jellemző része a legtöbb helyen változatlan maradt, vagyis a csapadék sokkal kevésbé változott 30 év alatt, mint a hőmérséklet. Az Alföld nagy része azonban mérsékelt szárazról szárazra változott.

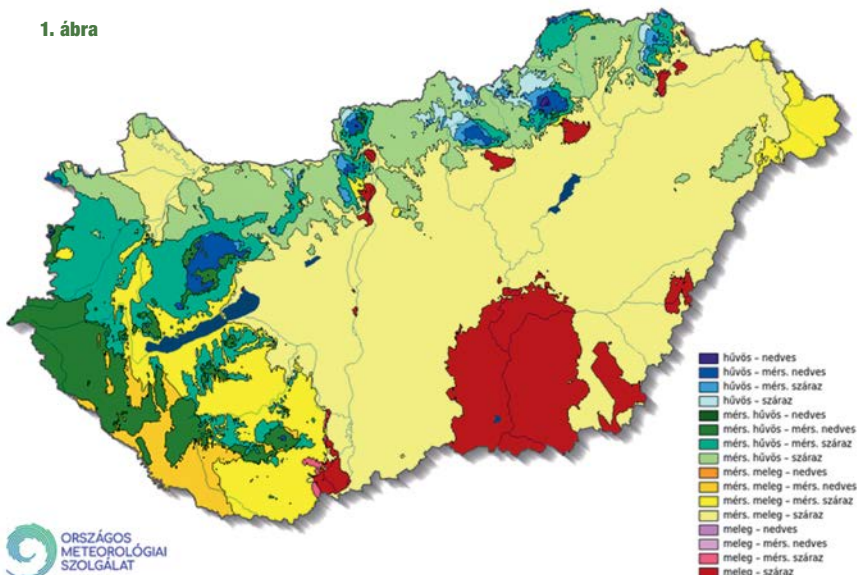
A 20. század elejéhez képest a tavaszi csapadékmennyiség csökkent, miközben az őszi csapadékosabbá vált, az éves országos átlag 4%-kal nőtt az előző 30 éves ciklusokhoz viszonyítva, vagyis az éves csapadék mennyisége nem csökkent. A 2001 és 2025 közötti egész évekre – nem csak a vegetációs időszakra – vonatkozó csapadék- adatokból készült statisztikák szerint az éves csapadékmennyiség a 25 éves időszak végére rövidebb időtartamokra koncentrálódik, egyben nő az ugyanannyi idő alatt lehullott csapadék mennyisége, összességében átlagosan 1,1 mm-rel hullik több csapadék a csapadékos napokon 2025-ben, mint 2001-ben. Részletesebben megnőtt a csapadékmentes időszakok hossza, csökkent a csapadékos napok száma; rövidebb lett a leghosszabb csapadékos időszak; nőtt az egyes csapadékmagasságokat meghaladó csapadékú napok száma; nőtt a legnagyobb napi csapadékösszeg és az öt nap alatt lehullott legnagyobb csapadékmennyiség; nőtt az a napi csapadéérték, amelynél a csapadékos napoknak csak 1%-án hullik több csapadék.

A nyári hónapokban a klimatikus vízmérleg (csapadék mínusz lehetséges párolgás) negatív, vízhiányt mutat a Pannon-medencében, míg a téli hónapokban pozitív, ami a vízvisszatartás tervezése szempontjából fontos adat. AVGT3 2021-es klímakockázati háttéranyaga szerint a kisvizek télen általában nőnek vagy bizonytalanok, nyáron viszont számos térségben csökkenés/bizonytalanság jelentkezik. Az idén tapasztalt aszály a vízvisszatartás kiaknázatlan lehetőségeinek kihasználását sürgeti.

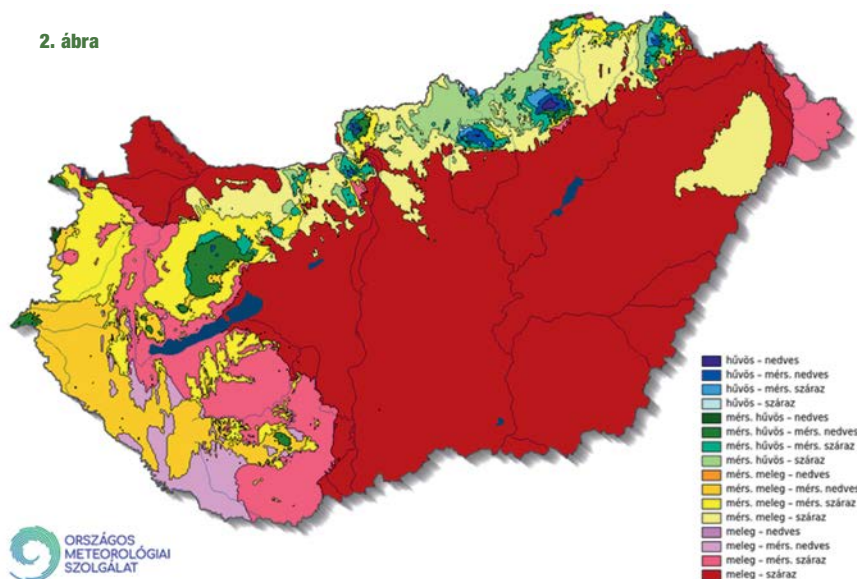
A klímaváltozás vízkivételt érintő hatásainak elemzése a KHV-ban

A KHV-rendelet 2017 óta megköveteli a vizsgált projektek éghajlatváltozással szembeni érzékenységelemzését, a hatásterület kitettségének értékelését, az éghajlati tényezők lehetséges hatásai-

1. ábra



2. ábra



nak elemzését és ezek kockázatértékelését – 314/2005. (XII. 25.) Korm.-rendelet. Egy vízgazdálkodási projekt, vagy vízhasználatához kötött project esetében vizsgálni kell, hogy például a kisvízhozam, aszály, hőmérséklet, szélsőséges csapadék, árvíz stb. jövőbeni változása (legalább az elmúlt harminc évre és a klímamodellekből származtatható jövőbeli, legalább harminc évre vonatkozó adatok alapján) hogyan hat magára a létesítményre és annak működésére. A hatóság a környezetvédelmi engedélyben éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodást célzó intézkedéseket is előírhat, amennyiben azok a hatásvizsgálat eredményére tekintettel

nem járnak aránytalanul magas költséggel. Ezért felmerül a kérdés, hogy a Paks II KHV előtt ismert volt-e, hogy a dunai kisvizek csökkenhetnek. A válasz: igen, 1994-ben egy egész VITUKI-kötet foglalkozott célzottan a klímaváltozás hidrológiai következményeivel. A Paksnál is jelentkező kisvízhozam csökkenés és az ennél is jelentősebb hatású medermélyülés ismert előrejelzés volt, ami a hűtővízkivételek szempontjából együttes vizsgálatot igényelt. Az előrejelzések mellett 2003–2009 között minden évben előfordult –17 cm vagy annál alacsonyabb paksi vízállás és 2011. december 3-án új LKV (–58 cm = 84,80 mBf) alakult ki. 2018-ban

új LKV-rekord (-97 cm) alakultak ki. A Paks II KHT nem hagyta figyelmen kívül a klímaváltozás hatását a projektre. A dokumentáció külön éghajlati fejezetet és külön Duna-hidrológiai-hőterhelési modellezést tartalmaz. Egy BME-kutatás 2013-ban 2100-ig modellezte a klímaváltozás Duna-víz hőmérsékletre gyakorolt hatását, majd egy 2014-es szimulációs generátorral 2120-ig terjesztették ki az értékelést. A generátor Duna-vízhozamot és háttér-víz hőmérsékletet is előállított, és ezekből kritikus időszakokat határozott meg. Azt is ismert tényként tartalmazza a KHT, hogy a Felső-Duna-medencében várhatóan alacsonyabb nyári csapadék és ezzel összhangban várható alacsonyabb nyári vízhozam a magasabb hőmérséklettel kombinálva kisvízes időszakokban csökkenthetik a hőerőművek hűtővíz-kivételi lehetőségét. A KHT az 1965–2012 közötti paksi éves kisvízszintek trendjét vizsgálta, és a logaritmikus trendet optimista, a lineárist konzervatív becslésként definiálta. 2090-re ezek rendre kb. 0,3 m, illetve 1,8 m süllyedést jeleztek; a két módszer átlaga kb. 1,0 m. A VGT3 2021-es klímaközlési háttéranyaga szerint a kisvizek télen általában nőnek vagy bizonytalanok, nyáron viszont számos térségben csökkenés/bizonytalanság jelentkezik.

Rekonstruálva a KHT eredeti optimista, konzervatív és átlag prognózisának görbéit, ráhelyezve a 2016–2026 időszak mért eredményeit számszerűsíthető, hogy az új mérések összességében a konzervatív prognózishoz állnak közelebb, de annál is egyértelműen rosszabb értékek születtek.

A vízviasszatartás módszereinek rangsorolása

A vízviasszatartás módszerei, műszaki megoldásai sokfélék, így a helyi adottságokhoz, igényekhez igazíthatók. Köztük nem lehet fontossági sorrendet felállítani, te az eddigi kutatási eredmények alátámasztják. Más módszerek alkalmazhatók a csapadék viasszatartására a keletkezésének helyén és mások a már lefolyásra kerülő záporvíz lefolyási útvonalán, a vízfolyások medrében. Mindegyik szinten több megoldás közül válogathatunk az adottságokhoz igazodva. Az idén tapasztalt aszály és a tény, hogy a Duna vízgyűjtőjén hazánk fölött elhelyezkedő országokban is rendkívül ala-

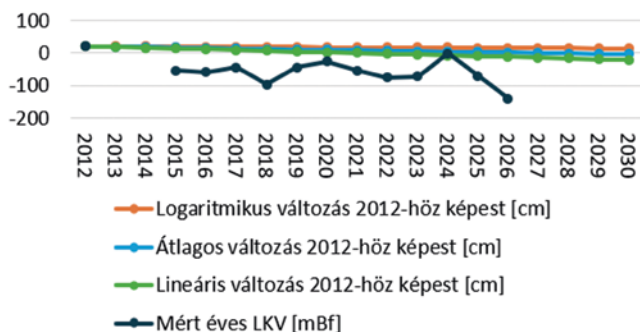
csony vízszinteket mértek a Dunában annak ellenére, hogy vízlépcsőrendszerrekké fejlesztett mederbeli duzzasztást alkalmaznak (Németországban és Ausztriában összesen 32 duzzasztómű), arra hívja fel a figyelmet, hogy nem elég csupán a mederbeli vízviasszatartás módszereire támaszkodni. Bár a keletkezés helyén történő vízviasszatartás kisebb léptékű megoldás és a csupán kis csapadékok, valamint a nagyobb csapadékok első hullámának helybentartására alkalmas, jelentősége vitathatatlan, hiszen az itt lehullott csapadékkal csak mi gazdálkodunk, míg a fentebb fekvő országokkal közös vízgyűjtővel rendelkező vízfolyások medrében érkező vízhozam függ azok vízgazdálkodásától. Mindegyik szinten vannak kiaknázatlan lehetőségek, melyek mielőbbi kihasználása egyformán fontos és sürgős. A keletkezés helyén történő vízviasszatartás módszerei a zöld infrastruktúra gyűjtőnéven ismert megoldások. Mindegyik zöld infrastruktúra megoldás a csapadékvíz helyben történő

közvetlen vagy közvetett – pl. beszívárogatás felszín alá – hasznosítását szolgálják.

A vízviasszatartás mederben alkalmazható módszerei a duzzasztás különböző műszaki megoldásai, de minden esetben keresztműtárgyak. Ezek közül az alapján választunk, hogy a vízfolyás melyik szakaszán alkalmazzuk és milyen célokat szolgál. A duzzasztás a mederben egy vízlépcső mesterséges létrehozása, ami a keresztműtárgy fölötti és alatti vízszint különbségét jelenti.

A felső – nagy és közepes esésű, nagy vízjárású – szakaszon jellemzően völgyzárógátas tározók létesíthetők, melyek célja lehet a gát mögött tározott víz hasznosítása, energiatermelés, a gát alatti szakasz ökológiai vízigényének biztosítása és az árvízmentesítés. Hőelvadás vagy komoly esőzések előtt a gát ürítésével mesterségesen lecsökkentik a vízszintet, hogy szabad tározókapacitást (pufferzónát) biztosítsanak az érkező árhullám viasszatartására. Az ökológiai

3. ábra: előrejelzett és mért vízszintsüllyedés



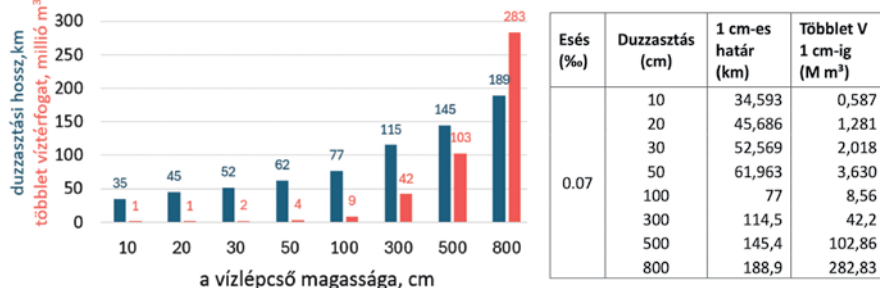
4. ábra

Hydrological Alterations - Impoundments - Expected Restoration Measures by 2027

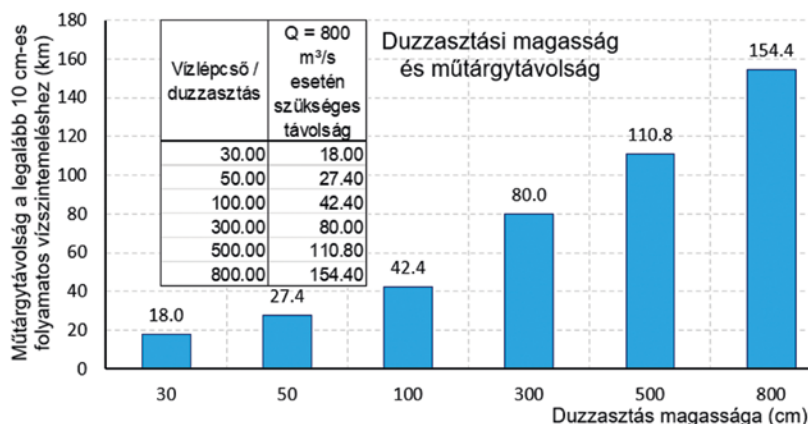
DRBMP Update 2021 - MAP 3



5. ábra: a duzzasztás hatása km-ben és m³-ben



6. ábra



vízigény azt a minimális vízmennyiséget jelenti, amelyet egy duzzasztómű vagy völgyzáró gát mögül kötelezően és folyamatosan át kell engedni az alvízi mederszakaszba a vízi élővilág túlélésének biztosítása érdekében. Ez a hozam vagy a folyón valaha mért legkisebb természetes vízhozam, vagy a sokéves átlagos vízhozam 10%-a. Ideális esetben a dinamikus ökológiai vízigény kielégítésére kell törekedni, ami a halak ívási időszakában nagyobb vízhozamot jelent, nyár végétől azonban elég a minimum, a sokéves átlagos vízhozam 10%-a. Az állandó magasságú völgyzáró gát és az ezzel létrehozott vízlépcső magassága 15÷300 m. Közepes esésű folyóink a Sajó, Bódva, Hernád, Rába, Zala felső szakasza, Kerka, Mura, a Sió Kapos alatti szakasza (<https://terkepar.vizugy.hu/>).

A kis esésű szakaszokon fenékgátak, vagy duzzasztóművek létesítésével a vízfolyások természetes vízszintje mesterségesen megemelhető, aminek több célja lehet, legfőbbje a víz visszatartása, a talajvízszint megtámasztása, esetleg megemelése, a vízkivételek biztonságának fenntartása, a megemelt vízszintről oldalcsatornák, holtágak, vizes élőhelyek gravitációs táplálása, oldal-

csatornákon keresztül beszivárogatásra kijelölt helyek árasztása talajvízpótlás céljából, energiatermelés, a vízi út szükséges mélységének állandó biztosítása. A fenékgát állandó 1÷3 m magasságú építmény, megközelítheti a középvízszintet, vagy akár fölé is emelkedhet és 0,5÷2 m magas vízlépcsőt eredményez. Visszatartja a vizet, hogy a gát feletti szakaszon szárazság idején se süllyedjen egy kritikus szint alá a víz, növeli a vízmélységet és csökkenti a folyás sebességét a gát feletti szakaszon. Elsődleges célja a vízviszátartás és a vízszint szabályozása. A folyami duzzasztóművek a mederbe épített küszöbhez rögzített mozgatható gátakkal ellátott létesítmények, amelyek a fenékgátnál nagyobb – 2÷20 m – vízlépcsőt tudnak létrehozni, ugyanakkor a vízszint szabályozását lehetővé teszik. A szabályozást lehetővé tevő korszerű mobil elemek lehetnek sík táblák, billenőtáblák, szegmenstáblák, felfújható gumigátak. A folyó meglévő medrében duzzasztják vissza a vizet nagy távolságra, a medertározás lehetőségét kihasználva. A Duna a Szigetközben, valamint a Felső-Tisza közepes esésű, ettől eltekintve a Duna és a Tisza hazai szakaszai kis esésű folyószakaszok.

A folyami duzzasztás kiaknáztatlan lehetőségei

Magyarországon a Dunán nem működik olyan vízlépcső, amely lehetőséget biztosítana a nagyvízi időszakokban történő vízkészlet-felhalmozásra és az azt követő szabályozott vízpótlásra. Ennek következtében a hazai Duna-szakasz vízjárása közvetlenül követi a természetes vízhozam alakulását, amely a jelenleg tapasztalható, történelmi léptékű kisvízi vízállások kialakulásához vezet. A 4. ábrán látható a Duna vízgyűjtőjének tematikus térképe. A duzzasztott szakaszokat kéktől eltérő színnel – a zöld és sárga árnyalataival – mutatja. A kéktől eltérő színek azt jelzik, melyik évben valósulnak meg terv szerint azok a beavatkozások, melyek a duzzasztás negatív ökológiai hatásait csökkentik. Témánk szempontjából a kék szakaszokra szeretnénk rámutatni, ahol nincs duzzasztás (5. ábra).

A fokozatosan változó permanens vízmozgás modellszámításával végzett hidraulikai érzékenység-vizsgálat eredményei azt mutatják, hogy a duzzasztás mértékével nő a duzzasztott hossz és a többlet tározott víztérfogat is (5. ábra). Ahogy haladunk felfelé a Dunán, a duzzasztási magasság fokozatosan lecseng, és a vízmélység közelít a normál mélységhez (6. ábra). Nagyobb mederes és rövidebb duzzasztott szakaszt és kisebb tározott víztérfogatot eredményez. A számításból önmagában még nem következik, hogy az optimális megoldás sok, egymáshoz közel elhelyezett, kisebb keresztmű, vagy ennek ellenkezője, 2÷3 nagyobb esést koncentráló vízlépcső lenne. Ezeket a tervezési folyószakasz mentén jelentkező igényekhez és adottságokhoz igazítva kombinálni lehet, a duzzasztott szakaszok átfedésben lehetnek például, ha a cél talajvízszint megtámasztása, másol duzzasztás-mentes szakaszok maradhatnak, ahol a medereróziót fenékküszöbökkel célszerű megelőzni. 6. ábra

A duzzasztási görbéken (6. ábra) a piros vonal és a 0,07 ezrelék eséshez tartozó görbe metszéspontja jelöli ki a legnagyobb távolságot, a számított adatokat a táblázat tartalmazza (7. ábra, táblázat). A kérdéses Duna-szakaszon 0,07‰ természetes esés és kisvízhozam mellett például kb. 18 km-enként elhelyezett 30 cm magas művekkel, vagy kb. 42 km-enként elhelyezett 100 cm magas művekkel, vagy 154 km-enként elhelyezett 800 cm magas

művekkel stb. érhető el egy közel folyamatos, legalább 10 cm-es vízszintemelés a vizsgált vízhozam-tartományban. Ezek természetesen tetszőlegesen kombinálhatók az egyes szakaszokon jelentkező egyedi igényekhez igazítva.

A modellezett érzékenységvizsgálat eredményei alkalmasak a lehetséges beavatkozási változatok műszaki hatásainak és tendenciáinak feltárására, valamint az ésszerűen vizsgálandó duzzasztási tartomány előzetes lehatárolására, azonban önmagukban nem szolgáltatnak elegendő alapot egy ilyen nagy horderejű, hosszú távú következményekkel járó döntés meghozatalához.

Az előzetes változatképzés során alapvető hidraulikai és területi határfeltételként javasolt rögzíteni, hogy a tervezett üzemszerű duzzasztás a középvízi meder keretei között maradjon, ami itt nem került rögzítésre. Azok a változatok, amelyek e feltétel teljesülését már nem biztosítják, csak ettől elkülönített, hullámtéri hatásokra és árvízi levezetésre is kiterjedő vizsgálat keretében értékelhetők.

A döntés-előkészítés következő szakaszában ezért súlyozott, többkritériumos döntéselemzés (MCDA) elvégzése javasolt, a megvalósítás és üzemeltetés költségeinek és kockázatainak mérlegelése mellett egyéb szempontokat is javasolt számításba venni. A vízviszatartás szempontjából a talajvízkészletek visszapótlását elősegítő megoldások előtérbe helyezése javasolt, aminek a fontosságát a klímaváltozás miatt megnövekedett potenciális párolgás is megerősíti. Ez a beszívárogatás céljából történő vízkivétellel, vagy magasabb vízlépcsővel egyaránt biztosítható. Egy 5–8 méteres, tartós és hosszú felvízi hatású duzzasztás megfelelő földtani és hidraulikai kapcsolat esetén területileg kiterjedő talajvízszint-emelkedést és ezzel összhangban felszín alatti többlettárolást is eredményezhet, amennyiben ezt a valós adatokra épülő háromdimenziós hidrogeológiai modell alátámasztja. Kézenfekvő szempont lehet az energiatermeléssel kombinált megoldások számbavétele is, mert a vízenergiatermeléssel az energiaellátás biztonságát és a karbonhatékonyságot is növelhetjük.

Az egyes kritériumok súlyozásával meghatározható az a beavatkozási változat vagy mérettartomány, amely a kitűzött célok összessége szempontjából a legkedvezőbb kompromisszumot jelenti.

A duzzasztás hatásai és a negatív hatások ellensúlyozása

Talajvízszint-emelkedés a duzzasztott szakasz környezetében

A talajvíz utánpótlásában elsősorban a beszívárgó csapadék, egyes területeken pedig a folyók, patakok, tavak és csatornák játszanak szerepet. Mennyiségét csökkentheti a párolgás, a növényzet vízfelvétele, a felszíni vizek felé történő természetes szivárgás és az ember általi vízkivétel. A talajvíz és a felszíni vizek kapcsolata kétirányú lehet: a vízfolyás táplálhatja a talajvizet, máskor a talajvíz biztosítja a meder vízhozamának egy részét. Normál esetben a folyó megcsapolja a talajvizet, a felszín alatti víz a folyó felé áramlik. A medertározás a vízfolyás nyomvonala mentén hosszirányban történő duzzasztást jelent, ami a duzzasztott szakaszon egyben talajvízszint-emelkedést eredményez. Ha megemeljük a folyó vízszintjét duzzasztással, csökken a talajvíz elszívárgása folyó felé. Kellően magas folyóvízszint esetén az irány akár meg is fordulhat. Ezért a természetes megcsapolás csökkentése is talajvízszint-emelő hatású lehet. A VGT3 klímakockázat kezelését célzó önálló intézkedésként tartalmazza a duzzasztást a talajvízszint-süllyedés kompenzációjának eszközeként: „Folyók eltereléséből, bevágódásából származó alacsony folyó vízszint miatt bekövetkezett talajvízszint-süllyedés kompenzációja vízpótlással, mederbeli fenékgátas duzzasztással”. A véneki torkolati műtárgy, amely az ökológiai rehabilitációhoz szükséges vízszint tartásával és a környező talajvízszint megemelésével és megtámasztásával a beruházást követő években egyértelmű pozitív eredményeket mutatott.

Ökológiai átvihetőség

A Vízkeretirányelv (VKI) fő célja a felszíni vizek „jó ökológiai állapotának” elérése. A duzzasztást a VKI jelentős hidromorfológiai beavatkozásnak azonosítja, és alapvetően nem támogatja az új, indokolatlan duzzasztók építését, mert azok drasztikusan rontják az ökológiai mutatókat.

A keresztműtárgy és a hozzá tartozó vízszintkülönbség fizikai/hidraulikai akadály lehet, a halak nem tudnak felúszni az ívóhelyekre. Ha a műtárgy nem szüntethető meg, akkor hatásmérséklő intézkedést kell alkalmazni. A duzzasztás (a vízlépcső) külön hatás, mert megváltoztatja a vízmé-

séget, az áramlási és sebességviszonyokat. A sodráskedvelő fajok kiszorulnak, helyüket átveszik az állóvízi fajok, mert a szabadon áramló folyóvíz helyett a szakasz állóvíz jellegűvé válik. A VGT3 követelménye alapján az igények és hatások mérlegelését az üzemeltetés felülvizsgálata követi azzal a céllal, hogy a duzzasztás mértékét és módját a folyamatosan változó ökológiai állapotokhoz igazítsák. Üzemrendi előírás, hogy a duzzasztómű alatt mindig maradjon egy olyan minimális, dinamikusan változó vízhozam, ami fenntartja az alvízi ökoszisztémát. A VGT3 nem követeli meg, hogy minden keresztműtárgy minden vízállásnál átjárható legyen. Megfelelő vízsebesség és víztömeg az átjárást lehetővé teszi, ha a bukás alacsony. Az ennek megfelelő maximális átbukási magasságok a folyók alsó, lassabb szakaszán 10 cm, a felső, sebesebb szakaszán 30 cm. A VGT elfogadja, ha kisvíznél nem, de közép-/nagyvíznél átjárható a műtárgy, illetve, ha a duzzasztási időszakon kívül lehetséges a vándorlás. Jelentősnek tekinti a hatást, ha a befolyásolt szakaszok aránya meghaladja az 50%-ot, és a hidromorfológiailag befolyásolt szakasznak legalább 40%-a duzzasztott. Ilyen beruházás a véneki torkolati műtárgy, ahol nem csak a vízszintszabályozó szegmensgátak, de a hajószilip is működtethető halátjáróként is.

