

innotéka mélyépítés

4. ÉVFOLYAM

2018/1



A hódmezővásárhelyi elkerülő és külön szintű körhíd
Az M3-as metróvonal északi szakaszának rekonstrukciója
A Puskás Ferenc Stadion szerkezetépítése
A klímavédelem és a közmű-rekonstrukció kapcsolata

910 Ft



Lapcsaládunk kiadványai



Innotéka magazin
Tudományos, innovációs havilap



Innotéka Mélyépítés szaklap



Innotéka magazin különszámok

Jelen
vagyunk.

Projektjei
bemutatása

a
legjobb
helyeken,

akár
angol
nyelven

is, az

innoteka.eu
oldalon.



Alagút- és Mélyépítő Szakmai Nap 2018

A Magyar Alagútépítő Egyesület szervezésében



MEGHÍVÓ

A Magyar Alagútépítő Egyesület 2018-ban ismét megrendezi az Alagút- és Mélyépítő Szakmai Napját, melyre tisztelettel meghívjuk Önt és munkatársait.

A Szakmai Napot 2018. november 7-én, az előző évhez hasonlóan, a Benczúr Hotelben (1068 Budapest, Benczúr utca 35.) tartjuk.

Rendezvényünket az először 1994-ben, majd azt követően rendszeresen a TU-TI Bau Kft. által szervezett „TUTI Napok” folytatásának tekintjük. A korábbi összejövetelekhez hasonlóan idén is szeretnénk bemutatni a felszín alatti műszaki létesítmények aktuális hazai és egyes érdekes külföldi tervezési, kivitelezési példáit és azok tapasztalatait.

Az idei rendezvény programját a következő témák köré csoportosítjuk, melyekhez várjuk előadásaikat:

- Alagutak és mélyépítési létesítmények a hazai és nemzetközi, országos és városi közlekedés fejlesztése területén; befejezett, készülő vagy előkészítés alatt lévő alagutak és más földtani létesítmények.
- Föld alatti terek hasznosítása ipari, energiagazdálkodási, tárolási, parkolási, egyéb célokra, beépített és nem beépített területeken.
- Az alagút- és mélyépítési projektek minőségbiztosítási kérdései.
- Föld alatti terek építésénél alkalmazott speciális mélyépítési technológiák és eljárások.
- „Kalandorok a világban” – várjuk a külföldön dolgozó magyar szakemberek tevékenységéről szóló beszámolókat.

A Szakmai Napra jelentkezhet előadással, melynek anyagait feltöltheti, részvételi szándékát jelezheti és további információkat kaphat a <http://mae-nap2018.hu> honlapon.

A rendezvényen helyet biztosítunk kereskedő-, anyaggyártó cégeknek kiállításra, promóciós szakmai eladásra.

Várjuk jelentkezését résztvevőként, előadóként, kiállítóként, illetve támogatóként.

A szervezőbizottság nevében tisztelettel:

Dr. Horváth Tibor MAE-elnök

Magyar Alagútépítő Egyesület,
a Nemzetközi Alagútépítő és Felszín Alatti Terek
Egyesület (ITA-AITES) magyarországi egyesülete

Cím: 1024 Budapest, Lövház utca 37.
Levelezési cím: 2000 Szentendre, Ady Endre u. 44/B
Telefon/fax: + 36/26-319-368
www.ita-hun.hu • geovil@geovil.hu



Infrastruktúra

A közösségi közlekedési sávok
pályaszerkezeteinek
tervezési problémái 4

Az M3-as metróvonal
északi szakaszának
rekonstrukciója 9

Összehangolt műveletek 14

Műtárgy

A Puskás Ferenc Stadion
szerkezetépítése 18

A hódmezővásárhelyi elkerülő
és külön szintű körhíd 22

Közmű

A klímavédelem
és a közmű-rekonstrukció
kapcsolata 26



37



42

Anyag és technológia

Vasbeton szádfal bemutatása 30

Dinamikus konszolidáció
és részleges talajcsere (tömörített
talajzóna és kőtörmény) eljárás 37

Megújul a Blaha Lujza tér 41

Portré

Az uránbányától Bataapátiig
– Kovács László 42

INDEX

Magyar Alagútépítő Egyesület	1
Mecsekérc Zrt.	B4
Mélyépítő Labor Kft.	35
MFL Hungária Kft.	35
Penta Általános Építőipari Kft.	41
pro Montel Zrt.	14–17
Robotechnika Kft.	35
Sakret Hungária Bt.	36
Swietelsky Vasúttechnika Kft.	9–13
Utiber Kft.	22–25
West Hungária Bau Kft.	18–21
Wolf System Építőipari Kft.	36

Címlapkép: A 45-ös út végcsomópont
körforgalmi hídja. Forrás: Utiber Kft.