Hordalékcspada-hatás

A keresztműtárgy a hordalékmozgást akadályozza. A duzzasztott térben a víz sebessége lecsökken, a hordalék lerakódik. A felvíz feliszapolódik, a műtárgy alatt levonuló hordalékmentes víz pedig az alvízi medret erodálja, mélyíti, ezzel csökkenti a környező talajvízszintet. Nagyvizek idején alkalmazott iszapleeresztések, vagy a lerakódott kavics mechanikus áttelepítése az alvízi oldalra az üzemeltetés része kell legyen. Alvízi oldalon létesített fenékküszöbök alkalmazásával megakadályozható a meder eróziós mélyülése és a hordalék elmosódása, biztosítható a folyó fenékének stabilitása anélkül, hogy gátolná a hajózást vagy jelentősen megváltoztatná a vízsebességet. A fenékküszöb állandó magasságú (0,2–1 m) építmény, amely a legacsonyabb vízszint alatt van.

A több szempontú döntés-előkészítés során az egyes szempontok súlyozással történő figyelembevétele tükrözheti, melyik szempont elsődleges, és melyik kevésbé döntő.

Lefelé hűlő födémek szigetelése: amikor a tervezői döntés a menekülési lehetőségeket is meghatározza

Egy pince- vagy garázsfödém alsó síkjának szigetelése a tervasztalon rutinfeladatnak tűnik: néhány vonal, egy konszignált termék.

A megvalósult épületben azonban ugyanez a döntés egyszerre befolyásolja az energiahatékonyságot, az akusztikai komfortot, a tűzterjedést és a menekülés feltételeit – sőt, magának a födémszerkezetnek a tűzállósági teljesítményét is.



Hogy ez nem elméleti kérdés, arra a 2026. január 1-jén, a svájci Crans-Montana egyik szórakozóhelyén történt, 40 halálos áldozatot követelő tüzeset is éles tükröt tartott. A rendelkezésre álló információk szerint a zárt térben alkalmazott pirotechnikai elemek meggyújtották a mennyezeti és belső burkolati és szigetelő rétegek éghető elemeit, és a tűz percek alatt teljes felületi égéssé fejlődött, ellehetetlenítve a kiürítést. A tanulság egyértelmű: a mennyezeti helyzetű elemek tűzbeni viselkedése, égvé csepegés-mentessége és füstképző képessége nem esztétikai részletkérdés, hanem a menekülési idő egyik legmegbízhatóbb tényezője – legyen szó nyitott térről vagy egy pince- és garázsfödém alsó síkjáról.

A kérdés különösen aktuális a mélygarázsokban és parkolóházakban, ahol nagy a tűzterhelés, egyre több az elektromos töltőhely, a mennyezetet pedig gépészeti és villamos vezetékek sűrű hálózata tagolja. Egy nem megfelelően megválasztott vagy nem igazolt megoldás nem esztétikai vagy energetikai kompromisszum: növelheti a füst- és tűzterjedés kockázatát, és megnehezítheti annak igazolását, hogy a szerkezet teljesíti az előírt tűzvédelmi követelményeket.

Ha a födém alsó síkján éghető hőszigetelést alkalmazunk, az tűz esetén jelentős füstöt fej-



leszthet, és az égvé csepegő részecskék révén hozzájárulhat a tűz gyorsabb terjedéséhez – ezért alkalmazhatósága sok esetben korlátozás alá esik. Nehezíti a helyzetet, hogy nincs harmonizált szabványos vizsgálat, amely egzaktnak mutatná ki a mennyezeti szigetelések valós veszélyeit; az osztályba soroláshoz használt SBI-vizsgálat is csak függőleges helyzetben, a valós tűzkitérőtől távol eső módon értékeli az égvé csepegést.

Attól függően, hogy a szigetelendő födém hol helyezkedik el, eltérő tűzvédelmi előírások vonatkozhatnak rá, amelyeket már tervezéskor figyelembe kell venni. Az OTSZ mind a fő szövegben,

mind a rendeltetéstől függő követelményeknél és a táblázatokban rögzíti a mennyezeti, illetve a menekülési útvonalakon alkalmazható hő- és hangszigetelésekre vonatkozó előírásokat – éghető anyag választása esetén pedig azt is ellenőrizni kell, milyen hatással van az alapszerkezet tűzvédelmi jellemzőire.

A jogszabályi megfelelés szükséges, de nem elégséges feltétele a biztonságnak: a tervezői döntése közvetlenül befolyásolja, mennyi idő áll rendelkezésre a reagálásra egy rendkívüli helyzetben. A tűz nem tesz különbséget aközött, hogy egy megoldás „engedélyezett” vagy „bevált” – a kockázatokat ezért nem a kivitelezés, hanem a koncepcióalkotás és az anyagválasztás fázisában kell felismerni.

A gyakorlatban három tipikus megoldás közül választhatunk. Vakolathordó lemezes rendszer (**FRONROCK Super**) ott indokolt, ahol a födém alsó felületének a homlokzati szigeteléssel azonos megjelenést kell mutatnia – erkélylemezekenél, kapubejáróknál, árkádoknál. Időjárástól védett födémek gazdaságos szigetelésére az A1 tűzvédelmi osztályú, égvé nem csepegő, üvegszövetrel bevont lemez (**CEILINGROCK**) vált be, bonyolult gépészet nélküli felületeken. Zárt terű, gépészettel sűrűn terhelt födémekhez pedig a ragasztott kivitellű, kiemelkedő hangelnyelésű lamellás megoldás (**STROPROCK G**) javasolt, amely nem zsugorodik, így hosszú távon sem alakulnak ki vonalmenti hóhidak – ezért bevásárlóközpontok és irodaházak alatti garázsokban is jól alkalmazható.

Tudjon meg többet a műszaki megoldásokról a honlapunkon vagy az erről a témáról szeptember 25-én tartandó ingyenes szakmai webináriumon. **ROCKWOOL Hungary Kft.**, regisztráció: www.rockwool.hu.

Lestyán Mária
szakmai kapcsolatokért felelős igazgató
ROCKWOOL Hungary Kft.



■ *Korrekt eljárás: fokozatos pontosságú, gördülő költségbecslés*

Mibe kerül egy fenékküszöb a Dunán?

Hibás az olyan érvelés, ha a szakmai vitát azzal igyekszünk elkerülni, hogy túl drága. E gondolkodás eredménye, hogy számos jó beruházási ötlet ment a kukába, tehát valóban az első a szakmai vita. Árbecslés helyett ilyen vita/vizsgálat előtt csak értéksávot lehet becsülni, mindig megemlítve, hogy a pontossága kétséges.



**Zsigmondi
András**

A paksi alacsony vízszint és a fenékküszöb kapcsán ismét előtérbe kerültek egy dunai vízlépcső építésével kapcsolatos gondolatok. A kérdést műszaki, ökológiai és politikai szempontból is körbejárta Wagner Ernő, a Magyar Mérnöki Kamara elnökének írása (2026. augusztus 5.). Nem csoda, hogy azonnal felmerül a kérdés, mibe kerül egy vízlépcső? Hasonló, de jóval egyszerűbb kérdés, hogy mibe kerül egy autó? Tudunk 5 millió forintos autóról is, és háromszázmillió forintosról is, vagyis az árban lehet akár ötvenszeres különbség. Pedig egy vízlépcső legalább olyan bonyolult termék, mint egy autó, szerencse azonban, hogy ekkora árkülönbségek nem jellemzik.

Egy becslést úgy lehet elkészíteni, hogy megpróbálunk felkutatni korábbi adatokat, és amelyekből valamilyen módon ext-



rapoláljuk a költségeket, természetesen definiálva a műszaki tartalmat.

Egyszerű fenékküszöb?

A korábbi, Bős-Nagymaros-ügyhöz kapcsolódó dunai fenékküszöböt (a Szigetköz vízpótlásához) 1995-ben építették meg,

a Dunakiliti Duzzasztóműhöz kapcsolódó szigetközi vízpótló rendszer részeként. A magyar-szlovák megállapodást 1995. április 19-én írták alá, amely szerint a magyar félnek 10 napon belül el kellett kezdeni és 50 napon belül be kellett fejezni a „víz alatti gát” építését az 1843-as folyamkilo-

Néhány ár a változások érzékeltetéséhez:

Tétel	1995-ben	2026-ban	Szorzó
1 USD/HUF	~125-130 Ft	~316 Ft	2,5
Villamosjegy (vonaljegy)	35 Ft (BKV-vonaljegy)	450 Ft	11-13
1 gombóc fagyfalt	20-30 Ft	600-700 Ft	23-30
1 beton	~3500-4500 Ft	~20 000-28 000 Ft	6
1 t kő (zúzott terméskő)	~800-1200 Ft	~8000-14 000 Ft	10-12



„A végleges kialakítás még várat magára.

méternél. Az építés valóban 1995. április 25-én kezdődött meg, a kivitelező Hídepítő Rt.-t egy decemberi, nyilvános előminősítő pályázaton választották ki. A Duna teljes szélességében, keresztirányban 75 ezer m³ vízepítési terméskőből hoztak létre egy keresztgátat, amivel a főmederben több mint 4 méteres szintemelkedést értek el. Ez a létesítmény azóta is a szigetközi vízpótló rendszer egyik kulcsfontosságú műtárgya. A fenékküszöb végül 1995 májusában készült el, mindössze néhány hét alatt.

Érdekes, hogy ez az 1995-ös munka volt az utolsó hasonló léptékű vízepítési beavatkozás a Dunán egészen a mostani, Paks és Dunaszentbenedek közötti fenékküszöb-építésig, ahol összesen akár 145 ezer m³ kőanyagot terveznek beépíteni – ennek egy részét (kb. 35 ezer m³) a vízszintemelő kőborda, a fennmaradó mintegy 110 ezer m³-t pedig a mederstabilizálás céljára szánják.

Az 1995-ös, eredeti dunakiliti fenékküszöb megépítéséhez a magyar kormány 450 millió forintot különített el. A 2026. évi kormányhatározat 6,16 milliárd forintot különített el rendkívüli sürgősséggel. Kérdés: a 13-szoros ár sok vagy kevés?

Dunakiliti (1995) és paksi (2026) fenékküszöb – összehasonlító műszaki elemzés

Az árvizsgálat során csak publikus anyagokból dolgozom, a jelenlegi munka szerződése vagy árai nem állnak a szerző rendelkezésére. A két fenékküszöb között lényegi különbség, hogy Dunakilitinél a „kőborda” és a „mederstabilizálás” fogalmilag egybeolvad egyetlen vegyes szerkezetben, mert állóvízi környezetben, kisebb mederszelvényben, kevésbé kritikus időkorlátok mellett épült. Paksnál a tervezők – a folyamatos vízáramlás és a szoros határidő miatt – tudatosan szétválasztották a két funkciót: előbb a vízszintemelést biztosító sarkantyút építették kétoldról, ezzel megoldva az akut problémát. A kétoldali építés átmeneti szakaszában a beszűkült áramlási keresztmetszet felgyorsította a sodrást, ami jelentős mederkimosódással és a beépített kőanyag egy részének visszaomlásával járt. Az OVf szerint a kimélyülésekre előzetesen számítottak, a kimosódás elleni mederbiztosítás pedig a következő ütem része volt.

Következtetések

Léptékbeli különbség: a paksi projekt (145 ezer m³ tervezett kőanyag) minden jel szerint jelentősen meghaladja a dunakiliti beruházás anyagigényét, bár utóbbiról nincs publikált összevethető adat – ez önmagában adatminőségi hiányosság, amelyet jelezni kell bármilyen szakmai összehasonlításban.

A funkcionális szétválasztás (kőborda vs. mederstabilizálás) kockázatos volt

Paksnál: a gyors vízszintemelési kényszer miatt előbb csak a vízszintemelő bordát (sarkantyúként) építették meg, ami – már előre kiszámítottan – okozta a felgyorsult sodrást és a dokumentált mederkimosódást/omlást. Dunakilitinél a fenékküszöb kavicselőtöltésre épült, vegyes anyagú kőgabion szerkezet. A két építési helyzet hidraulikailag is eltér: Dunakilitinél közel álló víztérben, Paksnál folyamatosan áramló vízben dolgoztak.

A dokumentáltság minősége élesen eltér: az 1995-ös projektről csak alapadatok maradtak fenn nyilvánosan, míg a 2026-os projektről elvileg napi bontású, tételes adatok érhetők el – ez részben az eltérő korszak médiakörnyezetének, részben a projekt politikai súlyának köszönhető.

Hosszú távú fenntarthatóság: mindkét esetben felmerül(t) az „ideiglenes megoldás állandósul” probléma – Dunakiliti 1995 óta hivatalosan is „ideiglenes létesítményként” üzemel tovább, míg Paksnál már az építés alatt látszik, hogy a végleges kialakítás még várat magára.

Az értékelés pontosságát befolyásolhatja, hogy a honvédségi közreműködés, a rendkívüli kisvízes helyzet miatt elrendelt, éjjel-nappali munkavégzés vagy a kormányzati felhívásra felajánlott segítők milyen mértékben befolyásolják az összköltséget, ezekről a szerzőnek nincs információja.

Ha arányosítjuk a beépített kő mennyiséget 145/75 ezer m³, akkor a 1995-ös ár 870 M Ft lett volna 145 ezer m³ kő esetén. 30-31 év építőipari termelői árindexe középértéke 815%. (A KSH adatok ezen 30 év alatt módszertanában változtak, részben hiányosak és jelentős áremelkedési időszak volt éppen 1994–1996 évek) A bizonytalanság mellett egyszerű becsléssel jelen időre 7,100 ± 900 millió Ft adódik.

Az kívántam demonstrálni, hogy egy műszakilag összehasonlíthatatlanul egyszerűbb és pár hét alatt elvégezhető feladat árbecslésében is számtalan bizonytalanság és eltérés lehet.

Egy vízlépcsőprojektnél a korrekt eljárás fokozatos pontosságú, gördülő költségbecslés, nem egyetlen fajlagos költségszám alkalmazása. A korai döntésnél négy-öt alternatívát kell azonos részletességben értékelni, majd a kiválasztott változatot felmérési és engedélyezési terv alapján kell tételesíteni, finomítani és pontosítani tervfázisonként.

Széles körű szakmai eszmecserére hív a Magyar Mérnöki Kamara

A Duna nem hit kérdése – a mérnök nem kellék

Az írás előzménye a Magyar Mérnöki Kamara Facebook-oldalán augusztusban kialakult szakmai vita. A kamara ott változtatás nélkül közölte Sallai Benedeknek az új duzzasztóműveket ellenző írását, majd Wagner Ernő, az MMK elnöke az alábbi cikkben fogalmazta meg álláspontját. Írását csaknem 260 ezren olvasták a közösségi oldalunkon.



Wagner
Ernő

A hazai vízváltásról és a Duna jövőjéről csak akkor lehet tisztességes vitát folytatni, ha nem kizárólag a saját álláspontunkat erősítő véleményeket hallgatjuk meg. A duzzasztás körül kialakult vita egyik legnagyobb problémája éppen az,

hogy gyakran már a vizsgálatok előtt megszületik az ítélet: vízlépcsőt építeni vagy feltétlenül szükséges, vagy eleve elfogadhatatlan. Pedig ennél jóval összetettebb kérdésről van szó. A duzzasztás bizonyos helyzetekben indokolt, sőt szükséges mérnöki eszköz lehet. Ez azonban nem jelenti azt, hogy mindenütt vízlépcsőt kell építeni. Valamennyi érdemi megoldást – a természetalapú beavatkozásokat, a tájrehabilitációt, a hordalékgazdálkodást és a szabályozható vízszinttartást – azonos szakmai szigorral kell megvizsgálni. A döntést pedig nem előzetes meggyőződéseknél, hanem méréseknek, modelleknek és a várható következmények összehasonlításának kell megalapoznia.

Nem Ausztriát akarjuk lemásolni

Az osztrák és a magyar Duna nem azonos. Más az esés, a meder, az ártér, a tájhasználat, a hordalékjárás és az energetikai lehetőség. Az osztrák vízlépcsők pusztá léte önmagában nem bizonyítja, hogy Magyarországon is ugyanolyan műtárgyakat kell építeni.

Az osztrák példa jelentősége más: megmutatja, hogy a működő vízerőművek, a halátjárók, a mellékágak visszakapcsolása, a partok rehabilitációja, az élőhelyfejlesztés és a hordalékgazdálkodás

nem feltétlenül egymást kizáró törekvések. A magyar megoldást a magyar Duna saját adottságai alapján kell kialakítani. Nem másolni kell, hanem mérni, modellezni és tervezni.

A jelenlegi állapot sem ökológiai nullpont

A mai magyar Duna nem érintetlen természeti rendszer. Másfél évszázad folyószabályozása, mederszűkítése, partbiztosítása, korábbi kavicskitermelése és a felvízi hordalék-visszatartás következményei alakították. A meder több szakaszon mélyül, a kisvízi szintek süllyednek, mellékágak szakadnak le a főmederről, és a parti talajvízszint is süllyedhet velük együtt. A „nem avatkozunk be” ezért nem változatlan, kockázatmentes természeti állapot, hanem ugyanúgy egy jövőbeli forgatókönyv. A döntésnél nem egy érintetlen folyót kell összevetni egy műtárggyal, hanem a jelenlegi folyamatok folytatódását, a természetalapú és tájhasználati beavatkozásokat, az aktív hordalékgazdálkodást, a mellékágak és árterek visszakapcsolását, a szabályozható vízszinttartást, valamint ezek különböző kombinációit.

A teljes ökológiai mérlegbe nemcsak a főmeder áramláskedvelő élőhelyei tartoznak bele, hanem a mellékágak, az árterek, a felszín alatti vízkészletek, a vizes

élőhelyek, a szárazföldi növényzet, a mikroklíma és a táj aszálytal szembeni ellenálló képessége is.

A táji vízvi sszatartás és a vízszint szabályozás nem ellenfelek

Több vizet kell megtartani a talajban, az ártereken, a mély fekvésű területeken és a vizes élőhelyeken. Ezzel aligha lehet vitatkozni. Azzal azonban igen, hogy ebben a duzzasztásnak eleve ne lehetne szerepe.

Könnyű belátni, ha egy folyó vízszintjét tartósan megemeljük, az megfelelően vízv vezető és hidraulikailag kapcsolt kavicsos-homokos rétegekben megváltoztatja a felszín alatti vízrendszer állapotát. Emelheti a parti talajvizet, növelheti a tájban tárolt vízmennyiséget, és kedvezőbb hidraulikai feltételeket teremthet a mellékágak, csatornák és árterek vízellátásához. Hogy ez hol, milyen távolságban és milyen mértékben jelent előnyt vagy kockázatot, azt háromdimenziós hidrogeológiai modellezéssel kell meghatározni.

A kérdés tehát nem az, hogy vízlépcső vagy tájrehabilitáció. A kérdés az, hogy a vízszint szabályozás, a mellékágak összekapcsolása, az ártéri vízpótlás, a hordalék gazdálkodás és a terület használat megváltoztatása milyen rendszerben adja a legjobb eredményt.

A környezeti aggályokat követelményekké kell alakítani

A vízlépcső valóban megváltoztatja a folyó működését. Hatással van az áramlásra, a hordalékra, az élőhelyekre, a víz hőmérsékletre, a vízminőségre és a halak vándorlására. A parti szűrésű vízbázisok, a kolmatáció, az alvízi medermélyülés, a tisztavíz-erózió, az árvízlevezetés és a jégjárás is valós vizsgálati kérdés.

Nem állítjuk, hogy minden kedvezőtlen hatás teljesen megszüntethető. Van, amit csak méréselni lehet, és lehet olyan helyszín vagy műszaki változat is, amelyet a vizsgálatok alapján el kell vetni. A környezeti kérdéseket azonban nem lehet eleve kizáró okként kezelni: előre rögzített, mérhető követelményeket kell megfogalmazni a halak fel- és lefelé történő átjárására, a hordalék továbbvezetésére, az alvízi mederváltoztatásra, a parti szűrésű vízbázisok védelmére, a vízminőségre és az élőhelyekre.

A természetközeli megkerülő ág, a több bejáratú halátjáró, a lefelé vándorló halakat védő rendszer, a halatkímélő turbina, a hordalékátvezetés, a nagyvízi nyitott üzem, az alvízi visszapótlás vagy a helyi drénezés nem varázsszó. Mindegyik megoldás teljesítményét mérni és ellenőrizni lehet (!) és kell. A helyes állítás nem az, hogy a tudomány minden hatást eltüntet, hanem az, hogy számos korábbi ellenérv ma már számszerűsíthető tervezési és üzemeltetési feladattá alakítható.

A mérnök nem kellék

A szakmai vitában elhangzott egy mondat, amely mellett nem lehet szó nélkül elmenni: van olyan álláspont, amelyen „bármennyi diplomás vízépítő” véleménye sem változtatna. Ez azért problematikus, mert előre kizárja annak lehetőségét, hogy az egyik érintett szakma tudása – az adatok, számítások és modellek – befolyásolhassa a kialakított álláspontot.

A Duna jövője természetesen nem kizárólag a vízépítő mérnökök ügye. Szükség van ökológusokra, geográfusokra, hidrogeológusokra, agrárszakemberekre, közgazdászokra, jogászokra, helyi közösségekre és civil szervezetekre is, többek között azért, hogy rámutassanak, milyen problémákat kell megoldani.

Néhány évtizede a turbinák darálták a halakat, a mai halbarát megoldások 2-3% alá csökkentették a veszteséget. Mindez lényegesen kisebb, mint a vízhiány esetében előálló halpusztulás. A hidraulikát, a medermorfológiát, a hordalékmozgást és a műtárgyak működését tanult szakemberek véleménye nem lehet érdektelen, bármennyire is torzulni látszik a közbeszéd ismét ez irányba.

A mérnök sem tévedhetetlen. Éppen ezért számol, változatokat vizsgál, mér, ellenőriz, és szükség esetén korrigál. A szakértő válasza akkor is információ, ha nem igazolja az előzetes feltevésünket. Ha csak addig érdekes, amíg megerősíti a már kialakított történetet, akkor a szakértőből valóban kellék lesz.

Tisztelet azoknak, akik felelősséget vállalnak

A Magyar Mérnöki Kamara elismeréssel tekint Baranya Sándor, Láng István, Gacsályi József és valamennyi vízépítő és más szakterületen dolgozó mérnök, technikus, gépkezelő és kivitelező munkájára,

akik az akut paksi helyzet műszaki kezelésében részt vállaltak. Válsághelyzetben nem publicisztikai mondatokat, hanem működő megoldást kellett létrehozniuk. Mérniük kellett az áramlást, értékelniük a meder állapotát, vizsgálniuk az alvízi eróziót, a hajózást és az energetikai következményeket, majd felelősséget vállalniuk a választott megoldásért. Ezt a tudást nem szabad egyszerre igénybe venni és leértékelni.

Milyen üzenetet adunk a fiataloknak, ha azt mondjuk nekik: tanuljanak éveken át matematikát, fizikát, hidraulikát, geotechnikát, szerkezetant és modellezést, vállaljanak személyes felelősséget országos infrastruktúrákért, majd fogadják el, hogy mindez egyetlen generációs címkével elintézhető? A „boomerezés” nem szakmai elnevezés. A számításnak nincs születési éve, a felelősségnek pedig nincs generációs felmentése.

A Magyar Mérnöki Kamara eszmecserét kezdeményez

Nem azt kérjük, hogy mindenki fogadja el a vízépítő mérnökök minden javaslatát. Azt kérjük, hogy a mérnöki tudást ne érvénytelenítsék előre, és valamennyi valós megoldást ugyanazzal a szakmai szigorral vizsgáljunk meg. A Magyar Mérnöki Kamara készen áll arra, hogy széles körű szakmai eszmecserét kezdeményezzen, annak fórumot teremtsen, és biztosítsa a szükséges szakmai, szervezési és módszertani feltételeket. Meg kívánjuk hívni a vízügyi, környezet- és természetvédelmi, hidrogeológiai, agrár-, energetikai, közlekedési, gazdasági és társadalomtudományi szakembereket, az egyetemeket, a kutatóintézeteket, az érintett állami és önkormányzati szervezeteket, valamint a tárgyszerű és konstruktív egyeztetésre kész civil szervezeteket is.

A részvétel feltétele nem az egyetértés. Az a minimum azonban igen, hogy a másik fél tudását ne érvénytelenítsük előre, és az állításokat adatokkal, modellekkel és ellenőrizhető következményekkel vessük össze. Nem azt kérjük, hogy bárki higgyen a vízlépcsőben. Azt kérjük, hogy ne hit kérdése legyen.

Mérjük meg. Modellezzük. Hasonlítsuk össze a beavatkozás és a tétlenség következményeit. És csak azután döntsünk.

A mérnök nem kellék. A mérnök a megoldás egyik nélkülözhetetlen szereplője. ■

Alapelvek és fő irányok

A jövő nemzeti energiastratégiája

Hazánk hosszú távú energiastratégiáját a nemzet- és a gazdaságstratégia részeként, rendszerszemléletben célszerű kialakítani. Elemzésünk a 2024. évi energia- és erőművi helyzetből kiindulva vizsgálja a primer energia importfüggőségét, a hazai készleteket és a villamosenergia-rendszer fő kihívásait.

Dr. Korényi Zoltán okl. gépészmérnök

Cikkünk bemutatja az egységes energia-törvény szükségességét és a stratégiaalkotás „gyökér-törzs-korona” modelljét, majd felvázol egy 2040-re szóló, 70 TWh éves villamosenergia-felhasználással, 11 GW maximális rendszerterheléssel és mintegy 10% nettó importtal számoló lehetséges erőművi portfóliót. Az olvasó ennek alapján képet kap arról, hogy Paks I és II, a megújulók, a gázerőművek, a lignit, a tárolás és a hálózat milyen rendszerben biztosíthatják az ellátásbiztonságot. A dolgozat alapvető üzenete, hogy nem technológiát, hanem működőképes, diverzifikált és válságálló energiarendszert kell tervezni. Nem projektcentrikusan, hanem rendszer-szinten.^{1,2}

Stratégiák hierarchiája

Magyarország jövőjének alakításához a különböző szintű stratégiáknak egységes, egymásra épülő rendszert kell alkotniuk. A nemzetstratégia jelöli ki az alapvető célokat és irányokat, amelyekből a gazdaság-



stratégia, az energiastratégia és az ágazati stratégiák levezethetők.

A nemzetstratégia öt meghatározó pillére: ember, állam, természet, gazdaság és biztonság. Ezekhez kapcsolódnak az ágazati és részstratégiák, miközben az energia, a víz és az élelmiszer olyan keresztmetszeti rendszerek, amelyek valamennyi ágazat működésének alapvető feltételei.

Magyarországon nem stratégiai dokumentumokból van kevés. A probléma az, hogy ezek nem egyetlen, átfogó nemzetstratégiai rendszerben helyezkednek el. A jövő feladata ezért nem újabb részstratégiák létrehozása, hanem a meglévő egységes rendszerbe rendezése, a hiányzó elemek meghatározása, valamint a stratégia-végrehajtás-monitoring-korrekció ciklusának kialakítása.

Az energiastratégia tehát nem lehet önálló célrendszer. A nemzeti érdekekből és a gazdaságstratégiából kell következnie. Ez különösen fontos, mert az energiaigény jövőjét alapvetően meghatározza az iparszerkezet, a gazdasági növekedés, az elektrifikáció és a fogyasztás szerkezete.

Energiastratégia és egységes energiátörvény

Az energetika területén több stratégiai dokumentum és részstratégia van érvényben. A stratégiai irányok több dokumentumban, jogszabályban és programban oszlanak meg. Hasonló a helyzet a jogszabályokkal: a magyar energiarendszer fő elemeit több, történetileg külön kialakult törvény és rendelet szabályozza.

Álláspontunk szerint hosszú távon egy-
séges energiatörvényre van szükség. Ez
nem a jelenlegi jogszabályok mechanikus
összevonását jelentené, hanem az ener-
giarendszer összefüggő elemeinek közös
stratégiai alapelvek szerinti összehango-
lását. A törvénynek a Nemzeti Energiastra-
tégiából kell következnie, és annak végre-
hajtását kell szolgálnia.²

A stratégiaalkotás módszertani alapja
a háromszakaszos „gyökér-törzs-korona”
modell:

I. szakasz („gyökér”): a nemzeti érdekek
meghatározása, irányt mutató koncepció;
Nemzetstratégia ► Gazdaságstratégia ►
Energiapolitikai koncepció.

II. szakasz („törzs”): szakmai helyzetelem-
zés, modellezés, forgatókönyvek, techno-
lógiai és gazdasági vizsgálatok; Nemzeti
Energiastratégia ► energiaprogramok és
végrehajtási tervek.

III. szakasz („korona”): jogalkotás és meg-
valósítás. Egységes energiatörvény ► sza-
bályozás ► végrehajtás ► monitor-
ing ► korrekció.

Jelen dolgozatban az I. és II. szakasz kerete-
iben, a szakmai megalapozás szintjén ma-
radunk. A teljes folyamat logikai lánc:

Nemzetstratégia ► Gazdaságstratégia ►
Energiapolitikai koncepció ► szakmai meg-
alapozás ► nemzeti energiasztratégia ►
egységes energiatörvény ► végrehajtás
► monitoring ► korrekció.

A döntéseket ezért nem technológiák
előzetes kiválasztásával, hanem rendszer-
szintű forgatókönyvekkel, modellezéssel
és megvalósíthatósági vizsgálatokkal kell
megalapozni. A stratégiaalkotásban külö-
nösen fontos, hogy a döntéshozó ne egyet-
len jövőképre építsen. A gazdasági növe-
kedés, az ipari elektrifikáció, a fogyasztás,
az energiaárak, a technológiai fejlődés és
a nemzetközi környezet változásai miatt
több, egymással összevethető forgató-
könyvre van szükség.

A stratégiai döntés előtt ezért nem sza-
bad megelégedni egyetlen éves energia-
mérleggel vagy egyetlen technológiai
forgatókönyvvel. A rendszer működőké-
pességét különböző terhelési, időjárási,
ellátási és erőművi és hálózati kiesési hely-
zetekben kell vizsgálni. Előbb a forgató-
könyv és az elemzés, utána a technológi-
ai döntés. A továbbiakban a teljes hazai
energiarendszerről csak a primerenergia
és az erőművi témakör legfontosabb ele-
meit érintjük.

Primerenergia-forrásaink – import, hazai források, készletek

A jövő energiastratégiájának kiindulópont-
ja az energiabiztonság, az energiaszuvere-
nitás, a versenyképesség, a válságállóság,
valamint a nemzeti vagyon megőrzése.
A 2024. évi primerenergia-felhasználás
mintegy 1026 PJ, azaz 285 TWh volt.

A primerenergia-rendszer legfontosabb
jellemzője a külső függőség. A kőolaj és
földgáz együtt mintegy 61%-ot képviselt,
miközben ezek hazai termelése csak mint-
egy 10%-ot fedezett. További mintegy 17%
import eredetű a nukleáris energia. Ezzel
az ún. „külső stratégiai energiafüggősé-
günk” 2024-ben mintegy 68% volt.

Az energiaszuverenitás ezért nem értel-
mezhető pusztán villamosenergia-terme-
lési kérdésként. A primerenergia-források
biztonsága az egész energiarendszer biz-
tonságának alapja. A villamosenergia im-
portjának a csökkentése önmagában nem
oldja meg az ország energiafüggőségét,
ha közben a villamosenergia-termeléshez,
a közlekedéshez és a hőellátáshoz szüksé-
ges primerenergia jelentős része továbbra
is külföldről érkezik.

Az importfüggőséget ezért nem ele-
gendő egyetlen százalékos mutatóval je-
lemezni. Fontos az is, hogy melyik energia-
forrásból, milyen földrajzi és technológiai
koncentráció mellett, milyen gyorsan és
milyen költséggel pótolható az import.
Egy villamosenergia-piaci import bizonyos
helyzetekben rövid távon helyettesíthe-
tő, míg egy kritikus primerenergia-forrás
kiesése az egész gazdaság működését ve-
szélyeztetheti.

Külön figyelmet érdemel a hazai földta-
ni vagyon. A stratégiai kérdés nem az, hogy
ezek a készletek automatikusan kiterme-
lendők-e, hanem az, hogy melyik forrásból
mennyi, milyen költséggel, technológiával
és környezeti feltételek mellett alakítható
energiabiztonsággá.

A hazai készleteket ezért nem szabad
előzetesen kizárni a stratégiai mérlegből.
A lignit például jelenleg nem feltétlenül fo-
lyamatos termelési, hanem stratégiai, vál-
sághelyzeti kapacitásként is értékelhető.
Ugyanez a szemlélet indokolhatja a hazai
földgáztermelés, a gáztárolás és más ha-
zai erőforrások stratégiai értékelését.

A kérdés tehát nem az, hogy „fosszilis
vagy megújuló”, hanem az, hogy egy adott
primerenergia-forrás milyen szerepet tölt-

het be az ország biztonságos, versenyké-
pes és hosszú távon fenntartható energia-
ellátásában.

Magyarország jelenlegi erőművi helyzete

A KSH/MEKH/MAVIR 2024. évi villamosener-
gia-mérlege szerint a bruttó villamosener-
gia-felhasználás 44,128 TWh volt. Ebből
a hazai bruttó villamosenergia-termelés
37,987 TWh, a nettó villamosenergia-import
pedig 10,728 TWh volt. Így a nettó import a
felhasználás mintegy 24,3%-át fedezte.

A hazai erőműpark mintegy 14,9 GW
beépített kapacitása mellett a maximális
rendszerterhelés a vizsgált adatok szerint
7441 MW volt. Paks I meghatározó szerepet
játszott: 2027 MW kapacitás mellett 16,017
TWh-t termelt, mintegy 90%-os kihaszná-
lással. A Mátrai Erőmű 926 MW kapacitással
2,445 TWh-t termelt. A napenergia kapaci-
tása mintegy 7,26 GW, termelése 9,2 TWh, a
szélé 330 MW és 0,659 TWh volt.

A rendszer egyik legfontosabb problé-
mája, hogy a beépített kapacitás és a tény-
legesen garantálható teljesítmény nem
azonos. A nap- és szélerőművek a beépített
kapacitás jelentős részét adják, miközben
termelésük időjárásfüggő. Ezért a rend-
szernek megfelelő szabályozható, gyorsan
indítható és tartalékkapacitással rendelke-
ző erőművekre is szüksége van.

Ez a probléma a naperőművi kapacitás
növekedésével tovább erősödhet. A nap-
erőművek éves termelése jelentős, de a
kritikus téli órákban a tényleges kapacitá-
suk gyakorlatilag zéróra csökkenhet. Ezzel
párhuzamosan a napsütéses időszakok-
ban jelentős többlettermelés alakulhat
ki, amely értékesítési problémákat okoz.
A rendszernek tehát egyszerre kell kezel-
nie a hiányt és a többletet: az előbbihez
garantált teljesítmény, az utóbbihoz táro-
lás, szabályozás, fogyasztói rugalmasság
és megfelelő hálózat szükséges. Ez világít
rá az egyik legfontosabb rendszertervezési
különbségre: az energiát MWh-ban, a rend-
szerbiztonságot viszont MW-ban kell mér-
ni. Az éves termelési mérleg nem mondja
meg, hogy egy adott órában elegendő tel-
jesítmény áll-e rendelkezésre. Egy ener-
giarendszer akkor is kerülhet ellátási vál-
ságba, ha éves szinten elegendő energiát
termel.

Külön kockázat a vízfűggség. Paks I a
hazai termelés mintegy 42%-át adta, ezért
az aszály, az alacsony vízállás és a magas

1. táblázat: Erőművi portfólió, 2024/2040

Erőműtípus	2024 kapacitás MW	2024 termelés TWh	2024 CF	2040 kapacitás MW	2040 termelés TWh	2040 CF	2040 szerepe
Paks I	~2 027	16,02	90,1%	1 916	13,85	82,5%	alapterhelés
Paks II	-	-	-	2 400	17,35	82,5%	alapterhelés
Lignit	~926	2,45	30,1%	2 000	1,91	10,9%	stratégiai hazai kapacitás
CCGT	~3 000*	7,13	~27%*	4 500	3,42	10,0%	szabályozható normál kapacitás
OCGT	-	-	-	1 200	0,105	1,0%	gyors tartalék
Napenergia	~7 400	9,20	14,2%	12 000	14,50	13,8%	időjárásfüggő termelés
Szélerenergia	~330	0,659	22,8%	5 000	9,00	20,5%	időjárásfüggő, PV-kiegészítő
Vízenergia	~60	0,231	43,9%	60	0,25	47,5%	meglévő kapacitás
Biomassza/biogáz/ hulladék	~500	~2,37	~54%	500	2,63	60,0%	részben szabályozható
ÖSSZES KAPACITÁS	~14 243			29 576			
Hazai termelés		~38,0			63,00		
Nettó import		~9,0			7,00		
Felhasználás		~47,0			70,00		

* A 2024-es CCGT-kapacitás közelítő érték; a 2040-es modellben a CCGT és az OCGT eltérő rendszerfunkciót tölt be.

vízhőmérséklet közvetlen energiabiztonsági kockázat. A vízbiztonság így nem kizárólag vízgazdálkodási kérdés: az erőművi hűtés miatt közvetlenül része az energiastратégiának.

A napenergia további növekedése kettős hatású: csökkenti a fosszilis energia- és importigényt, ugyanakkor növeli a tartalék-, szabályozási, hálózati és tárolási igényt. A legnagyobb probléma, hogy a nyári többletenergia nem téli tartalék. A nyárról télre történő energiátároláshoz ma még nincs piacképes megoldás. A 2024-es helyzet fő tanulsága ezért: nem az a kérdés, hogy mekkora a beépített GW, hanem hogy a kritikus órákban mennyi ténylegesen rendelkezésre álló MW biztosítható.

Magyarország jövőbeli lehetséges erőművi portfóliója – 2040

A 2024-ben aktualizált Nemzeti Energia és Klímaterv (NEKT) fontos előrelépés, de a dolgozat értékelése szerint nem ad teljes körű magyar nemzeti energiastратégiái képet. Szemlélete aránytalanul villamosenergia-központú, miközben az energiaszisztem a primerenergiát, a földgázt, a kőolajat, a hőt és a közlekedést is magában foglalja. A villamosítás nem maga az energiaszategia, hanem annak egyik eszköze.

A dolgozat álláspontja szerint Magyarországnak nem nemzeti érdeke az EU-s

dekarbonizációs program szolgálai végrehajtása. Az uniós célokat a magyar nemzeti érdek, az ellátásbiztonság, a versenyképesség és a gazdasági racionalitás alapján kell értékelni.

A 2040-re bemutatott portfólió szerzői munkahipotézis, nem hivatalos előrejelzés. Kiindulópontja 70 TWh villamosenergia-fogyasztás, 11 GW maximális rendszerterhelés és mintegy 10%, azaz 7 TWh nettó import. Így a hazai erőműveknek mintegy 63 TWh villamos energiát kell előállítaniuk.

1. táblázat

A portfólióban a nukleáris energia a rendszer stabilitásának alapja. Paks I és Paks II együtt mintegy 4,3 GW kapacitást és több mint 31 TWh éves termelést adna. A 82,5%-os kapacitástényező (CF) a nap- és szélerőművek kiszorító hatása miatt óvatossabb feltételezés.

A 2 GW lignit nem folyamatosan kihasznált alaperőműként, hanem stratégiai hazai kapacitásként jelenik meg. A mindössze 1,91 TWh éves termelés azt jelenti, hogy a kapacitás értéke elsősorban a kritikus helyzetekben jelentkezik. Ez a megközelítés nem a lignit korlátlan hasznosítását, hanem stratégiai tartalékként való megőrzését jelenti. A költséges CO2 kvóta miatt „ennyi jut neki”

A 4,5 GW CCGT szabályozható normál üzemi kapacitás, miközben csak 10%-os éves kihasználással termel (exportot nem

beszámítva). Az 1,2 GW OCGT ettől eltérően gyors tartalék, és nem része a normál 11 GW-os üzemi teljesítménymérlegnek. A két technológia szétválasztása fontos, mert az OCGT-t nem célszerű úgy kezelni, mintha folyamatos villamosenergia-termelésre szolgáló erőmű lenne.

A 12 GW nap- és 5 GW szélkapacitás jelentős éves energiatermelést ad, de a kritikus téli rendszerhelyzetben nem tekinthető garantált teljesítménynek. A meglévő mintegy 60 MW vízenergia fenntartásával számolunk; új jelentős vízerőművi kapacitást 2040-ig nem feltételezünk. A biomassza 500 MW kapacitással és 60%-os kihasználással mintegy 2,63 TWh termelést biztosít.

A tárolásban a munkahipotézis 600 MW/3,6 GWh SZET-t (szivattyús energia tározó) és 1000 MW/2 GWh akkumulátort feltételez. A két technológia nem ugyanazt a rendszerfunkciót tölti be. Az akkumulátor elsősorban gyors, rövid idejű szabályozást és kiegyenlítést biztosít, míg a SZET nagyobb energiamennyiség többórás áthelyezésére alkalmas. A SZET nem egyszerűen „nagy akkumulátor”: többórás tárolásával a rendszer egyik fontos rugalmassági eszköze.

Az 1. táblázat szerinti normál üzemi, garantálható erőművi kapacitás:

1916 + 2400 + 2000 + 4500 + 500 + 60 = 11 376 MW. Ez a feltételezett 11 000

10 pontos üzenet

1. Az energiasztratégia nem önálló cél: a gazdaságstratégiaiból következik, fölülte pedig a nemzetstratégia áll.
2. Az energiaszektorok (földgáz, villamosenergia, távhő) stratégiai fölött egyetlen, egységes és hosszú távú Nemzeti Energiasztratégiaának kell állnia.
3. A széttagolt, szektorális szabályozás helyett egységes Energiatörvényre van szükség.
4. A primerenergia-biztonság érdekében ne mondjunk le saját földtani készleteink ésszerű és stratégiai hasznosításáról. Az EU dekarbonizációs kényszerének feloldása politikai feladat.
5. Ne technológiát válasszunk - rendszert tervezünk: erőműveket, hálózatokat, tárolást és rendszerirányítást együtt.
6. A stratégiai döntések legyenek megalapozottak: előbb forgatókönyvek, rendszerszintű elemzések és megvalósíthatósági vizsgálatok, azután döntés.
7. A sok beépített GW nem jelent sok garantált MW-ot: az ellátásbiztonságot a kritikus órákban rendelkezésre álló teljesítmény dönti el.
8. Az olcsó megújuló MWh nem feltétlenül jelent olcsó energiarendszert: a tartalék, a szabályozás, a tárolás és a hálózat költsége is a mérleg része.
9. Vízbiztonság nélkül nincs energiabiztonság: a vízkészlet, a hűtővíz, a vízviszartartás és a vízenergia stratégiai kérdés.
10. A szuverenitás végső mércéje: mennyi hazai, ténylegesen aktiválható MW áll rendelkezésre a kritikus órákban? 2040-re nem egyszerűen több kapacitást, hanem működőképes, diverzifikált és válságálló energiarendszert kell építeni.

MW maximális rendszerterhelés fölött 376 MW normál üzemi tartalékot jelent. Az OCGT ezen felül gyors tartalékként áll rendelkezésre.

Paks II esetében különösen fontos az N-1 elv. Egy 1200 MW-os blokk kiesése nem tekinthető elméleti, figyelmen kívül hagyható eseménynek: olyan rendszerállapot, amelyre a portfóliónak előre fel kell készülnie. Ezért nem elegendő a két új blokk éves termelését figyelembe venni; a kieséssel eredő teljesítményhiány kezelésének módját is be kell építeni az erőművi stratégiába. Ebben az OCGT, a SZET és az akkumulátoros tárolás eltérő időtávú és eltérő műszaki funkciójú tartalékot jelenthet.

A portfólió egyik legfontosabb tanulsága a MW-MWh összefüggés. A rendszer költsége nem mérhető kizárólag az előállított MWh árával. A rendszernek akkor is fenn kell tartania a szükséges MW-kapacitást, ha az adott erőmű évente kevés órát üzemel. A nap- és szélerőművek növelése csökkentheti a szabályozható erőművek éves kihasználását, de nem szünteti meg a garantált MW-igényt.

Ez különösen a CCGT esetében fontos. A modellben 4,5 GW CCGT-kapacitás mindössze 3,42 TWh éves termeléssel szerepel. Az erőmű azonban a rendszer szempontjából nem a 3,42 TWh miatt szükséges, hanem azért, mert a kritikus időszakokban rendelkezésre kell állnia. Az alacsony kihasználás tehát nem feltétlenül a beruházás fölöslegességét, hanem az időjárásfüggő termelés által létrehozott sajátos rendszerköltséget jelzi.

”A 2040-es portfólió nem végleges terv, hanem ellenőrizendő rendszerhipotézis.

A tényleges rendszerköltség ezért a termelőkapacitások, tartalékok, tárolók, hálózatok és rugalmassági szolgáltatások együttes költsége. Ez az egyik legfontosabb szempont, amelyet a megújuló kapacitások bővítésének gazdasági értékelésénél figyelembe kell venni. A megváltozott rendszer jellemzője, hogy az EUR/MWh-ban kifejezett fajlagos összköltségben – a megújulóknak miatt – a változó komponens csökken, de az állandó költség jelentősen megnő.

A 2040-es portfólió nem végleges terv, hanem ellenőrizendő rendszerhipotézis. A további vizsgálatoknak nem azt kell bizonyítaniuk, hogy az egyes technológiák önmagukban működőképesek, hanem azt, hogy együtt képesek-e Magyarországot a legkedvezőtlenebb rendszerhelyzetekben is biztonságosan ellátni. Hogy versenyképesek lesznek-e. Ez választja el a technológiai programot a valódi energiasztratégiától.

A portfólió véglegesítése előtt teljes éves óras rendszer-szimulációra, kritikus hideg-sötét-szélcsendes helyzetek, forró-aszályos időszakok, N-1 kiesések, a CCGT-OCGT-SZET-akkumulátor optimális kombinációja, a hálózatfejlesztés, a primerenergia-biztonság és a víz-/hűtővíz-biztonság vizsgálatára van szükség.

A fejezet alapállítása: 2040-ben Magyarország villamosenergia-szuverenitásának mércéje nem a beépített kapacitás nagysága, hanem a kritikus helyzetekben ténylegesen rendelkezésre álló hazai MW. A 70 TWh igény mellett legalább 11 GW garantált normál üzemi teljesítményt, megfelelő tartalékot és rugalmasságot, valamint mintegy 90%-os hazai ellátást kell biztosítani.

A 29,6 GW-os beépített kapacitás szerzői munkahipotézis, csak akkor fogadható el, ha a 11 GW-os csúcs, Paks II. egy 1200 MW-os blokkjának kiesése, az időjárásfüggő termelés visszaesése és a rendszerbiztonsági tartalékok együttesen kezelhetők.

A végleges döntés előtt ezért rendszerszintű műszaki-gazdasági elemzés és megvalósíthatósági tanulmány szükséges.

Összegző üzenetek

Írásunk célja az energetika területén a rendszerszintű megközelítés egy lehetséges módszertanának a bemutatása. A stratégiaalkotáshoz javasolja a nemzetstratégia – gazdaságstratégia – energiasztratégia egymásra épülő hierarchiáját megvalósítani.

A megvalósításhoz háromszakaszos eljárást irányoz elő: a nemzeti érdekek („gyökér”), a szakmai kimunkálás, majd stratégiaalkotás („törzs”) és a jogalkotás („korona”) szakaszát.

A jövőbeli (2040) villamosenergia-rendszer erőművi portfóliójának távoli kontúrjait példaként, vitára szánva, szerzői hipotézis alapján mutatja be (11 GW csúcsigény/29,6 GW beépített kapacitás és 70 TWh/év fogyasztás).

Megjegyzés:

A szerző a cikk elkészítésénél OpenAI ChatGPT-t alkalmazott szövegszerkesztési, rendszerezési és szakmai konzultációs segédeszközként.

A szakmai tartalomért a szerző felel. A tanulmány eredeti, terjedelmesebb alapváltozatát véleményezte: Láng Sándor okl. gépészmérnök.

IRODALOM

1, 2 Lévai Energia Akadémia Energiasztratégiai Vitafórumának anyagai. Budapest, 2025, <http://energiaakademia.lapunk.hu/publikacik-1191745>

3 Dr. Korényi Z., Dr. Petz E., Láng S., Tompa F.: Hozzászólás Magyarországi Helyreállítási és Ellenállóképességi Tervében (HET) szereplő energetikai tárgyú törvények 2026. évi módosításához. Budapest, Gazdasági és Energetikai Minisztérium (GEM). Budapest, 2026.

Szakértőt keresünk – megfelelő válasszal

Dubniczky Miklós

„Elkezdődik a fenékküszöb megépítése. Nem ígérem a nézőinknek, hogy a legpontosabb műszaki magyarázatot kapják majd a három bölcsész vendégemtől...”

Roppant érdekes, amikor fajsúlyos műszaki kérdésekről hosszan beszélgetnek a médiában úgy, hogy a résztvevők között egyetlen műszaki szakember sincs. A minap az egyik ismert közéleti podcast műsorban három, hangsúlyozottan bölcsész végzettségű újságíró beszélgetett vízgazdálkodási kérdésekről, illetve az épülő paksi fenékküszöbről. Természetesen beszélgethetnek róla a nyilvánosság előtt. Újságíróként magam is számtalan olyan témával foglalkoztam már, amelyhez nincs szakirányú diplomám. Ez a szakmánk része. Megpróbáljuk megérteni a világot, kérdezzük, utánajárunk, ellenőrizzük, és lehetőség szerint megkeressük azokat, akik valóban értenek ahhoz, amiről tájékoztatni próbálunk.

A paksi fenékküszöb történetesen mérnöki létesítmény. Vízépítés, hidraulika, folyószabályozás, energetika, hajózás, környezetvédelem... Csupa olyan szakterület, amely mögött egyetemi képzés, mérnöki tudás és tapasztalat áll. Talán akadna egy mérnök, akit meg lehetne kérdezni. Persze ez sem mindig veszélytelen.

Pár napja az egyik jobb napokat megélt, hetilappá zsugorodott napilap újságírója kereste meg a Magyar Mérnöki Kamarát. Arra volt kíváncsi, szakmailag vajon megállja-e a helyét a miniszterelnök kijelentése, hogy a paksi fenékküszöb megépítése az elmúlt harminc év legnagyobb vízügyi mérnöki beavatkozása. Jó kérdés. A kamara elnöke válaszolt is rá. Azt mondta: igen. Hozzátette ugyanakkor, hogy a kijelentés különösen abban az összefüggésben érvényes, hogy gyakorlatilag nulla előkészítettség mellett kellett olyan mérnöki erőforrásokat mozgósítani, amelyekkel ez a beavatkozás egyáltalán létrejöhetett. Vagyis nem bólintott, hanem mérlegelt. Kontextust adott, feltevést fűzött hozzá – pontosan azt tette, amit egy szakértőtől várni lehet.

Ezek után érdeklődtünk az újságírónál, hogy megjelenés előtt visszamutatásra megküldi-e a kész anyagot, ám kiderült, nincs is mit visszaolvasni. A cikk nem készül el. Miért? Mert az MMK építőmérnök végzettségű elnöke megerősítette a kormányfő állítását. Így a történet már nem volt érdekes.

Ez a hazai sajtó működésének egy egészen figyelemre méltó pillanata. Megkérdezzük egy szakembert, hogy igaz-e valami. Ő azt mondja, bizony igaz. És akkor arra jutunk, hogy inkább hagyjuk az egészet? Felmerül a kérdés: tulajdonképpen mire kell nekünk a szakértő? Arra, hogy elmondja, amit szakmai felkészültsége és tapasztalata alapján gondol? Vagy arra, hogy hitelesítse azt, amit mi már előre elgondolunk? Az első esetben a szakértő válasza információ. A másodikban csak kellék. És ha ez a kellék nem működik megfelelően, visszavisszük a raktárba...

A jelenség persze jócskán túlmutat egy fenékküszöbön. Műszaki, mérnöki kérdésekről naponta születnek határozott állítások a nyilvánosságban. Sajnos egyre gyakrabban úgy, hogy egy-egy szakmai kérdésből politikai kérdés lesz, majd állásfoglalás. És ezen a ponton a mérnök már kifejezetten zavaró szereplő. Mert ő számol és mér. Adatokat kér és összefüggésekről beszél. Feltételeket és következményeket említ. Ráadásul megesis, hogy olyasmit mond, ami nem fér bele a műsor vagy rovat előre kialakított dramaturgiájába, a készülő cikk (pre)konceptiójába. Pedig az újságírás egyik legelemibb szabálya valaha éppen az volt, hogy kíváncsiak vagyunk arra is, ami nem igazolja az előzetes feltételezésünket. Sőt. Leginkább arra kellene kíváncsinak lennünk.