IMPRESSZUM

Felelős kiadó
Innotéka Kiadó, Disszeminációs
és Médiaügynökség Kft.

Ügyvezető
Jung Péter
jung@innotekamelyepites.hu
30/902-8966

Főszerkesztő
Kertész Bernadett
kertesz@innotekamelyepites.hu
30/902-8930

Korrektor
Szabó Márta

Művészeti vezető
Garamszegi Krisztina
30/902-8812

Hirdetésfelvétel
Budai Krisztina
budai@innotekamelyepites.hu
30/902-8931

Szerkesztőség
1034 Budapest, Bécsi út 126–128.
melyepites@innotekamelyepites.hu
innotekamelyepites.hu

Nyomdai munkák
Prime Rate Kft.

ISSN 2416-2027

Előfizethető az innotekamelyepites.hu
honlapon vagy a melyepites@
innotekamelyepites.hu címen.

A fizetett anyagok tartalmáért a kiadó
felelősséget nem vállal.

Lapunkat rendszeresen
szemléli a megújult

OBSERVER
www.observer.hu

IMEDIA

BALOG PÉTER infrastruktúra-építőmérnök MSc hallgató
(BME ÉMK), közlekedésmérnök MSc hallgató (BME KJK)
pbalog1993@gmail.com

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

DR. LIEGNER NÁNDOR tanszékvezető, egyetemi docens
liegner.nandor@epito.bme.hu

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Építőmérnöki Kar Út- és Vasútépítési Tanszék

Kiemelten fontos az egyes közlekedési ágak közötti átjárhatóság műszaki feltételeinek biztosítása

A közösségi közlekedési sávok pályaszerkezeteinek tervezési problémái

A közlekedési módváltás során az egyik legfontosabb szempont az utazással töltött idő, mely a közösségi közlekedés esetében az előnyben részesítéssel és az átszállási idő lerövidítésével, annak minőségének javításával csökkenthető. Néhány éve kezdtek el megjelenni Magyarországon a közösségi közlekedési sávok, melyek előnyei rövid távon érezhetők közlekedési rendszer szinten, azonban az infrastruktúra kialakításánál – különösen a pályaszerkezetek esetében – folyamatos problémát okoznak az üzemeltetőknek.

1. kép. Villamos, trolibusz és autóbusz együtt állása Szegeden, a Dugonics téren





agyvárosaink forgalma, mind az egyéni, mind a közösségi közlekedésben, az elmúlt években folyamatosan, drasztikusan növekszik, és ez sokszor kellemetlen forgalmi dugókhoz vezet. A kötöttpályás közlekedés számára biztosított az elkülönített pálya, így azok kevésbé érzékelik a közúti forgalmi dugókat, azonban az autóbuszok és a trolibuszok, mivel közös felületet használnak a személygépjárművekkel, sokkal inkább ki vannak szolgáltatva a városi forgalmi helyzeteknek. Az autóbuszoknak és trolibuszoknak a közúti vasúti pályán biztosított közlekedési lehetőség biztosítja a védett pályán történő eljutást a megállóhelyek között, továbbá a városokban oly fontos területhasználat szempontjából is kedvezőbb. A *közösségi közlekedési sávok* – amikor egy felületen közlekednek villamosok, autóbuszok és trolibuszok – egy újfajta szemlélet terjedését jelentik a közlekedésben (1. kép).