Lehet vitatkozni arról, szükség van-e fenékküszöbre. Lehet kérdezni a költségeiről, a környezeti következményeiről, a műszaki megoldásokról, kockázatokról és alternatívákról. Lehet támogatni és lehet ellenezni. Mindez a nyilvánosság természetes működéséhez tartozik. Egy dolgot azonban nehéz megmagyarázni: egy műszaki kérdés megértéséhez miért éppen a műszaki tudásra van a legkevésbé szükség?

Pedig a szakértőket továbbra is érdemes megkérdezni. Legfeljebb előtte érdemes tisztázni velük, hogy mit kell válaszolniuk.

mérnök újság

| A MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA LAPJA |

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

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



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

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

■ *Létfontosságú változás a XXI. századi mérnöki szemléletben*

Exergia

Az exergiaszemléletet ma már nemcsak hőerőgépek és ipari berendezések veszteségeinek elemzésére alkalmazzák, hanem épület-energetikai rendszerek, villamosenergia-hálózatok, hőszivattyúk, hidrogén-technológiák, körforgásos gazdasági modellek, életciklus-elemzések és nemzeti erőforrás-hatékonysági vizsgálatok értékelésére is.



Dr. Bezegh
András

Az energia nem minden jellemzője marad meg

A legfontosabb, egyre nagyobb aggodalmat keltő környezeti problémák, mint például a globális felmelegedés vagy az erőforrások elapadása, szorosan kapcsolódnak az energia világszerte növekvő és egyre kiterjedtebb használatához. Ezáltal minden energiatakarékosági intézkedés és energiahatékonyság-fokozás jelentősége növekedett. Az energiahatékonyság növelésére eddig is jelentős erőket mozgósítottak és napirenden van a különböző energiaforrások összehasonlítása. A ma-napság szokásos elemzési módszerek többnyire nem tesznek különbséget az energiaáramok minőségében, hanem olyan statisztikai és politikai alkukból származó adatokon nyugszanak, amelyek nélkülözik a tudományos, nevezetesen termodinamikai alapokat.



A termodinamika az energia különböző formáinak átalakulását és az ezekkel járó törvényszerűségeket vizsgálja. A termodinamika első főtétele szerint az energia megmarad. A második főtétel azonban rámutat arra, hogy a munkavégző képesség nem marad meg. A modern mérnöki gondolkodás számára ez a felismerés legalább olyan jelentős, mint maga az energiamegmaradás törvénye.

Az exergia kifejezést pontosan 70 évvel ezelőtt, 1956-ban alkotta meg Zoran Rant szlovén gépészmérnök és tudós. A Forschung im Ingenieurwesen folyóiratban megjelent, mérföldkőnek számító cikké-

ben¹ használta először, hogy egyértelműen meghatározza az energiának azt a részét, amely teljes egészében hasznos mechanikai munkává alakítható. Rant munkája segített formalizálni az energiaátalakító rendszerekben az energia működésének egy közelítő, szemléletes felosztását: energia = exergia + anergia.

Felosztásában az exergia az energia kiváló minőségű és átalakítható része (pl. elektromosság, mechanikai munka vagy magas hőmérsékletű gőz), míg az anergia

¹ Rant, Z. (1956). Exergie, ein neues Wort für "technische Arbeitsfähigkeit". Forsch. Ing.-Wes. 22, S. 36/37

az energia alacsony minőségű, rendezetlen része, amely az adott környezeti feltételek mellett nem alakítható hasznos munkává (pl. a légkörben szétszóródó hűladékhő). Fontos megjegyezni, hogy az exergia mindig egy meghatározott környezeti referenciaállapothoz viszonyított mennyiség.

Exergiapróbálkozások

Több mint egy évtizede Magyarországon „Az exergiaszemlélet hazai elterjedésének gátjai” címmel² dr. Szondi Egon János – Groniewsky Axel nem sokkal korábban megjelent kiváló cikksorozatától³ indítva – elemezte, hogy az exergia szó miként vált inkább megvetett varázsigévé ahelyett, hogy ez a fogalom a tudományosan megalapozott mérnöki döntéseket segítette volna.

Ugyanebben az időben Európában *In a Resource constrained World: Think Exergy, Not Energy* (Az erőforrás-korlátozott világ-

ban az exergiára gondolj, ne az energiára) címen jelent meg a Science Europe kiadványa.⁴ Ez a kiadó a jelentős európai kutatásfinanszírozó és kutatást végző szervezetek szövetsége.

Az exergia fogalmának legelhivatottabb hazai képviselője, Martinás Katalin több olyan alapvető gondolatot dolgozott ki a termodinamika területén, amelyek az exergia mélyebb fizikai értelmezéséhez fontosak. Rávilágít arra, hogy az exergia fogalma akkor érthető meg igazán, ha felismerik, hogy minden természetes folyamat mögött a termodinamikai egyensúly felé való közeledés áll, és hogy minden irreverzibilis folyamat egyben a hasznos munkavégzési lehetőség csökkenését is jelenti. Ebben a szemléleti keretben munkássága értékes elméleti háttérrel nyújt az exergia mérnöki alkalmazásainak mélyebb megértéséhez. Gondolkodásában azonban az exergia nem önálló mérnöki mutatóként jelenik meg, hanem a természetes folyamatok egyensúly felé tartó

irányának termodinamikai következményeként.

Martinás mellett több nagytudású hazai kutató, oktató, tudós próbálkozott az exergia koncepciójának alkalmazásával-népszerűsítésével. Ennek ellenére az exergia máig a periférián maradt.

Miért fontos az exergia?

A modern társadalom fejlődése szorosan összefonódik az energia egyre hatékonyabb felhasználásával. A gőzgépek, a villamos energia, a belső égésű motorok, a nukleáris energia vagy napjaink digitális technológiái mind ugyanarra az alapvető célra irányulnak: minél nagyobb hasznos teljesítményt előállítani a rendelkezésre álló természeti erőforrásokból.

A mérnöki gondolkodás sokáig elsősorban az energia mennyiségére összpontosított. Az energiamérlegek, a hatásfokszámítások és a nemzeti energiastatisztikák mind azt vizsgálják, hogy mennyi energia lép be egy rendszerbe, és mennyi távozik onnan. Ez a szemlélet nélkülözhetetlen, de nem elegendő. A már említett első főté-

² Energiagazdálkodás 56(2015)1-2

³ Energiagazdálkodás 55(2014)3, 55(2014)4, 55(2014)5

⁴ www.scienceeurope.org/media/0vxhcyhu/se_exergy_brochure.pdf

NEM CSAK ÚJ VERZIÓ

ÚJ AXISVM

Gyorsabb működés • Új tervezési eljárások • AI lehetőségek • Megújult külső



Gyorsabb működés

Megújult megoldó-algoritmusok és optimalizálások a program számos területén.



Új tervezési eljárások

Szelemenpanel-varázsló, nyírási mező figyelembe vétele és hidegen alakított vékonyfalú acélszervélyek tervezése.



AI lehetőségek

Több szintű mesterséges intelligencia támogatás.



Megújult külső

AXISVM Launcher, világos és sötét témák, frissített kezelőfelület.



AXISVM 27

Megjelenik októberben

Új lehetőségek a mérnöki tervezésben.

tel ugyanis csak azt mondja meg, hogy az energia megmarad. Nem ad választ arra a kérdésre, hogy mennyire használható. Ezt a hiányt tölti ki a második főtétel, amely rámutat arra, hogy minden valós energiaátalakítás során csökken a tényleges munkavégző képesség. A mérnökök számára éppen ez a döntő kérdés: nem csupán az, hogy mennyi energia áll rendelkezésre, hanem az is, hogy abból mennyi alakítható hasznos munkává.

Ennek a munkavégző képességnek a mérőszáma az exergia.

Energia és exergia

Az energia és az exergia közötti különbség első látásra csekélynek tűnhet, valójában azonban alapvető jelentőségű. Az energia mennyisége minden folyamatban megmarad. Ha egy kilogramm forró víz lehűl a környezeti hőmérsékletre, az általa leadott hő nemvész el, csak átkerül a környezetbe – a teljes energiamérleg (víz és környezet együtt) változatlan marad. A lehűlt vízből azonban már nem nyerhető ki számottevő mechanikai munka. Az energia tehát megmaradt, de munkavégző képessége nagyrészt elveszett. Az exergia éppen ezt a különbséget méri.

Ezért az exergia nem az energia helyett használatos fogalom, hanem annak minőségi jellemzője. Segítségével számszerűsíthető, hogy egy energia- vagy anyagáram mekkora hasznos munkát képes szolgáltatni egy adott környezeti referenciaállapothoz viszonyítva. A mérnöki tervezés során szinte minden döntés energiaátalakítással kapcsolatos. A mérnöki gyakorlatban ezek a különbségek nap mint nap tervezési döntésekben jelennek meg. Milyen tüzelőanyagot válasszunk? Milyen hőmérsékleten működjön egy technológia? Érdemes-e hulladékhőt hasznosítani? Mikor célszerű villamos energiát alkalmazni, és mikor elegendő az alacsony hőmérsékletű hő?

Ezekre a kérdésekre az energiamérleg önmagában nem ad kielégítő választ. Az exergiaelemzés viszont feltárja, hogy a rendszer mely pontjain keletkeznek a legnagyobb irreverzibilitások, és hol érdemes a fejlesztési erőforrásokat összpontosítani.

Tervezési szemlélet

Az exergiamegközelítés ezért nem pusztán számítási módszer, hanem tervezési szemlélet. A gyakorlati energetikában gyakran

”Az exergiaszemlélet beépítése azt eredményezné, hogy az energia minősége jobban illeszkedne a felhasználási célokhoz.

előfordul, hogy kiváló minőségű energiát használunk alacsony exergiaigényű feladatokra. Jó példa erre a villamos energia közvetlen alkalmazása épületfűtésre vagy használati meleg víz előállítására. Ezek a megoldások egyszerűek lehetnek, de exergiaszempontból kedvezőtlenek, mert nagy munkavégző képességű energiát használunk fel olyan célra, amelyhez alacsony hőmérsékletű hő is elegendő lenne. Az exergiaelemzés segít felismerni ezeket a rejtett veszteségeket. Egyik legfontosabb eredménye, hogy nem csupán a veszteségek nagyságát mutatja meg, hanem azok helyét és okát is.

A hazai távhőrendszerek jelentős része még ma is 70–90 °C-os előremenő víz-hőmérséklettel működik, miközben az új épületek padló- és falfűtési rendszerei gyakran már 30–40 °C-os fűtővizet igényelnek. Ez jól mutatja, hogy a hőellátó és a hőfelhasználó rendszer exergiaszintje nincs mindig összhangban. Az alacsony hőmérsékletű távhő, a hőszivattyúk és a hulladékhő hasznosítása éppen ennek az eltérésnek a csökkentésére kínál megoldást.

A tudatlanság ára

Az információs közgazdaságtanban (melyet különösen George Akerlof, Michael Spence és Joseph Stiglitz fejlesztett ki⁵) a tudáshiány mérhető veszteségekhez vezet, például rossz autó megvétele a minőség ismerete nélkül, rossz befektetés a pénzügyi tudás hiányában, vagy nem hatékony politikák a hiányzó ismeretek miatt. Ahogyan a közgazdaságtanban az információhiány rossz piaci döntésekhez vezet, ugyanúgy a mérnöki gyakorlatban az exergia ismeretének hiánya rossz termodinamikai döntésekhez vezet. A különbség csupán az, hogy a piaci veszteséget pénzben, az exergiavesztést pedig először fizikai mennyiségben mérjük, amely azonban végül szintén pénzben, energiafelhasználásban és CO₂-kibocsátásban jelenik meg.

A magyar energiapolitika és klímastратегia értelmezésében az exergia fogalma első pillantásra elvont termodinamikai kategóriának tűnhet, valójában azonban – mint látható – nagyon is gyakorlati jelentőséggel bír. Összességében az exergia szerepe a magyar energia- és klímapolitikában úgy ragadható meg, mint egy hiányzó optimálási réteg. Az exergiaszemlélet beépítése azt eredményezné, hogy az energia minősége jobban illeszkedne a felhasználási célokhoz, ami csökkentené az energiafelhasználást, az ország energiafüggőségét, a beruházási igényeket és végső soron a klímacélok elérésének költségét is.

Az energiaátmenet következő évtizedében már nem az lesz a fő kérdés, hogy mennyi energiát termelünk, hanem az, hogy azt milyen minőségben és milyen célra használjuk fel. Ebben a szemléletváltásban az exergia ugyanazt a szerepet töltheti be, amelyet egy évszázaddal ezelőtt az energiahatékonyság fogalma játszott.

Mit növeljünk?

Az energiahatékonyság növelése továbbra is nélkülözhetetlen cél marad. A jövő mérnöki feladata azonban már nem csupán az lesz, hogy kevesebb energiát használjunk fel, hanem az is, hogy a megfelelő minőségű energiát a megfelelő célra alkalmazzuk. Ebben a szemléletváltásban az exergia nem az energia fogalmának helyébe lép, hanem annak természetes kiegészítőjévé válik. Ahogyan a XX. század mérnökei megtanultak energiában gondolkodni, úgy a XXI. század sikeres mérnökei egyre inkább exergiában is fognak gondolkodni. Láthatjuk, az energia önmagában még nem mutatja meg, hogyan gazdálkodunk a természeti erőforrásainkkal. Az exergia viszont igen. Ezért ideje a mérnöki gondolkodásban is áttérni az „energia-központú”-ról az „exergia-központú” szemléletre. Mert a fenntartható jövő szempontjából valóban: csak ex... Nem a szó hangzása miatt, hanem mert ez írja le legjobban azt, hogy a rendelkezésünkre álló erőforrásokból valójában mennyi értéket tudunk teremteni. ■

⁵ Szent-Iványi Balázs (2006), Joseph E. Stiglitz: Az információ és a közgazdaságtan paradigmaváltása. Köz-Gazdaság

Integrált mérnöki rendszerkoncepció

A jövő intelligens épület-energetikai rendszere

A korszerű épületek és létesítmények energiaellátásával kapcsolatban egyre összetettebb követelményekkel szembesülünk. Az energiahatékonyság mellett növekvő jelentősége van az energiafüggetlenségnek, az üzembiztonságnak, a helyben előállított megújuló energia minél nagyobb arányú hasznosításának, az energiatermelés, -tárolás és -felhasználás intelligens összehangolásának.



Vennes György
gépezsmérnök,
épületdiagnosztikai
szakértő

A megújuló energiák, energiatárolás, hidrogéntekológia és mesterséges intelligencia integrációjára épülő koncepcionális mérnöki tanulmányunkban bemutatott VIS (Vennes Integrated System) nem egy új energetikai technológia vagy önálló berendezés, hanem integrált mérnöki rendszer-

koncepció. Alapját már rendelkezésre álló technológiák – napelemes energiatermelés, akkumulátoros energiatárolás, elektrolízissel történő hidrogén-előállítás, hidrogéntárolás, üzemanyagcellás energiatermelés, vízkezelés és vízviszanyerés – összehangolt alkalmazása képezi. Ezek működését intelligens energiagazdálkodási rendszer, valamint mesterséges intelligenciával támogatott felügyeleti és optimalizálási funkciók kapcsolják össze. A koncepció lényege ezért nem az egyes technológiai elemek újdonságá-

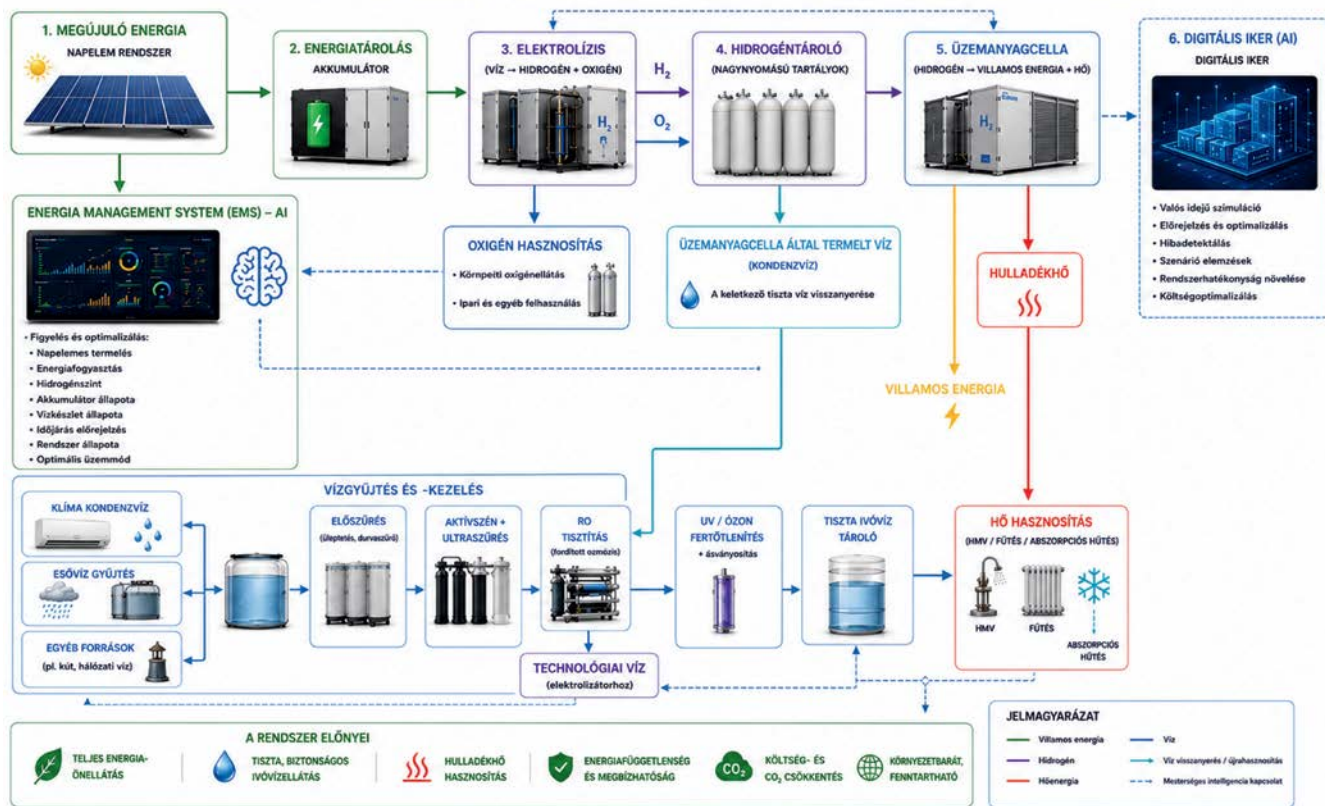
ban, hanem azok rendszerszintű integrációjában rejlik. A cél olyan épületenergetikai rendszer kialakításának vizsgálata, amely a pillanatnyi energiaigény, a megújulóenergia-termelés, az akkumulátorok töltöttségi állapota, a rendelkezésre álló hidrogénkészlet és egyéb üzemi paraméterek alapján képes optimalizálni az energiaáramlásokat.

A rendszer elsődleges energiaforrását a helyben előállított megújuló villamos energia biztosítja. A pillanatnyi fogyasztáson felüli energiatermelés rövid távon akkumulátoros energiatárolásra, hosszabb távon pedig hidrogén előállítására fordítható. Ha a megújulóenergia-termelés és az akkumulátoros tárolás már nem fedezi az aktuális energiaigényt, a tárolt hidrogén üzemanyagcellás energiatermeléssel kapcsolható vissza a rendszer energiaellátásába. Az üzemanyagcella működése során keletkező hő és víz megfelelő műszaki kialakítás esetén további épületenergetikai és technológiai folyamatokban hasznosítható.



INTEGRÁLT MEGÚJULÓENERGIA- ÉS HIDROGÉNALAPÚ ENERGIARENDSZER KONCEPCIÓJA

NAPELEM + KLÍMA KONDENZVÍZ + ESŐVÍZ + ÜZEMANYAGCELLA + VÍZÚJRAHASZNOSÍTÁS + DIGITÁLIS IKER (AI)



A vízkezelés és a vízviszanyerés a koncepció kiegészítő, ugyanakkor fontos eleme. Az épületben vagy annak környezetében rendelkezésre álló vízforrások – például a légtechnikai és hűtési rendszerek kondenzvize, az összegyűjtött csapadékvíz, illetve szükség esetén vezetékes víz – megfelelő kezelés után részben technológiai célokra is felhasználhatók. Ez különösen a hidrogén-előállítást is tartalmazó, nagyobb energiafüggetlenségre tervezett rendszereknél válhat jelentőssé.

A VIS koncepció célja nem egy kész, minden alkalmazási környezetre azonos módon telepíthető műszaki megoldás bemutatása, hanem egy modulárisan méretezhető és továbbfejleszthető épületenergetikai rendszerarchitektúra felvázolása. Megvalósítása az épületgépészet, az energetika, a villamosmérnöki tervezés, a hidrogéntekológia, a vízgazdálkodás, az automatizálás és az informatikai rendszerek együttműködését igényli.

A tanulmány célja egyúttal szakmai párbeszéd kezdeményezése arról, hogy a jelenleg többnyire különálló rendszerként

„Hosszabb távon egy modulárisan méretezhető rendszerarchitektúra kialakítása lehet a cél.

alkalmazott technológiák intelligens összekapcsolásával milyen új lehetőségek nyílhatnak az energiahatékony, üzembiztos és nagyobb fokú energiafüggetlenségre képes épületek és létesítmények fejlesztésében (fenti ábra).

A rendszer működési alapeve

A VIS rendszer elsődleges energiaforrása a napelemes energiatermelés. A megtermelt villamos energia elsőként az épület pillanatnyi fogyasztását fedezi, a többletenergia pedig akkumulátoros energiátárolásra, hidrogén előállítására vagy – amennyiben erre lehetőség van – hálózati visszatáplálásra fordítható.

Az energiaáramlásokat az EMS (Energy Management System) felügyeli és optimalizálja. A rendszer működése során többek között figyelembe veszi az aktuális és várható energiaigényt, a napelemes ter-

melést és az időjárási előrejelzéseket, az akkumulátorok töltöttségi állapotát, valamint a rendelkezésre álló hidrogén- és vízkészletet.

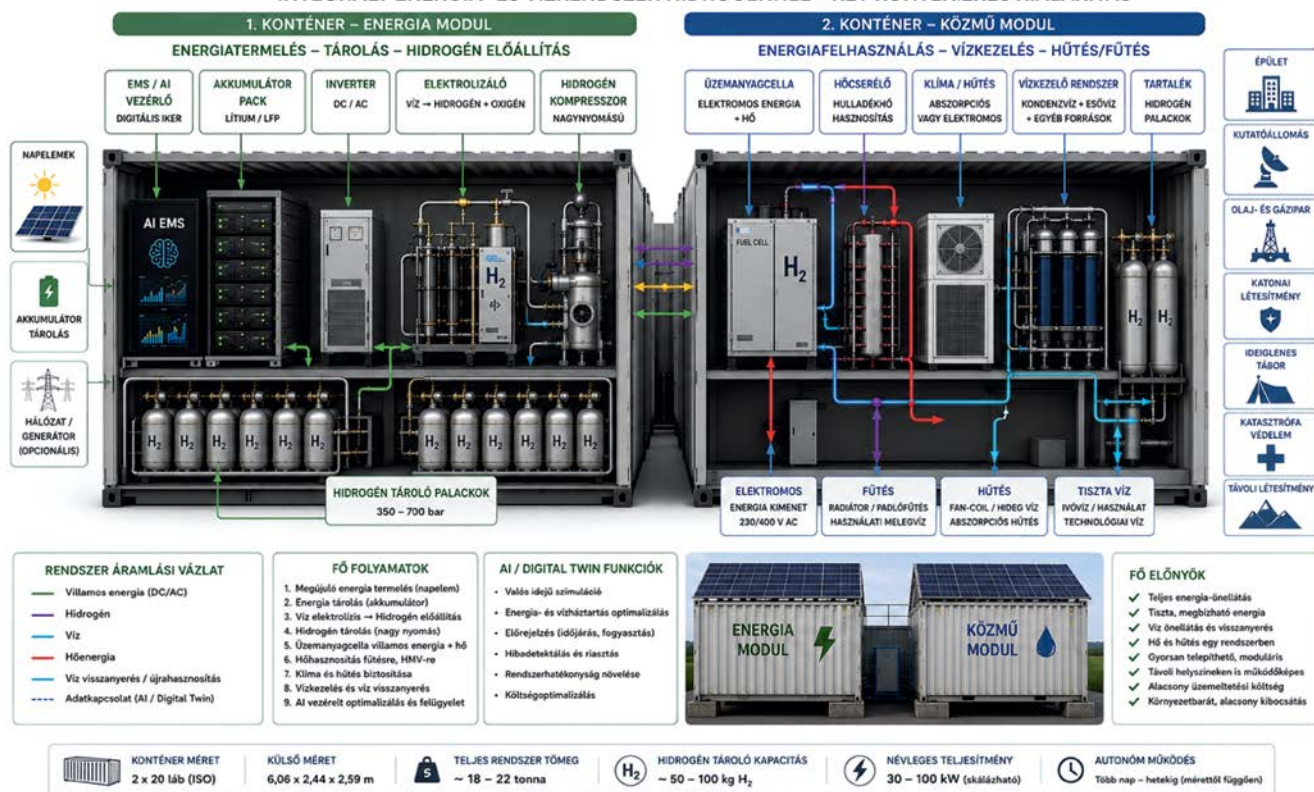
Hidrogén-, hő- és vízkörfolyamat

A napelemes rendszer többletenergiaja elektrolízissel hidrogén előállítására használható, amely megfelelő tárolást követően hosszabb távú energiátárolóként kapcsolódik a rendszerhez. Amikor a napelemes termelés és az akkumulátoros energiátárolás már nem fedezi az energiaigényt, a tárolt hidrogén üzemanyagcellában ismét villamos energiává alakítható.

Az üzemanyagcella működése során villamos energia mellett hő és víz is keletkezik. A hőenergia használati meleg víz készítésére, fűtési célokra vagy megfelelő rendszerkialakítás esetén abszorpció hűtés támogatására is felhasználha-

ÖNELLÁTÓ ÉPÜLET – MODULÁRIS, TELEPÍTHETŐ RENDSZER

INTEGRÁLT ENERGIA- ÉS VÍZRENDSZER HIDROGÉNNEL – KÉT KONTÉNIERES KIALAKÍTÁS



tó. A keletkező víz megfelelő kezelés után technológiai célokra, illetve az elektrolizáló vízellátásának részbeni támogatására használható fel. A rendszer vízigényét emellett a légtechnikai és hűtési rendszerek kondenzvize, valamint szükség esetén külső vízforrás is kiegészítheti.

Intelligens energiai irányítás és digitális iker

A VIS működését mesterséges intelligenciával támogatott digitális iker egészítheti ki, amely a rendszer valós idejű üzemi adatainak és előrejelzéseinek felhasználásával támogatja az EMS működését. Feladata lehet a napelemes termelés és az energiaigény előrejelzése, az energiatárolók és hidrogénkészlet optimális használatának támogatása, a vízigény becslése, valamint az üzemállapotok, meghibásodási kockázatok és karbantartási igények előzetes felismerése.

Moduláris, telepíthető rendszerkonceptió

A VIS egyik lehetséges továbbfejlesztési iránya a moduláris, konténeres kialakítás,

amely gyorsan telepíthető és az adott felhasználási környezethez méretezhető energiaellátó rendszer létrehozását teheti lehetővé. A koncepció szerint két szabványos konténerben elkülönítve helyezhetők el az energiatárolás, a hidrogén előállítás és tárolás, az üzemanyagcellás energiatermelés, valamint az AI-támogatott energiairányítás és a kapcsolódó épületgépészeti rendszerek fő elemei. A helyszínen telepített napelemes rendszerrel együtt így egy modulárisan bővíthető, integrált energiaellátó egység alakítható ki.

A rendszer teljesítménye és konfigurációja az adott létesítmény energiaigényéhez és helyi adottságaihoz igazítható. Megfelelő műszaki kialakítás mellett a villamosenergia-ellátáson túl a keletkező hőenergia hasznosítása, a hűtési igény támogatása és – megfelelő vízkezeléssel – egyes technológiai vízigények részbeni biztosítása is integrálható a rendszerbe (fenti ábra).

Jövőkép

A jövő épületenergetikai rendszereinek fejlődése várhatóan egyre inkább a különböző energiaforrások, energiatárolási

technológiák és épületgépészeti rendszerek intelligens együttműködése felé halad. A megújuló energiatermelés, az akkumulátoros és hidrogénalapú energiatárolás, a hő- és vízvisszanyerés, valamint a digitális energiai irányítás integrációja lehetőséget teremthet olyan létesítmények kialakítására, amelyek energiaellátása rugalmasabb, üzembiztosabb és kisebb mértékben függ külső energiaforrásoktól az eddigiéhez képest.

A VIS koncepció továbbfejlesztésének következő lépése az egyes technológiai elemek rendszerszintű modellezése, majd egy kisebb teljesítményű demonstrációs rendszer kialakítása lehet. Ez lehetőséget teremtene az energiaáramlások, az intelligens energiai irányítás, az energiatárolás és a hidrogéntekológia integrált működésének gyakorlati vizsgálatára.

Hosszabb távon egy modulárisan méretezhető rendszerarchitektúra kialakítása lehet a cél, amely az adott létesítmény energiaigényéhez és helyi adottságaihoz igazítható, és az épületektől az ipari létesítményekig különböző alkalmazási környezetekben továbbfejleszthető.

■ *Hogyan sétált bele Magyarország a saját közlekedési csapdájába?*

Dunai hidak – vitatható helyeken

Miközben a Duna déli szakaszán egymás után adják át az új hidakat, Budapest környékén néhány kritikus pontra préselődik az ország forgalma – az MO déli szektora a kapacitása fölött üzemel. A mohácsi híd körüli vita a finanszírozásról szól, pedig a lényegi kérdés inkább az, hogy képesek vagyunk-e végre országos hálózatban, egymásra épülő fejlesztésekben gondolkodni.



Molnár László Árpád
okl. építőmérnök,
közlekedés-
gazdasági mérnök

A Közlekedési és Beruházási Minisztérium Baross Gábor-tervét olvasva és a miniszter, Vitézy Dávid ambícióit ismerve a kormány szándékai a fő irányt tekintve jó sínen futnak a vasút fejlesztését és preferenciáit illetően – legyen szó személyszállításról vagy teherforgalomról, illetve arról, hogy a személy- és áruszállítás mind jelentősebb részét tereljük vasútra. A vasút jövőjét formáló tervekhez itt nincs mit hozzátenni – talán a fontossági sorrend és a javasolt fejlesztések forrásfüggő ütemezése maradt izgalmas kérdés. Nem lenne baj azonban, ha a vasúti törekvések mellett szó esne a közúti közlekedés vitás ügyeiről is – leginkább a hibák felismerése és elkerülése érdekében. Az elmúlt évtizedek autópálya-építési mámorában ugyanis a közúti szektorban is ott a „kínai vasút szindróma”. Ha nem is olyan látványosan, mint a Buda-



pest-Belgrád vasútvonal esetében, hanem inkább több, szétszórtan megvalósult vagy éppen elmaradt fejlesztésben tetten érhető – de mivel hálózatról van szó, mégis csak rendszerhibákat eredményezve.

1. rendszerhiba: Duna-hidak

A mohácsi Duna-híddal kapcsolatban hol a 94 milliárdos előlegről szól a vita – amelyből a kivitelező Duna Aszfalt augusztus közepén visszafizetett 59 milliárdot –, hol a viszbontott betonelemről. Az ország egyes térségeit összekötő Duna-hidak aránytalan elrendezéséből – pontosabban ennek az aránytalanságnak a hálózati hatásából – fakadó problémák azonban ennél jóval kevesebb figyelmet kapnak. A vita ma épp a keresztmetszetről szól: a kormány júniusi határozata azt vizsgálta meg, hogy a híd és a hídtól az 51-es főútig tartó szakaszt le-

het-e 2×1 forgalmi sávossá csökkenteni – a költségcsökkentési javaslatot augusztus végéig kell letenni az asztalra. A Duna-híd esetén viszont nem az a legnagyobb probléma, hogy keresztmetszete 2×2 sávossá, vagy éppen 2×1. Egy ilyen műtárgy száz évre épül, és ki tudja, hogy ez idő alatt milyen állapotokat, milyen feladatokat kell majd ellátnia; a költségei pedig a sávszám megkettőzésével bizonyosan nem duplázódnak. A valódi gond nem a sávszám, hanem a híd országos hálózatban betöltött helyzete – pontosabban a koncepciótlan illeszkedése.

A Dunaújváros és Mohács közötti 124 kilométeres Duna-szakaszon a korábban meglévő két híd (Dunaöldvár, Baja) mellé az ezredforduló óta három új átkelő épült: a szekszárdi Szent László híd, a dunaújvárosi Pentele híd, majd 2024-ben a Kalocsa és Paks közötti Tomori Pál híd.



És épül a negyedik is, Mohácsnál, 1447 folyamkilométernél. Így ezen a viszonylag laza urbánus térségen átfolyó, 124 folyamkilométeres déli szakaszon átlagosan mintegy 25 kilométerenként lesz lehetőség dunai átkelésre. Eközben a Pentele híd (1571 fkm) és a tőle északra fekvő következő átkelő, az M0 déli Duna-hídja (Deák Ferenc híd, 1633 fkm) között 62 kilométeren, egy jóval sűrűbb agglomerációs zónában nincs átkelési lehetőség a kompon kívül. Ahogyan Budapesttől északra, az M0 északi hídja (Megyeri híd) és Szob közötti 48 kilométeres agglomerációs zónában sincs híd a Dunán.

2. rendszerhiba: országos hálózati következmények

Hogy a Duna észak-déli, az országot kettévágó szakaszán 25 év alatt a déli, 124 kilométeres részen négy Duna-híd épült, a to-

vábbi 136 kilométeres északon (Budapestet is beleértve) pedig mindössze egyetlen, a Megyeri híd, az önmagában is aránytalan. A fő aránytalanság azonban a hálózati hatásokból ered. A déli szakaszon megépült négy új híd egyikéhez sem kapcsolódott országos jelentőségű közúthálózati fejlesztés, a korábban meglévők pedig csupán két számjegyű utak részei. Ezért a hat híd szerepe inkább csak regionális jelentőségű, amit a forgalmi adatok is tükröznek: az új hidak kapacitásuknak csupán a töredékét viszik. Hogy ez nem utólagos bölcsesség, arra jó példa a mohácsi híd tavaly nyilvánosságra került, 2015-ös megvalósíthatósági tanulmánya: ebben napi 604–616 egységjárművel számoltak az átkelőn, vagyis egy bekötőútnak megfelelő forgalommal. Az országos hálózatfejlesztési terveknek évtizedek óta része az M8 gyorsforgalmi út, amelyhez a

dunaújvárosi Pentele híd kapcsolódna, valamint az M9, amelynek a szekszárdi Szent László híd a része. Ám ezek a harántoló, a sugaras hálózatszerkezetet oldó gyorsforgalmi utak építési terv nélkül, inkább csak nyomvonal szinten léteznek. Az aránytalan hálózat és az ebből eredően kihasználatlan Duna-hidak eredménye, hogy a forgalom egyre nagyobb mértékben koncentrálódik a központi régióba. Az M1, az M3, az M5 és az M7 autópályák főváros közeli szakaszai zsúfoltak és forgalmi feszültségekkel telítettek, az M0 körgyűrű déli szektorában pedig ma már elviselhetetlenek a viszonyok.

3. rendszerhiba: az M0 autópályát túlterhelése

Az M0 körgyűrű déli szektora és Duna-hídja transzeurópai közlekedési folyosók találkozási helye, az Isztambulból Hamburg-

ba, a Nagyváradról Milánóba vagy éppen a Miskolcra Nagykanizsára haladó forgalom keresztezési pontja, hatalmas terhekkel és nagy dinamikákkal. Mindez egy olyan térségben, ahol délre, sűrű agglomerációs zónában 62 kilométeren át nincs híd, északra pedig a mintegy 400 ezer embert (Debrecen lakosságának kétszeresét) befogadó, 10 kilométeres Duna menti fővárosi térségben a Rákóczi hídig nincs átkelési lehetőség. Ezért a folyó két partja közötti tág térség lakosságának forgalma is a tranzittól amúgy is terhelt M0 autótut és Duna-híd-ját veszi igénybe.

Délen tehát van hat alacsony forgalmú híd, miközben az M0-nál eltérő igények, funkciók és dinamikák keveredésével egyetlen hidat találunk, elméletben nem is létező nagyságú forgalmi terheléssel. A hídépítés és a hálózatfejlesztés disszonanciájának sajnálatos következménye ez. És hogy mit mutatnak a számok? Az olvasó túróképességének határáig nézzünk néhány forgalmi adatot a Magyar Közút 2024. évi felvételeiből. Az M0 körgyűrű csepeli szakaszának 19+650-es szelvényében az átlagos napi forgalom (ÁNF) két irányban 140 339 egységjármű volt, a mértékadó óraforgalom (MOF) 13 004 egységjármű. Tíz évvel korábban, 2014-ben a napi forgalom még csak 98 504 egységjármű, a növekedés tehát drámai.

Ezeket vegyük csupán háttér-információnak, a lényeg a következő. A szóban forgó útszakasz elméleti, méretezés szerinti kapacitása 9600 egységjármű óránként, vagyis a valós forgalmi terhelés a kapacitás 135 százaléka (!), ami kiszámíthatatlan forgalmi helyzeteket teremt torlódásokkal, dugókkal, rendszeres balesetekkel és fővárosi következményekkel. Ugyanis a GPS, a Waze és a dugófigyelők „áldásos” hatása, hogy az M0 torlódásait kerülő forgalom rendszeresen ellepi a főváros amúgy is szűk útjait – és azokat a fővárosban belüli dunai átkelőket, amelyek száma az 1950 óta eltelt 76 évben mindössze eggyel, a Rákóczi híddal gyarapodott.

4. rendszerhiba: amit fejlesztünk, és amit nem

A fent sorolt feszültségek okán talán a laikus számára is logikusnak tűnhet a következő: országos hálózatfejlesztésekkel kellené kihasználni a déli hidak szabad kapacitásait, amivel az M0 terhelése is csökkenne. Valójában azonban mentesítő fejlesztés

nincs, cserébe 2×3 sávusra bővül az M1-es autópálya, hogy következményként, kapacitáskorlátain túllépve még nagyobb forgalommal terhelje a terhelhetetlen M0 déli szektort. Le kell szögezni, hogy az M1 forgalma is túllépte már az elvi kapacitáshatárait: a fővárosához közeli, 17+000-ás szelvényben mért 2024. évi átlagos napi forgalma 80 401 egységjármű volt, mértékadó óraforgalma 6995 egységjármű, ami a 6800-as kapacitás 103 százaléka. A bővítése tehát elvileg indokolt. De a 103 százaléknál mégsem 135 százaléknál – és az M1 bővítése az utóbbit terheli tovább. Ehelyett először a fejlesztési tervekben egyébként szereplő M200–M8 gyorsforgalmi útvonalnak kellett volna megépülnie a Komárom–Székesfehérvár–Kecskemét–(Szolnok) nyomvonalon, a Pentele hídon át összekapcsolva az M1-et, az M7-et, az M6-ot és az M5-öt, majd bekötve az M4-et is – levéve ezzel az M0-ról a tranzitforgalom döntő hányadát. Ezután, jóval kedvezőbb forgalmi körülmények között kerülhetett volna sor az M1 Komárom és Budapest közötti szakaszának bővítésére, ha ez akkor egyáltalán még indokolt lett volna. Az M200–M8 területfejlesztő hatása is jelentős: az ország közép-ső vonalában nyithat új gazdasági térséget, a változó ellátási láncoknak pedig új kapcsolati sávot. Forgalmi tehermentesítő hatására a tranzitforgalom részarányából következethetünk.

Könnyebben elérhető adatok a nehézgépjármű-forgalomból való részesedésére vannak: eszerint az M0 déli szektorában a tranzit részesedése a nehézgépjármű-forgalomból meghaladja a 80 százalékot. Mivel a déli szektorban minden hatodik jármű kamion, érzékelhető a tehermentesítő hatás a kamionforgalomban is – a nemzetközi, valamint az országon belüli személyforgalom jelentős részének átterheléséről már nem is beszélve.

Az M0 további, jövőbeni tehermentesítéséről fontos még megjegyezni, hogy az országos hálózatfejlesztési tervek tartalmazzák az M2 gyorsforgalmi út Börzsöny menti meghosszabbítását a szlovák határig, illetve az M10 megépítését a Pilis völgyében. Mindkét fejlesztés az M0-ba kötne be, és a fővárost is jelentős mértékben terhelné. Egy szűkebb szakmai csoport évtizedek óta szorgalmazza, hogy e két út tervezett szakasza ne gyorsforgalmi útként, a tranzitforgalomra épüljön ki, hanem településeket elkerülő főútként működjön. A tranzit- és teherforgalmi sze-

repet pedig vegye át a Zsámbéki-medence nyugati pereme mögött vezetett M100, amely északon Duna-híddal kapcsolódna a szlovák hálózathoz, délen az M6-ba kötne be – így az M0-tól függetlenül hozná létre a közép-európai észak-déli tengelyt.

A gyorsforgalmi út kontra kiemelt főút vita több évtizedes. Hogy a két kategóriának miért különböző a bekerülési költsége, az a szakmának magától értetődő: más a vonalvezetés, más a területigény, mások a műtárgyak – és ez akkor sem változik, ha egy kiemelt főút célszerűen szintén 2×2 forgalmi sáv. Az autópálya inkább a távolsági és extra nagy forgalmakat hivatott vezetni; a kiemelt főút sűrűbb kapcsolataival térségek, települések feltárásában játszhat kedvezőbb szerepet. Magyarországon az elmúlt évtizedekben – pályahosszban megelőzve Ausztriát – gőzerővel folytak az autópálya-építések. De indokolt-e ez ott is, ahol a forgalmi igény a kiépített kapacitás 16–18 százalékán mozog?

A hibák felszámolásának új feltételei

A közlekedési szektor hálózatfejlesztési, vonalvezetési és kiépítési döntéseinek előkészítésében, valamint a döntési realitások képviselésében a fejlesztői, tervezői helyzetbe kerülő „mérnök” és szervezeteinek felelőssége vitathatatlan. De nem egy személyben. Ökológiai, gazdasági és társadalmi környezetünk változásai ritkán tapasztalható intenzitással zajlanak, és ebben a változásban egy-egy közlekedésfejlesztés hatásai éppúgy lehetnek építő, mint romboló. Változnak az emberek mobilitási céljai és utazási szokásai. A gazdaságban az értékláncok prioritásai, a logisztikai szolgáltatások megfontolásai ma mások, mint tegnap voltak – természeti környezetünk túróképességének végességét pedig mindannyian, nap mint nap tapasztaljuk. A „mérnök” felelőssége ezért e hatásmechanizmusok egészének számbavétele. Felelőssége, hogy a feladatához tartozó fejlesztésről, projektről szóló döntést a társzakkamák széles körével – közigazgatással, gazdasági szakemberrel, szociológussal, ökológussal, urbanistával – együttműködve készítse elő, kötelezően előírt sémák teljesítése helyett a legszélesebb körű, valós hatáselemzésekre támaszkodva. ■

Molnár László Árpád cikke a 444.hu tudományos hírportálján, a Qubiten is megjelent.

■ Közlekedési problémáink kulcsa

A területhasználat és a közlekedés kölcsönhatása



„Mítoszok és valós feszültségek a hazai közlekedésben” c. írásában Molnár László Árpád pontos és fontos megfigyeléseket tesz a budapesti és a hazai közlekedés feszültségeiről. A cikk első felében a közlekedés társadalmi beágyazottságáról és fenntarthatóságáról is írt, majd a második részben Budapest konkrét problémáira fókuszált. A torlódások, a közlekedési módok közötti konfliktusok, a parkolási nehézségek valós, mérnöki értelemben dokumentálható problémák. Ebben az értelemben a cikk hasznos szolgálatot tesz: nevén nevezi azokat a jelenségeket, amelyekkel nap mint nap szembesülünk a magyar úthálózaton. A diagnózis azonban hiányos – válaszcikkünkben ennek kiegészítésére vállalkozunk.

Biczók Péter közlekedéstervező mérnök, a Város és Mobilitás Intézet társalapítója

Az idézett cikk a tüneteket írja le – a torlódást, a sávszűkítés okozta kapacitáscsökkenést, a közösségi közlekedés hiányát –,

de nem teszi fel a döntő kérdést: miért növekszik az autóforgalom? Miért generál a magyar településszerkezet egyre több és egyre hosszabb gépjárműutat? Amíg ezt a kérdést nem válaszoljuk meg, addig bármilyen infrastrukturális beavatkozás – legyen az sávbővítés vagy sávszűkítés – csupán tü-

netkezelés marad. A megoldáshoz rendszerszemlélet szükséges.

A közlekedés társadalmi szerepe

Molnár László Árpád cikkének első része a digitalizáció és a fizikai közlekedés dilem-

májával foglalkozik, kiemelve David-Barrett Tamás figyelmeztetését a magányossággal kapcsolatban. Ezt továbbgondolva Kurt Vonnegut amerikai író anekdotája tökéletesen illusztrálja, miért nem helyettesíthető a fizikai mobilitás:

„Egyszer mondtam a feleségemnek, hogy kimegyek venni egy borítékot. »Ő – mondta –, miért nem rendelsz online száz borítékot, és beteszed a szekrénybe a maradékot?« És én úgy tettem, mintha nem hallanám. És kimentem venni egy borítékot, mert pokoli jól érzem magam egy boríték megvásárlásának folyamata közben. Sok emberrel találkozom. Látok néhány gyönyörű babát. És elmegy egy tűzoltóautó mellettem. És felemelem a hüvelykujjamat. És megkérdem egy nőtől, milyen fajta kutyája az. És... nem is tudom. A történet tanulsága: azért vagyunk itt a Földön, hogy kicsit bohóckodjunk. Persze a számítógépek kirekesztenek minket ebből. De amit a számítógépes emberek nem vesznek észre vagy nem érdekli őket, az az, hogy táncoló állatok vagyunk. Van, amikor kényszerből közlekedünk, de szeretünk mozogni. És a közlekedés az lehetőség is erre a táncra, amit nem kell minden esetben csökkenteni.”

Ez az anekdota rávilágít: a közlekedés nem pusztán A pontból B pontba jutás, hanem társadalmi interakció, élmény, emberi kapcsolat, illetve lehetőség. A Molnár által idézett David-Barrett kutatás is ezt erősíti meg: a digitalizáció elidegenít, a fizikai jelenlét összeköt.

De itt nem áll meg a kérdés: milyen közlekedést akarunk? Molnár cikkében felsorolt problémák (túlfogyasztás, energiafálás, területfoglalás) valóságok, de a válasz nem a közlekedés visszaszorítása, hanem a HELYES közlekedési rendszer kialakítása.

Hamis dilemma: digitalizáció VAGY közlekedés?

A Molnár első cikkében felvetett kérdés – „kiválthatják-e az infotechnológiák a fizikai helyváltoztatást?” – hamis dilemma. A valóság nem vagy-vagy, hanem mind-mind: Egyes tevékenységek (adminisztráció, rutinmunka) valóban áttelelhetők az online térbe. Más tevékenységek (fizikai találkozás, oktatás, egészségügy, szolgáltatások) nem helyettesíthetők. A kérdés nem az, hogy kevesebb legyen-e a közlekedés, hanem hogy milyen legyen. Molnár helyesen mutat rá az e-autók technológiai csapdájára (akkumulátorgyártás, energiaigény, szén-

lábnyom), de a következtetés nem az lehet, hogy „nincs megoldás”. A megoldás a rendszerváltás: az autóközpontú modellről a közösségi közlekedés + aktív mobilitás (kerékpár, gyaloglás) rendszerére kell áttérni.

A hiányzó láncszem: a terület-használat és a közlekedés kölcsönhatása (LUT)

Molnár László Árpád helyesen azonosítja a problémát, amikor azt írja: „Az autóforgalmat nem az autós infrastruktúra gerjeszti, hanem a koordinálatlan település- és ingatlanfejlesztés, tehát a bemeneti tényezők.” Ez rendkívül fontos és helyes felismerés – a területfejlesztési döntések valóban közvetlenül alakítják a közlekedési igényeket. Teljes mértékben egyetértünk ezzel a diagnózissal.

”Az igazi megoldás a szinkronizáció – ez a kerékpár+vasút rendszer.

A probléma azonban mélyebb, mint amit Molnár cikke részletez. Amit ő helyesen azonosít, az a Land-Use Transport (LUT) interakció elmélet egyik iránya: a terület-használat hatása a közlekedésre. De ami kimaradt az elemzésből, az a visszacsatolási hurok másik fele: a közlekedési infrastruktúra-fejlesztések maguk is alakítják a terület-használat, gyakran pontosan azt a szétterülést generálva, amely ellen küzdünk.

A közlekedéstervezés nemzetközi szakirodalmának egyik legfontosabb felismerése, hogy a közlekedési rendszer és a terület-használat nem független egymástól, hanem kétirányú visszacsatolási ciklusban működnek. Wegener és Fürst (2004) a „Land-Use Transport Interaction” (LUT) elméletben ezt négy lépéses körfolyamatként írják le:

1. A terület-használati mintázat (lakó, kereskedelmi, ipari övezetek elhelyezkedése) meghatározza, hol folynak az emberi tevékenységek.
2. A tevékenységek térbeli eloszlása utazási igényt generál a közlekedési rendszerben.
3. A közlekedési infrastruktúra elérhetőségi mintázatot hoz létre.
4. Az elérhetőség befolyásolja a település-választási döntéseket, ezzel módosítja a terület-használatot – és a ciklus újra indul.

sítja a terület-használatot – és a ciklus újra indul.

Ez a visszacsatolási hurok önmagát erősíti. Az autóközpontú infrastruktúra-fejlesztés (autópálya, gyorsforgalmi út) növeli az autóval elérhető területet, ami szétterülést generál: a lakóterületek, bevásárlóközpontok és munkahelyek egyre távolabb kerülnek egymástól. A megnövekedett távolságok pedig tovább növelik az autófüggőséget – és a torlódást. Ahogy Wegener és Fürst összefoglalják: „Ha az elérhetőséget általánosan javítjuk (pl. autópálya-építés), az szétterülést okoz. Ha szelektíven javítjuk (pl. vasút, kerékpár), az a fejlődést a csomópontok köré koncentrálja.”

A kulcsfelismerés tehát: a probléma nem csak a KIMENETEN van (forgalom, torlódás), hanem a BEMENETEN (területfejlesztés, településszerkezet). Molnár cikke kizárólag a kimeneti oldalt kezeli – és ezzel a mérnöki gondolkodás legalább felét figyelmen kívül hagyja.

Miért nem működnek a tünetkezelő megoldások?

Ha elfogadjuk a LUT visszacsatolási ciklus létezését, három következtetés adódik:

1. A kapacitásbővítés további szétterülést generál. Az ún. indukált kereslet jelensége régóta ismert: új sávok → jobb elérhetőség → több telephely a periferián → több autós utazás → újabb torlódás. Az M0-s autópálya környéki településrobbanás (Érd, Budaörs, Törökbálint) ennek tankönyvi példája.
 2. A lokális beavatkozások – buszsáv, kerékpársáv – önmagukban nem változtatják meg a terület-használati mintát. Egy kerékpársáv a Nagykörúton nem fogja megváltoztatni azt a tényt, hogy az emberek 20–30 km-re laknak a munkahelyüktől, mert a településszerkezet erre kényszeríti őket. Ezért jogos Molnár észrevétele, hogy egy-egy helyi beavatkozás forgalmi problémákat okozhat – de a megoldás nem a beavatkozás visszavonása, hanem a rendszerszintű keretrendszer megteremtése.
 3. Szükség van RENDSZERSZINTŰ megoldásra, amely egyszerre avatkozik be a közlekedési kínálatba és a terület-használati mintába. Ez nem utópia: működő modellek léteznek rá.
- Molnár László Árpád cikke helyesen sorolja a problémákat: – közösségi közlekedési kapcsolat nélküli lakóparkok (Marina-part, Budafoki út),

– autóra szervezett bevásárlóközpontok,
– munkahelyi garázsok építése cégautó-
dotációkkal.

És helyes a következtetés is:

„A közlekedéssel foglalkozó szakmai szereplőknek elsősorban a bemeneti tényezőkkel kell foglalkozni, mert e beavatkozási mező hatásosabb.” Teljes mértékben egyetértünk! De pontosítani kell, hogy mi a bemeneti tényező? A válasz: a közlekedési infrastruktúra-döntések maguk is bemeneti tényezők! Ez az, amit a LUT-modell tisztáz:

– Ha autópályát építünk egy város körül → ösztönözzük a szétterülést, mert az autóval elérhető terület megnő, és ezért az ingatlanfejlesztők oda települnek.