Rövid időn belül jelentkeztek az első problémák

A néhány évvel ezelőtt megvalósult szegedi nagyprojekt során átépített közúti vasúti pályák üzembe helyezése után pár hónappal, tehát rövid időn belül kezdtek el jelentkezni a közutakon is jellemző burkolati hibák, valószínűsíthetően a közösségi közlekedési sávokban üzemszerűen közlekedő autóbuszok miatt. Budapesten is több olyan pályaszakasz van, ahol a közúti vasúti közlekedés mellett valamilyen közúti forgalom is bonyolódik, így itt is megjelentek a szegedihez hasonló problémák (1. táblázat).

A burkolati hibák a bazaltbeton pályaszerkezetek esetében repedéseként jelentkeztek, ezeket az üzemeltető repedéskezelésekkel próbálta karbantartani, azonban a repedések minden esetben tovább fejlődtek. Az aszfalt kopórétegekkel épített pályaszerkezetek esetében a legjellemzőbb hibakép, hogy az aszfalt elválk a bitumenkiöntéstől, illetve a sínszáltól, emiatt a víz befolyik ezekbe a hézagokba, így okoz problémákat, további repedéseket, kátyúsodást. A megállóhelyeken az autóbuszok és trolibuszok beállásának megfigyelésekor tapasztaltuk, hogy a közúti járművek tengelyhossza (az abroncsokat is beleértve) akkora, hogy a jármű abroncsai a sínszál külső felétől 20-30 cm széles-

1. táblázat. Bejárt és vizsgált közösségi közlekedés sávszakaszai

Szeged	Budapest
Kossuth Lajos sugárút	Krisztina körút
Tisza Lajos körút	Bartók Béla út
Anna-kúti csomópont	Múzeum körút
Dugonics tér	Böszörményi út
	Ady Endre út

ségű burkolatsávot terhelnek leginkább, továbbá elmondható, hogy a közúti vasúti járművek által keltett rezgések is ebben a 20-30 cm széles sávban veszik igénybe a legjobban az itt található egyes pályaszerkezeti rétegeket. A jelenség a 2. képen látható.

A tervezők a tervezés során maradéktalanul betartották a magyar előírások rendszerét: a felépítményi rendszerek kiválasztásánál katalógusszerűen tudtak választani, ezt a BKV Sárga könyv által javasolt pályaszerkezetek alapján tudták megtenni (a szegedi közúti vasúti üzemnek nincs saját műszaki előírási rendszere). A felépítményi rendszereket Magyarországon akkor lehet használni, ha azok rendelkeznek érvényes megfelelőségvizsgálati dokumentumokkal. Ezek a vizsgálatok laboratóriumi munkarészeket és számításos igazolásokat is tartalmaznak, melyek alapján meghatározhatóak az egyes rendszerek jellemzői és beépítési kritériumai. A beton alaplemezeket, melyek minden pályaszerkezeti megoldás alapvető szerkezeti elemei, a Magyar Szabványok és az Eurocode alapján méretezik.

A hibák megjelenése óta folyamatosak a garanciális és javítási munkák a vizsgált közúti vasúti pályákon, ezeket a beavatkozásokat tanítási időben, munkanapokon a forgalom nagysága miatt nem lehet elvégezni, így például minden nyáron volt munkavégzés Szegeden az átadások óta. Üzemeltetői és városi szempontokat figyelembe véve ez nem túl kényelmes, hiszen minden egyes munkavégzés forgalmi tereleést, időszakos közlekedési változásokat okoz, melyeknek többletköltségei vannak üzemeltetői és felhasználói oldalon is.

2. kép. A buszok abroncsainak általános pozíciója a közúti vasúti pályákon



Sérülésmentes pályalemezek

A Szegeden alkalmazott felépítményi rendszereket a hazai szabványok és a megfelelőségvizsgálatokban javasoltak szerint építették be, így a gumiköpenyes pályaszerkezetek esetében 8-10 cm vastag, először vasalatlan felső bazaltbeton kopóréteget építettek be. Ez alatt az alsó vasbeton pályalemez vasalással van ellátva, mely általánosan 27–30 cm vastag. Az építés során a vágányzatot befűggesztik, irányban és fekvésben szabályozzák, a vasalás szerelése után építik be a beton pályalemezt és kopóréteget. A gumiköpeny és betonrétegek között fizikai kapcsolat nincs.