– Ha vasútállomást építünk → koncentráljuk a fejlesztést (transit oriented development – TOD), mert csak az állomások körül javul az elérhetőség.

– Ha kerékpárúthálózatot építünk → ösztönözzük a 15 perces várost, mert a helyiek kerékpáron tudnak helyi közszolgáltatásokat és munkahelyeket elérni.

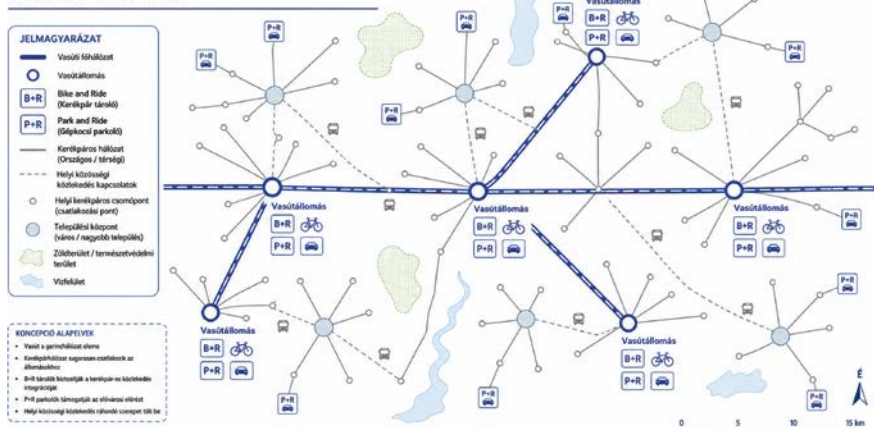
Ezért nem elég csak a területfejlesztést szabályozni – a közlekedésfejlesztést is a HELYES irányba kell terelni. Molnár helyesen azonosítja, hogy a közlekedéssel foglalkozó szakoknak a bemeneti tényezőkre kell fókuszálniuk. De a közlekedési szakoknak tisztában kell lenniük: maguk is formálják a bemeneti tényezőket azáltal, hogy milyen közlekedési infrastruktúrát építenek.

Pontosan ezt jelenti a LUT modell: a közlekedési döntések (autópálya vs. vasút vs. kerékpár) előre meghatározzák, hogy milyen településmintázat alakul ki. Nincs olyan, hogy „semleges” közlekedési döntés. Minden közlekedési beruházás vagy szétterülést erősít (autópálya), vagy koncentrációt erősít (vasút, kerékpár).

Molnár helyesen mondogatja: kezelni kell a bemeneti tényezőket. De nem elég azt mondani: „A település- és ingatlanfejlesztés rossz.” Az igazi megoldás a szinkronizáció: olyan közlekedési infrastruktúrát kell építeni, amely eleve olyan terület-felhasználási mintázatot sarkall, amely fenntartható. Ez a kerékpár+vasút rendszer.

A nemzetközi szakirodalom és gyakorlat egyértelműen mutatja, hogy a kerékpár és a vasút együtt alkotják azt a közlekedési rendszert, amely képes a LUT visszacsatolási ciklust a fenntartható irányba fordítani.

KERÉKPÁR + VASÚT INTEGRÁLT RENDSZER KONCEPCIÓS HÁLÓZATI ÁBRA



Vasút: a területhasználat koncentrációja

A vasúti közlekedés – szemben az autópályával – szelektíven javítja az elérhetőséget: kizárólag az állomások környékén. Ez a TOD alapja: a fejlesztés a vasúti csomópontok köré koncentrálnodik, kompakt, vegyes használatú városrészeket hozva létre. Wegener és Fürst empirikus eredményei szerint az új tömegközlekedési vonalak „erősítik a belváros gazdaságát” – szemben az autópályákkal, amelyek a szétterülést gyorsítják.

Newman és Kenworthy klasszikus kutatása a világ városainak üzemanyag-fogyasztását vizsgálva mutatta ki az erős negatív korrelációt a városi sűrűség és az egy főre jutó közlekedési energiafelhasználás között. A vasútközpontú városok (Tokió, Zürich, Koppenhága) rendre alacsonyabb fajlagos energiafelhasználást mutatnak.

Kerékpár: a hatékony „last mile” megoldás

A kerékpár – és különösen az elektromos kerékpár (amely persze igényel akkumulátort, de az elektromos gépjárművekhez képest 1:150 arányban) – képes kiváltani a szuburbánus gépjármű-használat jelentős részét a rövid (1–8 km) utazásoknál, amelyek a városi utazások többségét alkotják. Ez egyszerre csökkenti a forgalmat a célterületen és biztosítja az eljutást a vasúti csomópontokhoz.

A holland SWOV Sustainable Safety elvrendszere a kerékpárt a közlekedési rendszer integráns részeként kezeli: a helyi feltárás funkcióját a kerékpár és a gyaloglás látja el, míg az átmenő forgalom a vasúté és a főútrendszeré. A (bio)mechanikai alapelv szerint, ahol a védtelen közlekedők ke-

verednek a motorizált forgalommal, ott a megengedett sebesség max. 30 km/h; 50 km/h felett fizikai elválasztás szükséges (1. ábra).

A különböző városi skálákon ez a rendszer eltérő formát ölt: a 15 perces város koncepciója a helyi szolgáltatások kerékpáros/gyalogos elérhetőségét biztosítja; a B+R csomópontok az agglomerációs szintű összeköttetést teremtik meg; a regionális vasúthálózat pedig az országos szintű mobilitást szolgálja. Mindhárom szint együtt szükséges.

Fontos hangsúlyozni: a tömegközlekedés fejlesztése önmagában nem csökkenti érdemben az autóforgalmat – ezt Wegener és Fürst is megerősítik. Az ingyenes vagy olcsó tömegközlekedés elsősorban a gyalogosoktól és kerékpárosoktól von el utasokat, nem az autósoktól. A vasút mellé tehát kerékpár kell – nem ingyenes busz és nem is P+R parkoló, ahogy Molnár a cikkében panaszkodik, hiszen a modell célja, hogy a 1–3 km-es távolságban lakók számára legyen elérhető tömegesen a vasúti megálló és nem további autókat vonzzunk a csomópontba.

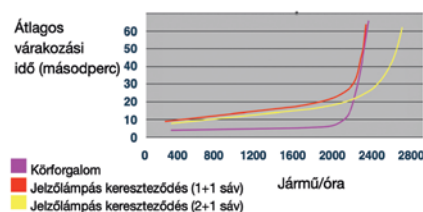
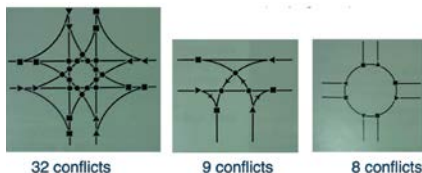
Körforgalmak és kapacitás: a magyar megoldás

A hazai kontextusban hatalmas lehetőség rejlik a főutak ésszerűbb forgalmirendjének kialakításában:

Belterületen a főutak kapacitását nem a vonali szakaszok sáv kiosztása, hanem a csomópontok határozzák meg.

Egy 1+1 sávú körforgalom áteresztőképessége hatékonyabb, mint egy 2+1 sávú jelzőlámpás csomóponté. Magyarországon 1351 km 2 sávú vagy nagyobb kapa-

citású belterületi főút működik (a gyorsforgalmi utakat nem számítva), amelyek kialakítása erősen gépjárműforgalomra optimalizált. A holland Közlekedés Tudományi Intézet a körforgalmat a legbiztonságosabb csomóponttípusként azonosítja: kizárja a frontális ütközést, csökkenti a konfliktuspontok számát és a becsapódási sebességet. A csomópontok taktikus átalakítása – jellemzően (mini) körforgalomra cserélés – három egyidejű előnyt biztosít.



A csomópontok körforgalomra alakítása tehát sávokat szabadít fel, amelyeket kerékpárinfrastruktúrára és zöldfelületekre lehet fordítani. A gazdasági előny sem elhanyagolható: egy jelzőlámpás csomópont fenntartási költsége évi 15–30 M Ft; egy taktikus körforgalom egyszeri beruházási költsége 20–50 M Ft. A körforgalom tehát nem csökkenti, hanem javítja a hálózati kapacitást, miközben növeli a közlekedés biztonságát és egy teljes sávot felszabadít!

Mit tegyünk a „fölösleges” forgalmi sávval?

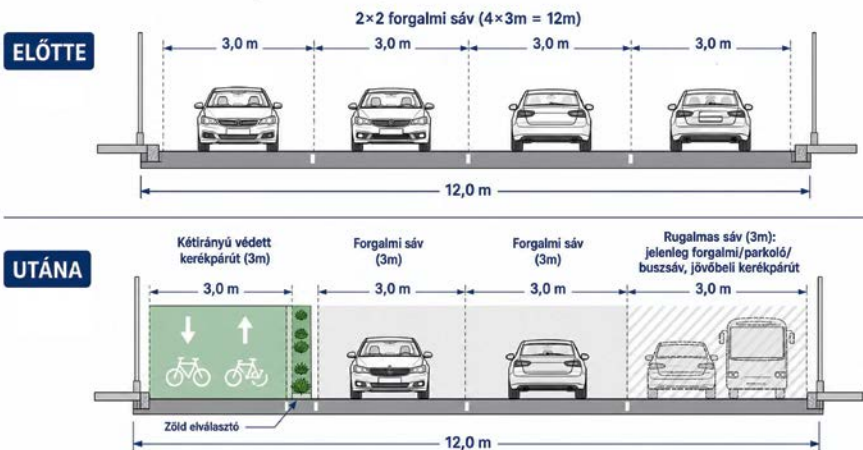
Taktikus implementáció: a Sevilla-modell

Ha valóban szeretnénk rendszert változtatni és valódi alternatív megoldást kínálni a helyben megtett rövid utak számára, gépjárművektől szeparált, kerékpárút hálózatra van szükség.

A gyors és költséghatékony implementáció iskola példája Sevilla, ahol 2007–2011 között 80 km védett kerékpárhálózatot építettek ki a meglévő forgalmisávok átalakításával. Az eredmények döbbenetesek, ismervé, hogy a magyar kerékpározási kultúrát meg sem közelítő Andalúz fővárosban 0.5% körüli volt a kerékpározás aránya, ami 2011-re már 6%, 2017-re már 15% feletti.

Amennyiben a fent említett 1351 km belterületi utak csomópontjainak átalakítását megvizsgáljuk, nemcsak javul a

Sevilla-típusú kerékpársáv - utcaszerkezet átalakítás



közlekedésbiztonság, csökken a zaj- és légszennyezés, csökken a gépjárművek energiaigénye, de a 2 forgalmisávból 1-1 sáv a védett kerékpárút hálózat része is lehet.

A módszer előnyei:

Biztonság: A fizikai elválasztás garantálja a kerékpárosok védelmét

Új lehetőség: Azonnal megjelenik egy biztonságos, átjárható hálózat

Forgalomcsillapítás: A meglévő kerékpárút ösztönzi a helyi lakosokat a módváltásra

Kapacitás megtartás, sőt bővítés: Mivel a helyiek csökkentik autózási igényeiket és kerékpárra váltanak, a fennmaradó autós kapacitás is növekszik a csökkenő igény miatt

Politikai elfogadhatóság: A fokozatos átállás kevesebb ellenállást vált ki

Költséghatékonyság: Nem kell új területet foglalni és egyszerű fizikai elválasztók (virágládák, betonelemek) elegendőek (2. ábra).

Ez a megközelítés lehetővé teszi, hogy azonnal lássuk az első eredményeket, miközben a rendszer rugalmas marad a jövőbeli igények változásaira.

A teljes diagnózis

Molnár László Árpád helyesen hívja fel a figyelmet a bemeneti tényezők fontosságára. Egyetértünk: a tünetkezelés helyett az okokat kell kezelni. A területfejlesztési döntések valóban közvetlenül alakítják a közlekedési igényeket – ezt Molnár helyesen látja. De az okok között ott vannak maguk a közlekedési infrastruktúra-döntések is. A LUT modell ezt a rejtett visszacsatolási ciklust tárja fel. A közlekedési mérnökség

– amely Molnár cikkében is a közlekedési problémákat kezeli – nem lehet passzív. A közlekedésben hozott döntések (autópálya vs. vasút vs. kerékpár) előre meghatározzák a településmintázatot, és ezáltal formálják a bemeneti tényezőket.

Molnár diagnózisa helyes. De tegyük a diagnózist teljessé: a tüneteket nem csak a tünetek leírásával, hanem a rendszer egészének megértésével kell kezelni.

Jelentsük ki, hogy mi a rendszerszintű megoldás: a kerékpár + vasút rendszer egyszerre avatkozik be a közlekedési kínálatba (szelektív elérhetőség-javítás) és a területhasználati mintába (TOD, kompakt fejlesztés). Ez nem elméleti konstrukció: a holland Sustainable Safety program 10 év alatt 1600–1700 halálos balesettel kevesebbet és 4:1 haszon-költség arányt eredményezett (Weijermars-Wegman). Sevilla négy év alatt tízszeresítette a kerékpáros forgalmat meglévő sávok átrendezésével. A körforgalom fejlesztési javaslat pedig azt mutatja, hogy a hazai infrastruktúrán is van tér a taktikus, gyors és költséghatékony beavatkozásra.

A kérdés nem az, hogy megengedhetjük-e magunknak a rendszerszemléletű átalakulást. A kérdés az: megengedhetjük-e magunknak, hogy ne tegyük meg.

IRODALOM

- Newman, P. - Kenworthy, J. (1989): Cities and Automobile Dependence. Gower, Aldershot.
- SWOV (2018): Sustainable Safety 3rd edition - The advanced vision for 2018-2030. The Hague, The Netherlands.
- Wegener, M. - Förlst, F. (2004): Land-Use Transport Interaction: State of the Art. IRPUD, Universität Dortmund (TRANSLAND Deliverable 2a).
- Weijermars, W. - Wegman, F. (2011): Ten years of Sustainable Safety in the Netherlands. Transportation Research Record, 2213, 1-8.
- Zahavi, Y. (1974): Traveltime Budgets and Mobility in Urban Areas. US DOT, Washington, D.C.



Adatvezérelt, kockázatalapú és helyben differenciált felkészülésre van szükség

Növekvő tűzkockázat

A Magyar Tűzvédelmi Egyeztető Fórum arra hívja fel a figyelmet, hogy az erdő- és vegetációtűzek kockázatának kezelése nem csupán tűzvédelmi feladat, hanem a klímaváltozáshoz való alkalmazkodás, és a térségek ellenálló képességének egyik alapvető kérdése.



Dr. Gyapjas János,
a Magyar Tűzvédelmi
Egyeztető Fórum
koordinátora

A tartós szárazság, a hóhullámok és a növényzet kiszáradása önmagukban nem gyújtanak tüzet, de jelentősen növelik annak esélyét, hogy egy emberi vagy műszaki gyújtóforrásból gyorsan terjedő, nagy erőt igénylő, lakóterületeket és infrastruktúrát veszélyeztető káresemény alakuljon ki.

A kockázat növekedése ezért nem feltétlenül azt jelenti, hogy minden évben több tűz keletkezik, hanem hogy a tűz gyors terjedését és súlyos következményeit elősegítő feltételek kedvezőtlen irányban változnak.

Az elmúlt hetek, valamint a Tapolca, Mórahalom, Várpalota és Öskü térségében történt újabb tüzek ennek a hosszabb ideje változó kockázatnak a kézzelfogható magyarországi megjelenései. A felkészülésnek ezért nemcsak az aktuális hősségre kell reagálnia: a kockázat változását folyamatosan követő, adatvezérelt, helyben differenciált és széles együttműködésre épülő rendszerre van szükség. A tűzvédelem ebben az összefüggésben a klímareziliencia része. Az államnak, az önkormányzatoknak, a gazdálkodóknak, a szakmai és civil szervezeteknek, a tűzoltóságoknak és a lakosságnak közösen kell csökkentenie a veszélyeztetettséget, biztosítani a beavatkozás feltételeit, védenie a települések és az infrastruktúrák működőképességét, valamint feldolgoznia a tüzesetek tapasztalatait.

Az újabb tüzek megmutatták, mekkora a veszély

Július vége és augusztus 14. között ország-szerte egymást követték az erdő- és vegetációtűzek. Július 30-án egyetlen nap alatt

35 erdő- és vegetációtűzet jeleztek országosan. Augusztus 10-én csak Borsod-Abaúj-Zemplén vármegyében húsz vegetációtűzhez vonultak a tűzoltók. Augusztus 11-én országosan összesen 161 tüzesetet kezeltek – ez utóbbi adat valamennyi tüzesetet, nem kizárólag a vegetációtűzeket tartalmazza. Augusztus 12-én az országos tüzeseti terhelés tovább nőtt: a katasztrófavédelem egységei 185 tüzesetet kezeltek. Csak Borsod-Abaúj-Zemplén vármegyében 27 vegetációs tűzhez vonultak a tűzoltók. A legnagyobb nyilvánosan dokumentált tűz Sajókápolna külterületén mintegy 450 hektárt érintett. Székesfehérváron közel 150 hektáron égett a növényzet, és a gyorsan terjedő lángok miatt 40 ingatlan 61 lakóját kellett ideiglenesen kitelepíteni. Kiskunfélegyháza térségében mintegy 110 hektáron pusztított a tűz, tanyákat, erdőt és vasúti környezetet is érintve; az eseményben egy ember életét veszítette. A Tiszalök-Újtelepi erdő körülbelül 70 hektáros tüze több napon át tartó beavatkozást igényelt. Augusztus 11-én Tapolca térségében három különálló vegetációtűz összesen mintegy 37 hektárt érintett. A tüzeknél koronaégés, épületre terjedés és ismételt visszagyulladás is előfordult; a Rózsadomb utca térségében végrehajtott beavatkozásban 158 tűzoltó és 45 technikai eszköz vett részt.

Ugyanezen a napon Mórahalom tanyavilágában két közeli tűz összesen 56 hektárt érintett. Három tanya melléképületei is meggyulladtak, a lakóépületeket azonban sikerült megvédeni. Augusztus 12-én Veszprém vármegyében három, egymáshoz közeli, de egymástól elkülönülő nagy tüzeset történt. Várpalota külterületén közel 15 hektár gaz, avar és tarló égett, a tűz két préházra is áttért, az egyik épület felső szintjéről pedig egy embert létrával mentettek ki. Öskün, a Mecset és az Ibolya utca térségében körülbelül 20 hektár száraz növényzet égett, egy melléképület teljesen leégett, a lángok pedig több lakóház telkét is elérték. Ettől különálló eseményként Soly és Öskü között, a 8-as főút közelében a legfrissebb hivatalos adatok szerint mintegy 300 hektáron égett az aljnövényzet, a tarló, a fenyves és a bokros-füves terület. Az oltást két honvédségi helikopter, katonai vízszállítók, önkéntes tűzoltók, civilek, polgárőrök és munkagépek is segítették. Augusztus 13-án délután az izzó gócpontok és égő törzsek felderítése és oltása még folyt.

A hivatkozott események területe meghaladja az 1500 hektárt. Ez nem a teljes országos leégett terület: nincs benne a több száz kisebb, vagy csak összesítve közölt eset.

A vizsgált időszakban négy, vegetációt is érintő tüzesethez kapcsolódott halálos eset. Ez egyértelművé teszi, hogy ezek az események nemcsak természeti vagy mezőgazdasági károkat okozhatnak, hanem közvetlen életveszélyt is jelenthetnek.

A lángok több helyen lakóházakat, tanyákat, állatokat, közlekedési infrastruktúrát, benzinkutakat, műemlékeket és kegyhelyeket is veszélyeztettek. Székesfehérváron kitelepítésre volt szükség, Ercsiben lakóépületek és nagy számú állat került veszélybe, Tapolcán lakóházak mellett melléképület is kigyulladt, Mórahalomnál tanyaépületek étek, Várpalotán két préházat érte el a lángok, Sajószentpéteren az égő növényzetről lakóházra terjedt át a tűz. Ezek sajnos ismét közvetlenül megmutatták a vegetációval érintkező lakott területek veszélyeztetettségét. Öskün pedig a tűz lakóházakat és közlekedési útvonalakat veszélyeztetett. A vegetációtűz ilyen környezetben már nem kizárólag erdészeti vagy mezőgazdasági esemény, hanem településvédelmi, lakosságvédelmi, közlekedésszabványi és életmentési feladat.^{1,2,9}

Nem átmeneti szélsőség, hanem tartósan változó kockázat

A tüzesetek közvetlen keletkezési okát minden esetben külön kell vizsgálni. A szárazság és a szél önmagában nem gyújtóforrás, de alapvetően meghatározza, hogy egy tűz milyen gyorsan terjed, mekkora intenzitást ér el, és milyen következményeket okoz. A meteorológiai és vegetációs feltételek kifejezetten kedvezőtlenek. A HungaroMet 2026. augusztus 10-i értékelése szerint az Alföldön és a Mezőföldön nagy területeken az előző harminc napban 5 milliméter csapadék sem hullott, az ország döntő részén a talaj nedvességtartalma a növények számára hasznosítható vízkészlet 25 százalékát sem érte el, és az ország túlnyomó részén nagyfokú vagy súlyos mezőgazdasági aszály állt fenn.

„Július 30-án egyetlen nap alatt 35 erdő- és vegetációtűzet jeleztek országosan.

A Nébih naponta frissülő térképe szerint a vizsgált időszakban Magyarország teljes területén tűzgyújtási tilalom volt érvényben. A tilalom az erdőkre, a fásításokra, az ezek 200 méteres körzetében fekvő külterületi ingatlanokra, a kijelölt tűzrakóhelyekre, valamint a vasút és közút menti fásításokra is kiterjed; a parlag- és gazégetés sem megengedett.

Az éves tüzesetszámok természetesen ingadoznak. A növekvő kockázat alatt nem megszakítás nélküli esetszám-emelkedést, hanem a tűz keletkezését, gyors terjedését és súlyos következményeit elősegítő feltételek kedvezőtlen irányú változását értjük. Ugyanaz a gyújtóforrás kiszáradt növényzetben, erős szélben, nehezen megközelíthető területen vagy lakott környezet közelében lényegesen súlyosabb eseményt idézhet elő.

A kockázatot egyszerre befolyásolja:

- a hőmérséklet, a csapadékhiány, a szél és a növényzet nedvességtartalma;
- a száraz fű, avar, nád, cserje és erdei aljnövényzet mennyisége és folytonossága;
- az erdők, mezőgazdasági területek és lakott térségek közvetlen érintkezése;

- a tanyák, gazdasági épületek és más külterületi létesítmények elhelyezkedése;
- a tűzoltósági elérhetőség és a helyi első beavatkozási képesség;
- a megközelítési utak, tűzpázták és oltóvízforrások állapota;
- az egyidejű tüzesetekből eredő erő-, eszköz- és vízellátási igény.

A XXI. századi tűzvédelmi kockázatokat a klímaváltozás mellett a társadalmi-gazdasági változások, az urbanizáció, a településszerkezet és a demográfiai folyamatok is alakítják. A veszélyeztetettség ezért térben jelentősen eltérhet, és nem kezelhető minden településen, minden térségben azonos módon.

A nagy kiterjedésű erdőtűzek Magyarországon nem új jelenségek. Bács-Kiskun vármegyében az elmúlt évtizedekben többek között Bócsa, Ágasegyháza, Kunfehértó-Kéleshalom, Bugac, Kaskantyú és Kiskunhalas térségében is több száz vagy több ezer hektárt érintő, hosszán tartó tüzek történtek. A korábbi tapasztalatok már évekkel ezelőtt rámutattak arra, hogy a megfelelő felkészülés és megelőzés érdekében folyamatosan követni kell a veszélyeztetettség változását, a visszatérő tapasztalatokat pedig fel kell használni az adaptálni kell.

A tegnap kockázataira épülő felkészülés már nem elegendő

Az erdő- és vegetációtűz-kockázat nem állandó. Napokon belül megváltozhat az időjárás és a növényzet állapota, évek alatt pedig átalakulhat a területhasználat, a beépítettség, a vegetáció szerkezete, az oltóvízellátás, a megközelíthetőség és a helyi tűzoltói kapacitás. Ezért a kockázat változását több időléptékben kell követni. Napi és heti szinten értékelni kell a meteorológiai tűzveszélyt, a növényzet kiszáradását, a várható szélviszonyokat, az aktuális tüzeseti terhelést és azokat a területeket, ahol lakóépületek vagy más értékek kerülhetnek veszélybe.

A tűzveszélyes időszak előtt fel kell mérni a településszéli és külterületi veszélyeztetett zónákat, a tanyákat, az állattartó telepeket, a tűzpáztákat, a megközelítési útvonalakat, az oltóvízforrásokat és a bevonható helyi erőket.

Hosszú távon elemezni kell a tüzesetek számának, területi eloszlásának és következményeinek változását, a vegetációval

érintkező lakóterületek helyzetét, a tűzoltósági elérési időket és a szükséges erőforrásokat.

A tűzvédelmi döntéseknek valós kockázatokon, mérhető adatokon és helyi sajátosságokon kell alapulniuk. Országosan egységes szakmai alapelvekre, de helyben differenciált megoldásokra van szükség. A jelentős tüzek tapasztalatait rendszeresen vissza kell vezetni a megelőzésbe, a szabályozásba, az üzemeltetésbe, a képzésbe és a beavatkozási gyakorlatba.

A vegetációtűz nem kizárólag tűzoltósági probléma

A tűzoltóság akkor kap riasztást, amikor a tűz már kialakult. A beavatkozás eredményességét azonban jelentősen meghatározza, hogy mi történt a tűz keletkezése előtt.

Kezelték-e a száraz növényzetet? Járhatók-e az utak? Megközelíthetők-e a tanyák és a külterületi ingatlanok? Rendelkezésre áll-e oltóvíz? Ismertek-e a veszélyeztetett épületek és személyek? Felkészültek-e a helyi szervezetek? Tudja-e a lakosság, mit kell tennie?

A tapolcai eseménysorban a hivatásos, önkormányzati és önkéntes tűzoltók mellett civilek és munkagépek is részt vettek a védekezésben. A várpalotai és ösküi tüzekhez több településről, illetve több vármegyéből kellett egységeket összevonni. Ez világosan mutatja, hogy a jelentős vegetációtűzek kezelése már a káresemény idején is széles körű együttműködést követel meg – ezt az együttműködést azonban a megelőzés és a felkészülés időszakában is előre meg kell szervezni.

A káresemény felszámolásakor az együttműködés már kényszerűen létrejön. Ugyanezt az együttműködést a tűz keletkezése előtt, a megelőzés és a felkészülés időszakában is meg kell szervezni. Ehhez világos feladatmegosztás szükséges. Az állam feladata az országos kockázatértékelési és előrejelzési rendszer, a szükséges szabályozási és finanszírozási keretek, valamint a megfelelő tűzoltósági és speciális beavatkozási kapacitások biztosítása.

Az önkormányzatok feladata a helyi veszélyeztetettség ismerete, a település széli és külterületi kockázatok felmérése, a lakosság tájékoztatása, továbbá a helyi gazdálkodók, tűzoltó- és civil szervezetek együttműködésének támogatása.

Az erdő- és mezőgazdasági gazdálkodók, valamint az infrastruktúra üzemelte-

tőinek feladata a tűzterjedésre alkalmas növényzet és növényi maradványok megfelelő kezelése, a tűzpázták, nyiladékok és utak karbantartása, az oltóvíz biztosításában való közreműködés, továbbá a munkagépek és szikraképző tevékenységek tűzbiztonságának fenntartása. A tűzoltó, szakmai, tudományos és civil szervezetek feladata a gyakorlati tapasztalatok feldolgozása, a helyi felkészítések és gyakorlatok támogatása, az önkéntes első beavatkozási képesség fejlesztése és a lakossági kockázatkommunikáció segítése. A lakosság feladata a gyújtóforrások kizárása, saját környezetének biztonságos kialakítása, a tűzgyújtási korlátozások betartása, valamint a tűz vagy füst haladéktalan jelzése.

Ezek a felelősségek nem egymást helyettesítik, hanem egymásra épülnek. Az állami rendszer nem pótolja a helyi felkészülést, az önkormányzat nem pótolja a gazdálkodói felelősséget, a tűzoltóság nem pótolja a megelőzést, a lakossági óvatosság pedig nem helyettesíti a szervezett kockázatkezelést.

A korábbi hazai erdőtűz-tapasztalatok alapján a részletes térképek, a tűzpázták, a járható megközelítési utak, az oltóvízforrások és a felkészített helyi erők a hatékony megelőzés és beavatkozás alapvető feltételei.

Amit a lakosság tehet

Tartsák be az aktuális tűzgyújtási tilalmat és korlátozásokat. Fokozott tűzveszély idején a legbiztonságosabb döntés a nyílt láng használatának és a növényi hulladék égetésének elhalasztása. Ne adjanak gyújtóforrást a száraz növényzetnek. Ne dobjanak el cigarettacsikket, ne ürítsenek forró hamut növényzetre, ne parkoljanak felhevült kipufogórendszerű járművel száraz fűre, és ne végezzenek megfelelő védelem nélkül szikraképző munkát.

Csökkentsék az épületek közvetlen környezetében az éghető növényzetet. A száraz fűvet, avart, gallyakat és más könnyen éghető anyagokat ne hagyják felhalmozódni a lakóház, a melléképületek, a kerítés és a tárolók mellett. Biztosítsák a megközelíthetőséget. A kapu, a bejáró és a külterületi út legyen járható, a cím és a házszám jól látható. Ne akadályozzák a tűzoltó gépjárművek közlekedését.

Tűz vagy füst észlelésekor azonnal hívják a 112-t. A bejelentéskor mondják meg a lehető legpontosabban a helyszínt, azt,

hogy mi ég, merre terjed a tűz, és veszélyeztet-e embert, épületet, állatokat vagy más létesítményt.

Ne kockáztassák az életüket. Gyorsan terjedő tűz, erős szél vagy sűrű füst esetén ne próbáljanak egyedül beavatkozni. Távolodjanak el a veszélyes területtől, figyelmeztessék a környezetükben tartózkodókat, és kövessék a hatóságok utasításait.

Közös kockázat, közös felkészülés

A tűzgyújtási tilalom szükséges, azonnali kockázatcsökkentő intézkedés. A tűzoltók nagy erővel végzett beavatkozása nélkülözhetetlen a már kialakult tüzek megfékezéséhez. Egyik sem helyettesíti azonban a hosszú távú, adatvezérelt, kockázatalapú és helyben differenciált felkészülést.

A változó kockázatra nem lehet változtatlan rendszerrel válaszolni. Az erdő- és vegetációtűz-védelem a hazai klímaalkalmazkodás egyik gyakorlati próbája: akkor lehet eredményes, ha a kockázatkövetés, a területhasználat, a növényzetkezelés, a vízellátás, az infrastruktúra-védelem, a tűzoltói kapacitás és a lakossági felkészülés egyetlen összehangolt rendszerként működik.

Az elmúlt hetek eseményeit, valamint a Tapolca, Mórahalom, Várpalota és Öskü térségében egymást követően kialakult újabb tüzeket nem szabad egy rendkívül száraz időszak átmeneti problémájaként kezelni. A mostani helyzet azt mutatja, hogy Magyarországnak tudatosabb, folyamatosabb és szélesebb együttműködésre épülő erdő- és vegetációtűz-védelmi rendszerre van szüksége.

A cél közös: az emberi élet, a települések, a lakó- és gazdasági értékek, az infrastruktúra és a természeti környezet védelme. Az MTEF kezdeményezi, hogy az érintett állami, önkormányzati, gazdálkodói, tűzoltó, tudományos, szakmai és civil szereplők a következő tűzszeszont megelőzően közösen tekintsék át a szükséges országos és helyi intézkedéseket, szervezett keretek között dolgozzák fel a tűzeseti tapasztalatokat. ■

A cikk teljes, hivatkozásokkal és a Magyar Tűzvédelmi Egyeztető Fórum fejlesztési javaslataival kiegészített változata a mernokvagyok.hu portálon olvasható.

■ A nilométereiktől Euler turbinájáig

Víz, víz, víz



Chand Baori lépcsős kútja

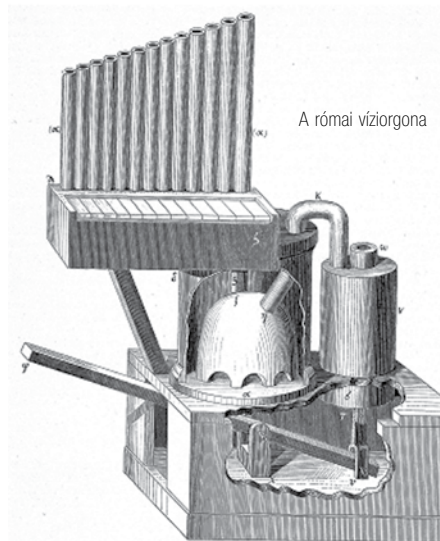
A víz megszerzése, szállítása és elosztása évezredek óta próbára teszi az emberi leleményt. Az ókori Egyiptom nilométereitől Róma hatalmas vízvezeték-hálózatán és a reneszánsz különös vízemelő gépezetein át a versailles-i szökőkutakig mérnökök nemzedékei keresték a módját, miként juttatható el a víz oda, ahol szükség van rá. Történetük egyúttal a mérnöki tudás fejlődésének története is – tele zseniális megoldásokkal, látványos kudarcokkal és olyan felismerésekkel, amelyekből később egész tudományágak születtek.

Laczik Bálint

„Gyászol Júda, és kapui roskadoznak, szomorkodnak a földön, és Jeruzsálem kiáltása felszáll. Fejedelmeik is kiküldik gyermekeiket vízért: elmennek a kutakig, nem találnak vizet, visszatérnek üres edényekkel...” (Jeremiás 14,2–3 – Károli Gáspár fordítása) Az ótestamentumi próféta komor látomásában fenyegetően jelenik meg a pusztító szárazság, az emberi társadalom mindmáig elháríthatatlan, mindinkább fenyegető veszedelme. A fáraók egykor volt birodalmában a Nílus vízszintjének alakulása döntően befolyásolta az életet. A szent folyó minden évben, valamikor július és november között hozta

el a szántóföldeket megtermékenyítő fekete iszapot. A jó időben érkező áradás gazdag termést eredményezett, a késedelmesen jövő áldás sanyarú éveiben kevés lett a gabona, a lakosság éhezett. A túl magas vízszint is gondot okozott: megrongálhatta az ártéren emelt gátakat, zsilipeket, öntözőműveket. A Nílus vízszintje és a terméshozam közötti szoros kapcsolat alapján állapították meg az évenként fizetendő adókat is. Az i. e. 3000 körüli időszakból származó „Palermói kő” hieroglifái a fáraók neve és a fontos események mellett a Nílus áradásai alapján kivetett adókat is megörökítették.

A folyó vízmagasságának pontos mérése az ókor ötletes műszerei, a nilométe-



A római viziorgona

rek szolgáltak. Ezekbe az egyiptomi papok szigorú felügyelete alatt álló építményekbe avatatlanok nem léphettek be. A misztikus tudományok felkentjei a Nílus medrébe épített, gondosan faragott lépcsők és a folyam tükrében emelt gránit oszlopok jeleivel mérték a vízszintet.

Egyiptom arab fennhatóságának idején az adók megállapítására a kalifák is a fáraók ősi rendszerét alkalmazták. Az i. sz. első évezred végén épített újabb nilométerek a folyómederből induló, föld alatti csatornákkal vezették a vizet az építmények hatalmas kútjaiba. A kút mélyébe belül kialakított lépcsőzet vezetett, a közepén álló hatalmas, függőleges oszlop pontosan megmunkált rovátkaival lehetett a folyószint magasságát leolvasni.

India csodálatos régi építményei a lépcsős kutak. A legnagyobb, a gigászi Chand Baori Rádzsasztán államban, az i. sz. 8–9. században készült. A különleges ciszterna 13 emeletnyi függőleges oldalfelületein 3500 meredek lépcső vezet az ijesztő mélységben összegyűjtött, azon a vidéken mindennél értékesebb esővíz tükréhez.

A modern vezetékes vízellátás rendszerre a Római Birodalomban született meg. Az ókor műszaki tudományát döntően Vitruvius mérnök „Tíz könyv az építészetről” című gyűjteményéből ismerjük.[1] Az en-

ciklopédikus mű az építészet mellett a korabeli csillagászati és időmérési ismereteket, valamint a különféle gépezetek, köztük a vízemelők működését is tárgyalja. Különösen érdekes az ókor egyik roppant különleges alkotása, a víziorgona, a titokzatos „organum hydraulicum”.

1931-ben az aquincumi tűzoltólaktanya pincéjéből kerültek elő a korábban csak írott forrásokból ismert hangszer maradványai. Az egyedülálló leletet Minárovics János (1928–2008) tűzoltó ezredes, a Tűzoltó Múzeum alapítója tárta fel. A hangszer működését is ő rekonstruálta, majd tervei alapján a Pécsi Orgonaépítő Manufaktúra elkészítette a működőképes, pontosan hangolt víziorgonát. A készülék legérdekesebb eleme az ún. pnigeus (szélharang). Ez a felül félgömb alakú lemezedény a hangszer víztartályába merült, fölötte a folyadék az orgona fújtatóitól bepumpált levegő állandó nyomását, ezzel a sípok állandó hangerejét biztosította. A pnigeust körülvevő víz egyúttal a tökéletes tömítést is megvalósította.

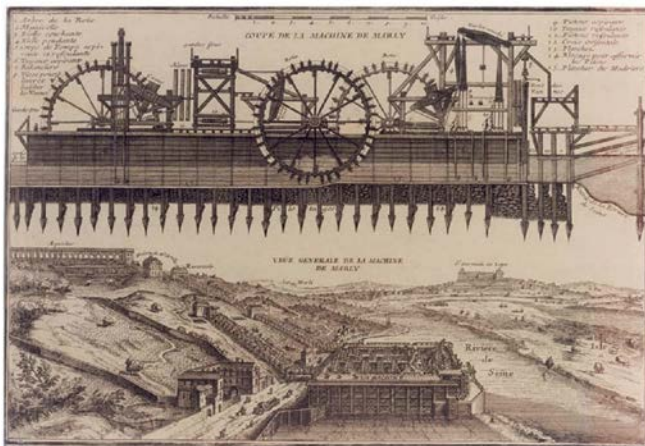
Vitruvius könyvének külön fejezetei tárgyalták a vízforrások keresését és a vízminőség vizsgálatát. A szerző szerint jó a forrás, ha a környékén élők egészséges, sudár alkátúak, nem gyulladt a szemük, és „...a víz korinthuszi, vagy más, jófajta bronzedénybe fröcskölve nem hagy nyomot”.

Az ókori görögök már ismerték a dugattyús szivattyút, sőt az örvénygépek néhány kezdetleges változatát is. Az igásállatok hajtotta vízemelő járgány (a saqiya, másként perzsa kerék) a közelmúltig a Közel-Kelet emblematikus, ősi eszköze volt. A folyamatos működést biztosító erőgép hiányában hosszú évszázadokon át azonban csak a gravitációs vízszállítás valósulhatott meg.

A római vízvezetékek pontos lejtéssel kialakított falazott csatornáiban, égetett cserép- vagy ólomcsöveiben a magasabb helyekről az alacsonyabbak felé áramlott a folyadék. A távolabbi forrásoktól jövő fővezetékek nagy elosztó építményekhez, az ún. castellumokhoz (vízházakhoz) csatlakoztak. Vitruvius már felismerte az ólom egészségkárosító hatását, ám a vízházakból induló csöveket mégis ebből a fémből gyártották.

A Római Birodalom máig csodált építészeti emlékei a sok kilométer hosszúságban emelt, gyönyörű aquaeductusok. A vezetékes szolgáltatás elszámolási rendszere kevésbé látványos, ám roppant fontos része volt az állami vízellátásnak. Sextus lu-

Korabeli rézmetszet a versailles-i vízemelő gépezetről



lius Frontinus előkelő patrícius családból származott.[2] Katonai és közigazgatási pályája során számos város, út és vízvezeték építéséről rendelkezett, közben komoly tapasztalatokat szerzett a földmérés és az építészet szakkérdéseiben.

Domitianus halála után Nerva császár Frontinust a „curator aquarum”, a vízügyi hivatal élére helyezte. A korábban szerzett katonai és közigazgatási tapasztalatait remekül alkalmazó legfőbb előljáró Róma város vízvezeték-hálózatát alaposan felmérte, majd kidolgozta a rendszer teljes műszaki felújítását és a vízszolgáltatás új elszámolási rendszerét. Működésének tapasztalatait a „De aquaeductu” című könyve összesítette.

A Római Birodalom milliós lakosságú fővárosának ellátását biztosító, sok száz kilométer hosszú hálózat évszázadok során épült ki. Frontinus idejére a toldozott-foldozott rendszer alaposan elhasználódott, tönkrement. A rosszul szervezett, szakszerűtlen karbantartási munkák következményeként rengeteg víz ment veszendőbe, és szinte iparszerűen folyt a vezetékek illegális megcsapolása. A hálózat karbantartásával és a szolgáltatási díjak beszedésével megbízott, korrupt aquariusok (vízbérlők) alaposan megkárosították a vízrendszer tulajdonosát, az államot.

A császár hűséges segítője igyekezett az üzemeltetési költségeket csökkenteni, sőt új vezetékek építése nélkül növelni a szállított víz mennyiségét. Frontinus munkájának különösen érdekes része a szállított és az elvesztett víz mennyiségének számba vételéről szól. Mérései szerint a veszteség a rendszerbe vezetett folyadék kb. 52,5% volt (ez az érték Magyarországon napjainkban kb. 20%). Az állami szabványban rögzített méretű csövek jellemző adata

annak az ólomszalagnak a szélessége volt, amelyből a csövet hajlították. Frontinus a vízmennyiségek számítására ezt a quinari mértékegységet és a ma is alkalmazott ún. bukógátas mérési eljárást alkalmazta. A Pompejiben feltárt castellum falaiban jól láthatók a mérésekhez használt nyílások.

A XVI. század egyik legnevezetesebb műszaki alkotása az ördögös híró Juanelo Turriano csodálatos toledói vízemelő gépezete volt. A császári udvar mechanikusaként dolgozó mester remekbe készült óráival és különleges szerkezeteivel szerzett hírnevet; alakját a népi emlékezet idővel szinte mágiikus képességekkel ruházta fel. Turriano emléke ma is él Toledóban, vízemelő gépe pedig El Greco két látképén is megjelenik, és Cervantes egyik novellájában is említést kap.

V. Károly élete végén a San Yuste melletti kolostorba vonult vissza. Turriano különleges mechanikus szerkezetekkel, bonyolult órákkal és maguktól mozgó figurákkal igyekezett fejedelmi ura búskomorságát enyhíteni; ezt a jelenetet Miguel de los Santos Jadraque egyik festménye is megörökítette. V. Károly halála után Turriano II. Fülöp szolgálatába lépett.

Turriano legnevezetesebb alkotása, az „Artificio de Juanelo” a toledói Tago folyóból a 80 méterrel magasabban fekvő Alcázar királyi palotába szállította a vizet.

Turriano legnevezetesebb alkotása a Greco és Cervantes műveiben is szereplő „Artificio de Juanelo”, a toledói Tago folyóból a 80 méterrel magasabban fekvő Alcázar királyi palotába vizet szállító gépezet volt.

A gép II. Fülöp megbízásából 1569-re készült el, néhány év múlva a város megrendelésére Turriano egy második, hasonló szerkezetet is épített. A folyótól a

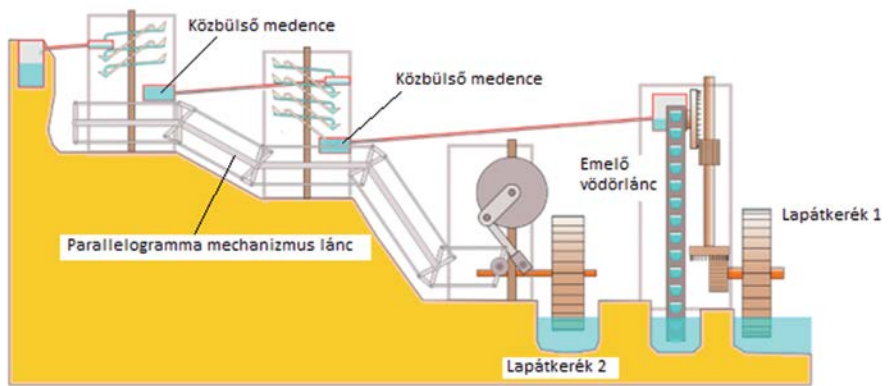
hegytetőn lévő királyi palotáig húzódó, igen meredek emelkedőn 24 torony sorakozott. A tornyokban a víz szakaszos emelését végző, jobbra-balra billenő tálcák voltak. A folyó két hatalmas lapátkereket forgatott, az egyik lapátkerek fogaskerek áttételek közvetítésével egy végtelenített csuklós láncot mozgatott. A láncra szerelt edények alul a folyóba merültek, majd vízzel megtöltve felemelkedtek, és pályájuk tetőpontján átfordulva tartalmukat egy nagy gyűjtő tartályba öntötték. A másik lapátkerek egy közel 500 méter hosszú, igen bonyolult mechanizmus láncolatot működtetett. Az egymáshoz kapcsolódó négycsuklós paralelogramma rúdszerkezetek mozgatták a tornyokban billegő, a vizet egymásba öntögető tálcákat.

Minden torony közepén egy függőleges oszlop állt. Az oszlop tetején csapágyazott, jobbra-balra billegő himbáról függő láncok egyik ütemben felemelték, a másik ütemben süllyedni engedték a hozzájuk kapcsolt tálcákat. Az éppen felemelt tálcák vizet átfolyt a lesüllyedt tálcákba.

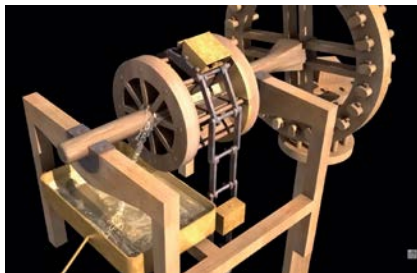
A himba ismétlődő billenéseivel emelkedő és süllyedő, egymást töltögető és kiürülő tálcák a vizet egyre magasabbra juttatták, a víz végül a legfelső tálcáról a torony mellett lévő közbülső medencébe került. Innen a vizet egy ferde cső vezette a következő torony alsó medencéjébe, ahonnan a toronyban lévő himba, láncok és billegő tálcák rendszere emelte tovább.

A szerkezetek évtizedeken át működtek, aztán az üzemeltetők beleunva a tömörkedés javításba, sorsukra hagyták a hatalmas költséggel fenntartott mechanikus vízműveket. A XIX. század derekán készült fényképeken még jól látszanak a gép napjainkra már nyomtalanul elveszett maradványai. Turriano fennmaradt jegyzetei, Greco képei és a kortársak többé-kevésbé szakszerű leírásai alapján meglehetősen pontosan sikerült a szerkezet rekonstruálása. A tekintélyes „Fundación Juanelo Turriano” tudomány- és technikatörténeti szervezet honlapján egy kiváló 3D-s animáció mutatja be a toledói csoda-vízművet.[3] A spanyol „aranyszázad” végére leáldozott V. Károly és II. Fülöp birodalmának dicsősége. Európa központi hatalma Franciaországba került át.

XIV. Lajos a Bourbon-ház második uralkodója volt. A francia Napkirály tekintélyének egyik jelképe lett az Yvelines megyében 1681-88 között épített Machine de Marly gépezet, amely a versailles-i palota hatalmas



Turriano vízemelő szerkezetének vázlata és 3D rekonstrukciója



mas kertjének tavaiba, folyócskáiba, vízeséseihez és szökőkútjaihoz szállította a vizet.

A Szajna 14 hatalmas lapátkereket forgatott, a lapátkerek egy gigászi mechanizmus láncot működtettek. A Turriano-féle gép csuklós szerkezeteihez hasonló rendszer 250 dugattyús szivattyút mozgatott.

A hatalmas rendszer öt, egyre magasabban fekvő tároló medencéje gyűjtötte a vizet. A Szajnából kiemelt vizet az első medencébe szivattyúzták, majd újabb szivattyúk szállították a további medencékbe. Ezzel a bonyolultnak tűnő megoldással sikerült az egyes szerkezeti elemeket terhelő víznyomásokat csökkenteni. Az irdatlan költséggel (és fülrepesztő nyikorgással) működő gépezet hosszú évtizedeken át – a lebontásáig – dolgozott.

Samuel Pepys a Stuart-kori Anglia érdekes figurája volt; gondosan vezetett naplója egy izgalmas korszak páratlan dokumentuma. Feljegyzéseinek különösen értékes része a londoni vízellátó rendszer, majd az 1666-os londoni tűzvész hiteles leírása.

A XIII. században London lakossága (a környező falvakban élőkkel együtt) kb. 40 ezer főből állt, az 1600-as évekre a népesség félmillióra duzzadt. A védőfalak mögé zsúfoltt, zűrzavarosan épült város vízellátást néhány ásott kút és kis patak mellett döntően a Temze biztosította.

Az első londoni vízvezeték építése 1236-ban kezdődött. A rendszer a Római Biroda-

lomban használtakhoz hasonlított. A városba szabad folyással jöttek a környékbeli források vizei, a fogadó nagy medencékből elosztó vízházakba, majd az egyes fogyasztókhoz fa és ólom csöveken át ment a víz.

I. Edward koronázásának napján a chepe-i vízvezetékek vörös és fehér bort folytattak. Az ünnep múltával ismét víz jött a csövekből, és a londoni városi levéltár dokumentumai szerint – jó ezer évvel Frontinus után – újra jelentkeztek az ismert hálózati problémák: a vezetékek megcsapolása, a növelt keresztmetszetű bekötőcsövek használata és a vízrendszer ügynézőinek megvesztegetése.

A középkori London egyik legfontosabb objektuma a folyón emelt legendás híd, a London Bridge volt. A XIII. században húsz mederpillérre emelt építményen számos üzlet és lakóház mellett néhány nyilvános latrina is helyet kapott.

AXVI. században jelentek meg a hídlábak között forgó, hatalmas lapátkerek; ezek hajtották meg a folyó vizét kiemelő dugattyús szivattyúkat. Az első londoni vízemelő gép nevezetes építője Peter Morice¹ volt. A városi tanácsnak bemutatott szivattyúja a vízsugarat a St. Magnus-templom tornyának csúcsáig lövellte. Az előjárásnak olyannyira megtetszett a szerkezet, hogy mindössze 10 shilling évenkénti jelképes díjért 500 évre szóló jogot adott Morice-nak vízemelő gépe létesítésére és üzemeltetésére a London Bridge pillérei között.[4] A gépben három hatalmas lapátkerek forgott. Bonyolult, a lapátkerek fordulatszámát növelő, gyorsító fogaskerek rendszer és csuklós mechanizmusok közvetítésével ezek hajtották meg a folyó vizét tároló medencékbe emelő dugattyús szivattyúkat.

¹ ?-1588 holland, más források szerint német születésű mérnök.

A Temze a La Manche csatornát folytató Északi-tengerbe ömlik. Az apály-dagály jelenség a vízszint jelentős változását eredményezi, időnként előfordul, hogy a folyó folyásiránya megfordul. A londoni vízmű alkotója erre is felkészült: a lapátkerek mindkét irányba foroghattak.

A londoni lakosság mintegy hatod részét meggyilkoló pestisjárvány után egy évvel, 1666. szeptember 2-án egy pékségben lobbant fel az a láng, amely a gyúlékony anyagokkal telezsúfolt, szűk sikátorokban gyorsan terjedve három napon át pusztított. A tűzvész elpusztította a London Bridge-t és a remek vízemelő gépezetet. A lángok martaléka lett a fából és ólomból készült csőhálózat is. A megsemmisült szerkezetet Morice unokája építette újra, a három lapátkerék 52 szivattyút hajtott. A XIX. század első harmadáig működő rendszer óránként 132 200 gallon vizet emelt 120 láb magasságba.

1883-ban alakult a nagy nyomású vizet szolgáltató hálózat üzemeltetője, a „London Hydraulic Power Company”. A füstöt és kormot okádó gőzgépek helyett ez a csendes, tiszta rendszer működtette jónéhány kis üzem és színház gépezeteit, felvonókat, emelődarukat, a hajók mozgásának megfelelően nyíló és záródó Tower Bridge hidraulikus munkahengereit. A folyadék szállítást öt hidraulikus állomás gőzgépekkel hajtott szivattyúi, az 5,5 MPa hálózati nyomást hatalmas, függőleges akkumulátor tartályok súlyterhelésű dugattyúi biztosították. A rendszer legnagyobb kiépítettsége idején 180 mérföld hosszú csővezeték-ből állt, csúcsteljesítménye 5,2 MW volt. Az elektromos rendszer sajátos alternatíváját a brit fővárosban 1977-ig (!) használták.