Szegeden a Tisza Lajos körúton és Budapesten a Múzeum körúton alkalmazott pályaszerkezetet 2 × 4 cm aszfalt kopó- és kötőréteggel alakították ki, a sínfej alsó síkjáig felérő kamragumielemezek és az aszfalt között bitumen- vagy gumis kiöntést alkalmaztak. Az aszfaltrétegek alatt két rétegben, 30 cm vastagságban alapbetont, illetve vasbeton pályalemezt építettek be. Az alapbeton és vasbeton pályalemez között általában valamilyen elválasztó réteget (pl. geotextíliát) alkalmaznak.

Általánosságban elmondható, hogy a garanciális munkák során kibontott felső kopó- és kötőrétegek alatti vasbeton pályalemezek és egyéb alaprétegek minden esetben sérülésmentesek voltak, ami logikus és elvárható, hiszen ezek megfelelőségét – többnyire az üzemeltető vagy megrendelő kérésére – statikailag igazolni kell, mely számítások tartalmazzák a közúti járművek okozta többletterhelések figyelembevételét.

Közúti burkolati hibák vasúti pályákon

A korábban már említett módon csak burkolati hibákról beszélhetünk, hiszen általánosságban csak a kopó- és kötőrétegek, illetve kopórétegek aszfalt- és bazaltbeton burkolatok sérülnek. Ezek a felületek folyamatosan érintkeznek a közúti járművekkel, tehát kezelhetőek közúti burkolatokként, az itt keletkező hibák pedig jellegzetes közúti burkolati hibákként (2. táblázat).

Bazaltbeton kopórétegek esetében Szegeden a legjellemzőbb hibaforma a repedésképződés volt, melyből a később kialakulható komolyabb burkolati problémákat az üzemeltető folyamatos repedéskezeléssel próbálja megelőzni. A repedések általában a sarkok mentén, azok letörésével indulnak el, ezekből jellemzően további kereszt-, illetve hosszirányú repedések fejlődnek ki, melyek rövid időn belül az egész felületre kiterjedő hálós repedésképet mutatnak (3. kép). A kiépítéskor nem került vasalás a bazaltbeton kopórétegekbe, azonban a garanciális javítások során az üzemeltető kérésére vasalás, illetve a pályalemezzel lehorgonyzás került lehelyezésre az egyes betontáblákban, melyek így



3. kép. Repedéskezelés utáni bazaltbeton burkolat Szegeden, a Kossuth Lajos sugárúton

szemmel láthatóan ellenállóbbak a fokozott közúti forgalom hatásai-val szemben, ám több helyen hullámos kopás jelent meg a sínfejeknél ezeken a helyeken.

A hengerelt aszfaltburkolatok esetében legjellemzőbbek a burkolatszél és a sínzál melletti bitumen vagy gumi kitöltő anyag közötti rések képződése, melyek a víz által később szélesebb repedésekké, szélsőséges esetekben kátyúkká mélyülnek (4. kép). A Tisza Lajos körúton problémát okoztak a nyomtávartató rudak is, ezeken a pontokon ún. keménypontok alakultak ki, kevésbé voltak hajlamosak az utótömörödéssre, emiatt a közvetlen környezetben a lehajlásokból adódóan további repedések jelentek meg a burkolaton.

Szegeden alkalmaztak öntött aszfalt kopórétegeket is, melyek nyaranta hajlamosak voltak a nyomvályúsodásra (5. kép), de a hengerelt aszfalt kopóréteghez hasonlóan itt is jelentkeztek a sínzál környezetében az elválások, megnyílások.

Autóbuszok csúcsidőben másfél percenként

Szeged helyi közösségi közlekedési menetrendje alapján két szakasz forgalmát vizsgáltuk meg, ezek a Kossuth Lajos sugárút Vársárhelyi Pál utca és Rókusi templom megállóhelyek közötti bazaltbeton kopóréteggel kiépített szakasz, valamint a Tisza Lajos körút Dugonics tér és Centrum Áruház közötti hengerelt aszfalt kopóréteggel épített szakasz. A Kossuth Lajos sugárúti közösségi közlekedési sávot autóbuszok és közúti vasút, a Tisza Lajos körúti előnyben részesített sávokat autóbusz, trolibusz és közúti vasút is használja.