XIV. Lajos uralkodásának fénye különösen elkápráztatta az osztrák örökösödési háborúban győztes, ambiciózus fiatal II. (Nagy) Frigyes² porosz királyt. A Potsdam mellett épült Sanssouci kastélyt gyakran „porosz Versailles-ként említik, a rokokó stílusú épületek és parkok azonban eltörpülnek a Napkirály hatalmas palota-rendszere mellett. Frigyes egy olcsóbb különlegességgel, a francia mintánál látványosabb, a vízsugarát legalább 100 lábnyi magasságig lövellő szökőkúttal próbálta nagy példaképét túlszárnyalni.^{5,6}

A király személyes útmutatásai alapján dolgozó tájépítészek a palotarendszer szé-

pítésére a legnagyobb mellett még négy kisebb szökőkutat, egy mesterséges barlangon átszörgedező folyócskát és több tucatnyi kisebb vízesést is terveztek. A fenséges elképzelés szerint a közeli Havel folyóból táplált egyetlen nagy medence vize látta el a rendszert. A palota és kertépítésben járatos külhoni mesterek azonban képtelenek voltak a megfelelő szivattyúk és a csővezetékek elkészítésére.

A víz emelésére felvetődött a XVIII. század közepére már ismert gőzgép ötlete. A szakértők azonban gyorsan lemondtak a megbízhatatlan, robbanásveszélyes masináról, sőt a folyó áramlásával hajtott, hagyományos, de túl sokba kerülő lapátkerékes szivattyútelepről is. Végül többekévéssé használhatónak bizonyult a szélmalom vitorlákkal és körben járó lovak mozgatta, rásegítő járgányművel hajtott vízemelő rendszer, ám ez sem volt alkalmas a szükséges vízmennyiség folyamatos szállítására.

Teljességgel megoldhatatlannak tűnt a magasban lévő tároló töltése és az onnan történő vízelvezetés. A szükséges méretű fém csöveket a korabeli technológiákkal nem lehetett olcsón elkészíteni, a legjobb minőségű lucfenyő deszkákból, hordó formán összeállított csövek pedig nem viselték el a nagy víznyomást. Ugyancsak sorban repedtek szét a porosz erdők-ből válogatott, végig fűrt, megannyi vasbronceal körülpántolt fatörzsek is. Nem segítettek a hirtelen nyomáslökések megakadályozására a hálózatba épített, rézből készült széltartályok sem.

A király a régebbieket elcsapva új és még újabb szakértő mestereket szerződ-tetett, ám ezek valamennyien kudarcot vallottak. A vízrendszer botladozó kísérleteit aztán teljesen háttérbe szorította az évszázad legnagyobb nemzetközi konfliktusa, az 1756-ban kitört hétéves háború. A véres küzdelmek befejeztével a félbemaradt munkálatokat nem folytatták, a Sanssouci szökőkútjait csak 1841-ben helyezték üzembe, a vízsugarakat ekkor már gőzgép hajtotta szivattyú lövellte a magasba.

A művészetekért rajongó II. Frigyes igyekezett kora élenjáró tudósait is maga köré gyűjteni. Minden idők egyik legkiválóbb matematikusa, Leonhard Euler (1707–1783) 1741-től dolgozott Berlinben. A tudományos akadémia matematikai osztályának megszervezése és irányítása mellett számos gyakorlati feladatot kapott,

miközben éppen ezekben az években dolgozta ki a hidrodinamika alapjait.

A királyi kancellária poroszos pedantériával dokumentálta a vízrendszer építésének történetét. Az iratokban azonban sehol sem fordul elő Euler neve, nincs írott bizonyíték arra, hogy a matematikus részt vett volna a vízmű és a szökőkút munkálataiban. Eulernek a berlini akadémiához benyújtott, a csőben áramló folyadék viselkedését tárgyaló értekezése pedig egyértelműen bizonyítja, hogy a szökőkút terve kudarcra nem Euler hibája volt.

A folyadékreszcsekék között fellépő súrlódást elhanyagolva az ideális folyadék fogalmához jutunk. Euler a mozgás leírására Newton második törvényéből kiindulva állította fel a hidrodinamika differenciálegyenletét; ennek integrálásával adódik az áramlástan egyik legalapvetőbb összefüggése, a Bernoulli-egyenlet.

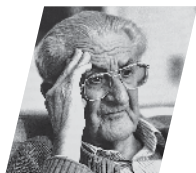
Euler a Sanssouci-ban elkövetett hibákkal szemben figyelmeztetéseket és javaslatokat fogalmazott meg. A vizet az ott használt szivattyúkkal és csövekkel nem lehetett egy lépésben a tárolómedencébe felnyomtatni, megfelelő szilárdságú anyagok és eszközök pedig nem álltak az építők rendelkezésére – a király már a kisebb költségű szilárdságtani kísérleteket sem engedélyezte.

A Sanssouci vízmű kudarcát századok óta az elmélet és a gyakorlat közötti áthidalhatatlan szakadék egyik példázataként emlegetik. Méltatlanul kevésbé ismert azonban, hogy Euler 1754-ban tervezett turbináját 1944-ben a sok évtizedes turbinagyártási tapasztalatokkal rendelkező Escher Wyss & Cie vállalatnál³ Jacob Ackeret⁴ megépítette. A cég laboratóriumában igen alapos üzemi kísérleteket végeztek. A mérések kiemelkedően jó eredményeket adtak: Euler turbinájának hatásfoka gyakorlatilag megegyezett az 1940-es években készült legjobb vízgépek hatásfokával! ■

IRODALOM

- 1 Vitruvius: Tíz könyv az építészetről, Képzőművészeti Kiadó, 1988 Budapest
- 2 Nyíró A.: Sextus Iulius Frontinus élete és tevékenysége, PhD ért. Pécsi Tudományegyetem, 2024, <https://pea.lib.pte.hu/server/api/core/bitstreams/80968ca3-deec-4e36-97aa-51e6cfa98894/content>
- 3 www.juaneloturrano.com
- 4 Roger D. Hansen: Water-related Infrastructure in Medieval London, www.waterhistory.org
- 5 E.A. Fellmann: Leonhard Euler, Birkhäuser Verlag, Basel-Boston-Berlin 2007
- 6 M. Eckert, Euler and the Fountains of Sanssouci. Archive for History of Exact Sciences 56 (2002), 451–468. Springer Verlag.
- 7 Svájce, Zürich.
- 8 1898–1981, a zürichi Műegyetemen az áramlástan tekintélyes professzora

2 1712–1786, 1740-tól haláláig uralkodott.



Dulácska Endre
1930–2026

Dulácska Endre, vagy ahogyan mindenki ismerte, Duli 1930. június 15-én született Budapesten, és 2026. augusztus 23-án, 96 éves korában távozott közülünk.

Szinte a pályára lépése kezdetétől haláláig meghatározó szereplője volt a tartószerkezet-tervező társadalomnak. Ez a pálya azonban nem indult könnyen: a háború lezárultával, a formálódó diktatúrában koholt politikai vádak alapján kétszer is megjárta a börtönt, így az érettségi letételéig is nehezen jutott el. Eredetileg gépészmérnöknek készült, de az Építézmérnöki Karra vették fel. Oda is csak pótfelvétellel, az előélete miatt.

Eközben már a Budapesti Városerőépítési Tervező irodában (a BUVÁTI-ban) dolgozott statikus szerkesztőként, mely 1950 és 1982 között a munkahelye volt. A diploma megszerzése után szerkesztőből tervező, szakosztályvezető, osztályvezető, majd helyettes főmérnök lett. Itt olyan munkatársakkal dolgozott együtt, mint Menyhárd István, Kollár Lajos, Fűzy Jenő és Tarnai Tibor. Ebben a közegben a mérnöki munka mellett a tudományos kutatás is része volt hétköznapi életének, így Duli 1975-ben megszerezte a kandidátusi fokozatot, majd 1983-ban a nagydoktori címet.

A BUVÁTI után 1983–1992 között a Tervezésfejlesztési és Technikai Építészeti Intézet (TTI) statikus főmérnöke lett. 1991-ben nevezték ki a BME Építézmérnöki Karának Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszékére tanszékvezetőnek. A kor szabályainak megfelelően 65 éves koráig, 1995-ig volt tanszékvezető, de a tanszékvezetői tisztség megszűnése után is változatlan kedvvel és intenzitással folytatta az oktatói munkát. 2000-től professor emeritusként vett részt a tanszék munkájában, melyben csak a Covid és a mozgását erősen korlátozó balesete jelentett akadályt az utolsó években, de még ezután is bejárt időről időre, hogy találkozni hallgatóival.

Tervezőmérnökként sok épületnek volt felelős statikus tervezője, de talán ennél is fontosabb volt a nagyszámú tartószerkezeti szakvélemény elkészítése. A gyakorló mérnöki munka mellett kutatási feladatokban is részt vett. Az elméleti és gyakorlati területen szerzett tapasztalatait több egymást követő szabványgeneráció összeállításában hasznosította, az Eurocode honosításának is aktív résztvevője volt.

Az „előélete” miatt sokáig nem volt reális alternatíva számára az egyetemi oktatói munka, de a rendszerváltás előtti években is részt vett a mérnöktovábbképzésben. A Tartószerkezeti Mesteriskola alapítója volt Kollár Lajos mellett. 1984-ben külsős oktatóként címzetes egyetemi tanár lett a BME-n, megkérdőjelezhetetlen szakmai tekintélye elismeréseként, 1991-ben már tanszékvezetőként lett egyetemi tanár.

Kutatómunkája nagyrészt a vasbetonszerkezetekhez kötődött, de foglalkozott alapozási problémákkal, stabilitási kérdésekkel,

földrengésvédelemmel, falazatokkal, faszerkezetekkel, héjszerkezetekkel és történeti szerkezetekkel is.

A rendszerváltás idején újjászerveződő Magyar Mérnöki Kamara megalapításában is részt vett. A Tartószerkezeti Tagozat első elnöke lett, emellett tagja volt az országos elnökségnek és számos más kamarai testületnek, bizottságnak is. Amíg ereje engedte, részt vett a tagozati elnökség munkájában.

Dulit egyformán nagyra becsülték a gyakorló mérnökök és az akadémiai közeg is. Köszönhető ez annak, hogy a mérnöki feladatokban mindig fáradhatatlanul kereste a problémák gyökerét, és elért eredményeit publikálta a szakmai közönség számára. A Kollár Lajossal közösen írt, a vasbeton héjak stabilitásvesztéséről szóló könyve nemzetközi szinten referenciának számít. A Bölcskei Elemérrel (1974) és Massányi Tiborral (1989, 2000) közösen szerkesztett Statikusok könyvének egymást követő kiadásai a régi magyar szabványokban szereplő előírásokat feldolgozó és magyarázó irodalmak, melyek a szakmai élet alapl művei voltak a közös európai szabvány bevezetéséig, és azóta is támpontot adnak a szakmagyakorlóknak. A Statikusok között ott volt és ma is ott van a statikus tervezők keze ügyében a legtöbb mérnökirodában. Írt cikkeket mély elméleti témákban a magas matematika eszközeinek felhasználásával, és közben más cikkekben bemutatta a szakértői és tervezői tapasztalatainak azokat az elemeit, melyek segítheték a többi mérnök munkáját. A tudásszomj és a tudásátadás határozta meg a munkáját az első szerkesztői feladataitól a professzor emeritusi évekig bezárólag. Mindig szívesen segített kollégáinak a felmerülő problémák megoldásában. Alapelve volt, hogy ha azonnal nem is tudott egy kérdésre válaszolni, elkezdett kutatni, hogy megtalálja a választ. Így vált legendává generációk számára.



Dr. Kelemen Tibor
1927–2026

Dr. Kelemen Tibor platinadiplomás, nyugdíjazott tanszékvezető egyetemi tanár, az Elektrotechnika tudományos folyóirat néhai főszerkesztője több évtizeden át meghatározó alakja volt közösségünknek. A BME Közlekedésmérnöki Kar Közlekedésautomatika Tanszékének vezetőjeként 1966-tól egészen 1991-es nyugdíjazásáig iránymutató munkát végzett. Tanári munkáját a szakmai igényesség, az elhivatottság és a hallgatók iránti őszinte figyelem és empátia jellemezte. Megszámlálhatatlan cikke és egyetemi jegyzete jelent meg, tanszékén iskolát teremtett, maradandót alkotott. Előadásai nem csupán tudást adtak át, hanem szemléletet is formáltak; köztiszteltben álló oktatóként a szakma meghatározó egyénisége lett.

Szakmai pályafutása is példaértékű volt. Egyetemi tanulmányait követően a Villamosipari Központi Kutatólaboratórium, majd a Villamosipari Kutató Intézet munkatársa lett. Ezt követő-

en a Műszaki Egyetem Különleges Villamosgépek Tanszékére került, ahonnan útja a Közlekedésautomatika Tanszékre vezetett. Munkássága során kiemelkedő szerepet vállalt az Elektrotechnika folyóirat életében is, amelyet főszerkesztőként rekord ideig, 31 éven át irányított, valódi tudományos lappá emelve azt. Szakmai tevékenységét 1962-ben az Egyesület Nívódíjával ismerték el. Személyében nemcsak egy kiváló tudóst és oktatót, hanem egy végtelenül jóindulatú, nagyszerű embert is elvesztettünk. Szellemi örökségét, emberségét és példamutatását tisztelettel, hálával és kegyelettel őrzi tanszékünk közössége.



Sümeghy Pál
1937–2026

1960-ban szerzett híd- és szerkezetépítő szakos mérnöki oklevelet. Jogosultságai: út-, híd-, vízgazdálkodási és magasépítési műszaki ellenőr. 1960–65: a Közlekedési Építő Vállalatnál (KÉV-METRO jogelődje) beosztott mérnök, majd építés vezető, magas- és mélyépítési kivitelezéseknél dolgozott (pl. Kvassay Vízzerőmű, kőbányai gőztávvezeték, atombiztos óvóhely építése).

1965–1970: a DUNABER-nél, majd jogutódjánál az Országos Vízügyi Beruházó Vállalatnál (OVIBER) kirendeltség vezető, később létesítményi főmérnök, műszaki ellenőrzési és beruházás szervezési feladatokat látott el. Feladatai: dunaújvárosi partfal helyreállítás (nagy volumenű földmunka, táró építés, vízszint süllyesztések, vízelvezetés). Ezt követően Zánkai Úttörőváros: víztelenítések és vízelvezetések.

1967-ben szabadalmi oltalmat nyert két társával egy akkor úttörő jellegű csatornajavítási eljárásra. Az eljárással több mint 18 km csatorna feltárás nélküli javítása készült el műanyag csővel.

1971–1979: a Közúti Beruházó Vállalatnál (UTIBER) beruházási főmérnökként 20–30 fős (mérnök-technikus) műszaki ellenőri-beruházás szervezési csoportot irányított.

Feladatai: M1 autópálya Bicske–Győr szakaszának építése, Dorog, Esztergom, Tata, Csorna, Kapuvár, Győr átkelési szakaszának korszerűsítése, M1 autópálya Budapest–országhatár közötti szakaszának előkészítése.

1979–1990: az OVIBER-nél területi referens, vállalkozási főmérnök, majd külkereskedelmi igazgatóhelyettesként export vállalkozások, majd 1984-től építési import vállalkozások szervezésével foglalkozott. Főbb projektek (esetenként csak közreműködés): Katsina vízellátó rendszerei (Nigéria), Harezza duzzasztómű vízi acél szerkezetei (Algéria), Dunai Vízlépcső rendszer fő létesítményei (dunakiliti munkagödör körülzárás, daru és hidraulika, alvízcsatorna kotrás előkészítése), nagymarosi vízlépcső export- és importügyeinek intézése a beruházás leállításáig.

1991–93: a Ganz Acélszerkezeti Vállalat által Bécsben alapított GANZ-Stahlbau GmbH. magyar ügyvezetője volt. 1992–93: először

mellékállásban, majd főállásban az osztrák Mayreder Bau GmbH. Magyarországi területi főmérnöke volt. 1993. június 1-jétől az ENCON Mérnök és Szolgáltató Kft. beruházási főmérnöke volt. Kisebb műszaki ellenőri csoportot vezetett. Főbb projektek: Debrecen városi vízi közműveinek fejlesztése 1995–2001. között. Tompa, Ártánd és Letenye határátkelők beruházásának lebonyolítása. 1994–2000. között az M1-M15 (Győr–országhatár) koncessziós autópálya minisztériumi műszaki-pénzügyi ellenőrzése, tanácsadás. 2003–2005: az UTIBER Kft. allebonyolítójaként a 4. főút abonyi elkerülő szakaszának mérnöki feladatai. 2006–2009: a budapesti útfelújítások és kapcsolódó közmű építések koordinálása, mintegy 500 km szakaszon.

Elismerések: Vízgazdálkodás Kiváló Dolgozója, Közlekedés Kiváló Dolgozója és Közúti Szakemberekért Alapítvány Életmű díja.

2000–2020. között oktatóként és vizsgáztatóként részt vett a BME Mérnöktoábbképző Intézetnél és a mérnöki kamaránál jogosultsági vizsgák szervezésében és lebonyolításában, oktatási anyagok készítésében.



Dr. Winter János
1940–2026

A bajai III. Béla Gimnázium után felvételt nyert az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Mérnöki Karának Mérnöki szakára. 1963-ban diplomázott, majd a Vízgazdálkodási Tanszék tanársegéde lett. 1968–69 között a Közép-Dunavölgyi Vízügyi Igazgatóság önálló irányító mérnöke volt, majd visszatért a Budapesti Műszaki Egyetem Vízgazdálkodási Tanszékére. 1970-ben műszaki doktori címet szerzett és a tanszék adjunktusa lett. 1996-ban docenssé nevezték ki. Nyugdíjba vonulásáig tanította az építőmérnokok generációit.

Egyetemi előadóként hidrológiát oktatott az esti és levelező tagozaton, a nappali földmérő szakon és a német nyelvű alapképzésben. Gyakorlatvezetőként hidrológiát, vízépítést, vízgazdálkodást, vízrendezést, öntözést, vízellátást, csatornázást oktatott. A nagymarosi hidrológiai (vízépítési) mérőgyakorlat vezetője volt 26 éven át. 12 mérnöktoábbképző és 15 szakmérnöki tanfolyamon adott elő. Hat egyetemi jegyzetet és egy könyvet írt (társ szerzőkkel). Főbb kutatási témái az alábbiak voltak: a matematikai statisztika hidrológiai alkalmazása, csapadéktörvények – eredményein 3 magyar szabvány alapszik – talajvíz, erózió, vízrendezés, hidrometria. Mintegy 80 kutatási jelentés összeállításában vett részt. 43 szakkikket írt (ebből 12 idegen nyelven) 30 előadást tartott (ebből 13 idegen nyelven). Németül, angolul beszélt, és orosz kandidátusi vizsgával is rendelkezett. Tagja volt a Hidrológiai Társaságnak, a Meteorológiai Társaságnak, a Mérnöki Kamarának, az Akadémiai Testületnek. Több egyéb kitüntetés mellett a Hidrológiai Társaság Pro Aqua emlékérmese.

Bátran, nyíltan, világosan

Kutatások szerint az emberek hetven százaléka kerül a nehéz beszélgetéseket. Egy új stratégia bevezetése, egy bértárgyalás vagy a munkaviszony megszüntetése mind olyan kommunikációs helyzetbe kényszerítenek, amitől sokan tartanak. A vezetők és dolgozók közötti nem megfelelő párbeszéd konfliktusok sorát eredményezheti, amelyek befolyással lehetnek a munkamórára, ronthatják a cég rentábilis működését és végső soron negatív hatást gyakorolhatnak a profitra is.



A *Bátran, nyíltan, világosan* – Asszertív kommunikáció a hatékony munkahelyi párbeszédért című kötet (Scolar Kiadó) segíthet abban, hogy felülkerekedhessünk a nehéz beszélgetések útjában álló akadályokon. A „hiteles párbeszéd” eszközeinek elsajátításával a beszélgetések kerülése vagy kudarca után áttörést érhetünk el. Amit megtanulhatunk: jobban tudjuk kezelni azokat a beszélgetéseket, amelyekről leginkább tartunk; hogyan készülünk fel a nehéz beszélgetésekre; hogyan építünk hidakat és erősítjük a kapcsolatainkat; hogyan térképezzük fel a többiek gondolatait; hogyan alakítsunk ki biztonságos teret, és hogyan simítsuk el a konfliktusokat.

Fedezzük fel az asszertív kommunikációban rejlő lehetőségeket! Alkalmazzuk a könyvben ismertetett eszközöket, melyek segíthetnek abban, hogy a legfontosabb kérdéseket is meg tudjuk vitatni másokkal, ezáltal szorosabbra fűzzük az emberi kapcsolatainkat.

A szerző, Sarah Rozenhuter vezetői tanácsadó, kommunikációs coach. Pszichológusként több mint húszéves tapasztalattal rendelkezik, és számos vállalattal dolgozott már együtt az állami, az üzleti és a nonprofit szférában.

Hiba és tökéletlenség

Ritter Dániel DLA építész a BME Építészmérnöki Kar Középépítészeti Tanszékén 2016-ban végzett okl. építészmérnöként. Diplomamunkáját a Média Építészeti Díja Községdíj tervkategóriájának finalistái közé választották. A BME Építőművészeti Doktori Iskolában 2018–2023 között folytatta tanulmányait Balázs Mihály Kosuth-, Ybl- és Prima Primissima díjas építész témavezetése mellett. Doktori disszertációjának témája a tervező és a szakértő mérnökök számára is figyelemre méltó: a tökéletlenség és a hiba fogalma az építészetben. A RITTER Architects irodát 2020-ban alapította. Tervezőirodai munkája mellett több magyar és nemzetközi pályázat és

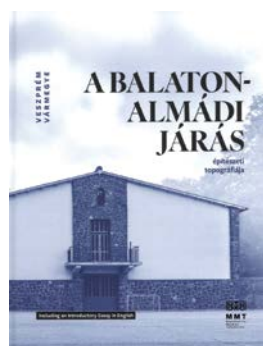


lakóépület fűződik a nevéhez. A TERC Szakkönyvkiadó gondozásában megjelent *Hiba és tökéletlenség* című, fotókkal gazdagon illusztrált kötete nem hagyományos szakkönyv, hanem érzékeny és inspiráló gondolkísérlet. A „nem tökéletes” az élet egyik alapvető attribútuma, ez foglalkoztatja a fiatal építészmérnököt, aki szerint ez alkotó energiává fordítható. Azokat a kollegákat szólítja meg, akik mernek másképp nézni a világra, nyitottak arra, hogy a tökéletlenség nem feltétlenül hiba, hanem egy másik út a teljességhez. A szerző négy kategóriába sorolja a tökéletlenség különböző megnyilvánulásait – talált, szándékos, megengedő és változó –, hogy bemutassa, hogyan lehet a véletlenszerűség és az esendőség az alkotás szerves része. A művet tanulmányozva újfajta nézőponttal szembesülünk, amely a hiba és a tökéletlenség mögött rejlő mélyebb tartalmat és szépséget hirdeti – legyen szó építészetről, építményekről, vagy akár magáról az életünkről.

A balatonalmádi járás építészeti topográfiája

A műemléki vagy építészeti topográfia olyan tudományos módszer és gyakorlat, amely az épített örökség területi alapú, rendszeres összeírását, dokumentálását és elemzését végzi. Alapvetően az épületek és azok tartozékainak helyhez kötött, tehát térbeli szempontokat figyelembe vevő leltározása. A Magyar Művészeti Akadémia, az Építési és Közlekedési Minisztérium és a Magyar Építészeti Múzeum és Műemlékvédelmi Dokumentációs Központ 2024-ben indította útjára az Országos építészeti topográfia címet viselő programot, mely több évtizedes adósságot törleszt, hiszen Magyarországon az 1950-es évek óta nem volt példa ilyen átfogó topográfiai programra. Az alapkutatás hosszú távú célja a hazai épített környezet teljes körű leltározása, az adatok tudományos értékelése, az eredmények rögzítése egységes adatbázisban, és a 174 hazai járás építészeti kincseit bemutató 174 könyv közzététele sorozat formájában.

A Magyarország műemléki topográfiája sorozatban a MÉM MDK gondozásában elsőként *A balatonalmádi járás építészeti topográfiája* című album készült el, szerkesztői Galamb Zsuzsanna és Jankovics Norbert műemlékvédelmi szakértők. A művet rengeteg fénykép, épületmetszet és infografikai térképskiccs teszi látványossá. A kötet a szigorú tudományos alaposság mellett minden érdeklődő számára jól olvasható, vonzó formában mutatja be a régió építészetét. Kiváló forrásként és kézikönyvként használhatják a helytörténészek, építészek, mérnökök, műemlékvédelmi szakemberek és a Balaton-felvidék iránt érdeklődők.



Duli90

**A Magyar Mérnöki Kamara Tartószerkezeti Tagozata
gondozásában 2023-ban megjelent a DULI 90 című kötet.**

A dr. Dulácska Endre mérnöki alkotótevékenységét, kutatói és oktatói pályáját összefoglaló,
legfontosabb publikációit bemutató, 480 oldalas szakmai kötet
8780 Ft-os áron megvásárolható vagy megrendelhető a mérnöki kamaránál:
e-mail: dubniczky.miklos@mmk.hu; 1118 Budapest, Budaörsi út 125/A.



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

DUBNICZKY MIKLÓS

REPÜLŐOLLÓ

MEGJELENT!

Megjelent lapunk főszerkesztője,
Dubniczky Miklós első regénye.

A *Repülőolló* lélektani regény
arról, hogyan él tovább
a felnőttben az a gyerek,
akiről azt hitte, régen
mögött hagyta.

*A test
emlékezik.*



KAPHATÓ

a Libri és a Lira könyvesboltjaiban,
valamint az online könyvruházakban.



E-könyvként is megjelent,
elérhető a DiBook kínálatában.

Eleven

KIADÓ



31. BUDAPESTI NEMZETKÖZI
KÖNYVFESTIVÁL

TALÁLKOZZUNK A KÖNYVFESTIVÁLON!

2026. október 3. • 13:00–14:00

HUNGEXPO • Janikovszky Éva dedikálópont – Galéria