2. táblázat. Alkalmazott burkolatok összefoglalása pályaszerkezet-típusonként

Alkalmazott felépítmény típusa	Helyszín	Alkalmazott burkolat típusa	Tapasztalt burkolati hibák
bebetonozott talpfás vágány	Szeged, Dugonics tér	10 cm hengerelt aszfalt	repedések, kátyúsodás
többsínes, nagypaneles	Budapest, Böszörményi út	18 cm vasbeton lemez	repedések, letörések
alaplemezen fekvő, korlátozott szorítóhatású leerősítéssel készült	Szeged, Tisza Lajos körút; Budapest, Múzeum körút	2 × 4 cm hengerelt aszfalt; 2 × 4 cm öntött aszfalt	repedések, kátyúsodás
kapcsolószer és nyomtávartató rúd nélküli gumiköpenyes folyamatos sínágyazású	Szeged, Kossuth Lajos sugárút	8–10 cm bazaltbeton (vasalatlan)	repedések



4. kép. A sínszál-burkolat kapcsolatból kiinduló burkolati hibák Budapesten, a Múzeum körúton

A Kossuth Lajos sugárúton csúcsidőben (7 és 8 óra között) 10 autóbussz és 2 közúti vasúti viszonylat közlekedik, ez egy irányban 16 autóbussz és 13 villamos járművet jelent óránként.

A Tisza Lajos körúton ez a szám nagyobb: csúcsidőben, 7 és 8 óra között irányonként 16 autóbussz és 24 trolibusz közlekedik (utóbbiak többsége ráadásul csuklós jármű), emellett 9 db villamos járat is érinti ezt a vonalszakaszt.

Ha ezt a 40 db buszt kiindulási adatnak tekintjük, az Aszfaltburkolatú pályaszerkezetek méretezése és megerősítése című Útügyi Műszaki Előírás (ÚME) alapján számolható a tervezési forgalom (TF), mely 21 352 500 F_{100} egységtengely áthaladásra adódik. A kapott mennyiség alapján az útszakasz a K (különösen nehéz) forgalmi terhelés osztályba tartozik.

Amennyiben a vasúti pályaszerkezetben a sínszál alatti vasbeton lemezrétegeket az útépítésben használatos soványbeton alapréteggel azonosítjuk, ebben az esetben az ÚME 19 cm öszszvastagságú aszfalt-

réteget ír elő, melyhez képest a Tisza Lajos körúton kopó- és kötőrétegetként mindösszesen 4-4 cm vastagságú aszfaltréteget építettek be.

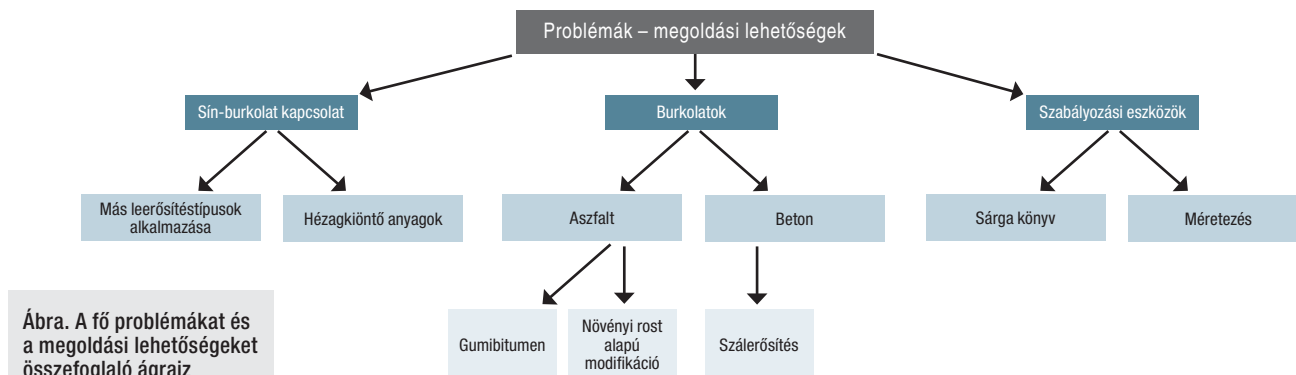
Egységesíthető megoldásokat kell sürgősen találni

Az eddig ismert tapasztalatokból kiindulva a problémákat három fő csoportba sorolva lehetne keresni a megoldási lehetőségeket (*ábra*). A három fő csoport, ahol a vizsgált témában a legtöbb probléma a sín-burkolat kapcsolat, a kopó- és kötőrétegbe beépített burkolatok szerkezete, minősége és a szabályozási eszközök tekintetében jelentkezett.

A közutakon alkalmazandó burkolatokat az Útügyi Műszaki Előírások részletesen ismertetik, egy-egy útszakasz pályaszerkezeti rétegeinek méretezését könnyen végre lehet hajtani ezek alapján. A közúti vasúti felépítmények használhatóságát a megfelelőségi vizsgálatok igazolják, az alépítményben található pályalemezek megfelelőségét statikai számítá-

5. kép. Nyomvályúsodás és a sínszál melletti károsodások az Anna-kúti csomópontnál Szegeden





sokkal igazolni kell (ezek esetében figyelembe kell venni a közúti forgalom terhelő hatásait). Két jól részletezett, külön közúti és vasúti előírárendszer áll rendelkezésre tehát, azonban a kettő közötti átjárhatóság elméletben nem valósul meg, így sem az Útügyi Műszaki Előírások, sem a közúti vasúti felépítményi megfelelőségi vizsgálatok és szabványok nem rendelkeznek a közösségi közlekedési sávok esetében alkalmazandó pályaszerkezeti megoldásokkal kapcsolatban, különös tekintettel a vágányban található kitöltő burkolati rétegekről. Fontos megjegyezni, ha a közúti burkolatok felől közelítjük meg a problémákat, egyáltalán nem tekinthető geometriailag homogénnek a burkolat, sem horizontálisan, sem vertikálisan a sínszálak és azok környezete miatt, tehát a vágányközéphez nem garantálható a burkolati rétegek esetében alkalmazott katalógusrendszer megfelelősége. Meg kell tehát vizsgálni, hogy milyen más, analitikus pályaszerkezet-méretezési eljárásokon alapuló módszereket lehet a jövőben alkalmazni, így figyelembe venni a geometriai kötöttségeket, a pályaszerkezet inhomogenitását és a fokozott igénybevételeket.

A technológiai eszközöket illetően már több sikeres vagy kevésbé sikeres módszert ismernek az üzemeltetők, hiszen a garanciális munkák során több lehetőséget is kipróbáltak már. Példaként említhető Szegeden a Dugonics téri megállóhely esete, ahol először az ipari padlóknál sikeresen alkalmazott Densiphalt burkolattal történt javítás, ez azonban már 2-3 hónap alatt elkezdett morzsolódní. Később szálerezített betonburkolatot építettek be ide kopórtelegként, mely közel 3 év távlatában kedvező tapasztalatokat mutat, azonban kiépítési költségei magasabbak az eddig alkalmazott megoldásokhoz képest. Később Budapesten, a Bartók Béla út felújításánál is alkalmazták ezt a technológiát, mely további kedvező tapasztalatokat mutat a témakörrel kapcsolatban. Aszfaltok esetében, hasonló módon, megoldás lehet modifikálószerkek használata, melyek a geometriai kötöttségek és a fokozott igénybevételek esetén is segíthetnek az aszfaltkeverék teherbírásiának növelésében, nem mellesleg a bedolgozás hatékonysága is fokozható.

Svédországban épült közúti vasúti pálya próbaszakasz növényi rost alapú modifikált felső burkolati rétegeiben, de Grazban is készültek már pályaszakaszok modifikált keverékekkel. Autópályákon a fokozott nehéz-tehergépjárművek okozta hatások miatt gyakran használnak SMA aszfaltkeverékeket (zúzalékvasas masztixaszfalt), ezek beépíthetőségének, felhasználhatóságának vizsgálata, megfontolása javasolt lehet a jövőben. Az együttműködést segítheti, ha aszfaltrétegek esetében törekszünk minél vastagabb beépített rétegek előállítására, illetve a függőleges síkú gumiköpeny vagy kamraelem és burkolat csatlakozásokat megtörjük. Erre jó példa az RCS Phoenix rendszer. Németországban a pályaépítések során 15–20 cm aszfaltvastagságokkal dolgoznak, továbbá a rendszer előnye, hogy a gumiköpeny geometriája leköveti a sínszálakat, így az nem függőleges síkkal érintkezik az aszfalttal. Az aszfaltburkolat és a sínfejek közötti hézag kiöntésére Szegeden sikeresen alkalmaztak olyan kiöntőanyagokat, melyek fizikai kötést valósítanak meg, sokkal tartósabbnak bizonyultak, mint a bitumenes fugák vagy gumifugák.

Összefoglalás

A burkolatok esetében a jövőben meg kell vizsgálni annak lehetőségét, hogy milyen módszerekkel, hogyan lehet ilyen különleges geometriai és terhelési viszonyok között méretezést elvégezni, továbbá figyelembe venni a közúti járműterhek statikus és dinamikus hatásait is. Olyan technológiákat kell alkalmazni, melyeket a szakma már sikerrel épített be nagy terhelésű közúti pályaszakaszokon. Vizsgálni kell a burkolatok és a sín kapcsolatát, ennek vizsgálatát be kell építeni a hazai megfelelőségvizsgálatokba. Kiterők környezetében gyakran találkozunk szabálytalan geometriai alakzatokkal a burkolatban, itt különös tekintettel kell lenni a minél nagyobb felületek készítésére és a hézagolás precíz kialakítására.

Szabályozás tekintetében rengeteg a hiányosság a közösségi közlekedési sávokkal kapcsolatban: a Sárga könyv nem egységes magyar közúti vasúti előírás, így az utóbbi évek fejlesztései során gyakran eltérő műszaki megoldások születtek a magyar közúti vasúttal rendelkező városokban, továbbá az Útügyi Műszaki Előírások sem adnak tájékoztatást az ehhez hasonló közlekedésüzemi rendszerekről. Így a továbbiakban szükségessé válik, hogy valamilyen dokumentumban konkrét szabályozás szülessen, melyben a pályaszerkezeti megoldásokra is ajánlások, esetlegesen a méretezési kérdésekre is válaszok találhatók.

A közúti vasúti pályaépítések során, különös tekintettel a közösségi közlekedési sávokra, fokozottan oda kell figyelni a minőségi anyagválasztásra, valamint munkára, hiszen a jól alkalmazott megoldások hosszú távon üzembiztos közlekedési felületeket adhatnak. A beton-aszfalt kompozit burkolatok alkalmazása hosszú távon is reális lehet, ám csak akkor, ha ennek feltételei adottak lesznek. ▀

Irodalom

Dávid Milán: Rugalmas sínágyazású közúti vasúti kiterő-pálya-szerkezet tervezése és kivitelezési technológiájának elkészítése. BME, Budapest, 2015.

BKV Sárga könyv. (Hozzáférés: BME Út- és Vasútépítési Tanszék; Budapesti Közlekedési Vállalat, Budapest, 2000.)

Szeged Megyei Jogú Város közlekedési hálózata. Az SZKT Kft. engedélyével; az alaptérképet készítette: Makadám 2000 Kft.

Szeged Megyei Jogú Város helyi közösségi közlekedési menetrendje 2017. január 1-től.

Németh Zoltán Ádám: Méretezés, villamospálya autóbuszoknak. Innorail Magazin, 2014/2.

Balog Péter: A közösségi közlekedési sávok pályaszerkezeteinek tervezési problémái. TDK dolgozat. BME, Budapest, 2017.

SZERZŐ: BENCZE ÁRON

Szigorú kritériumrendszer mellett teljes körű megújulás

Az M3-as metróvonal északi szakaszának rekonstrukciója

Az M3-as metróvonalon munkanapokon félmillióan utaznak. A több évtizeden keresztül korlátozott keretek között fenntartott vonal átfogó rekonstrukciója keretében új, korszerű pályaszerkezet épül, az elektromos rendszer teljes körű felújítására kerül sor, valamint korszerűsítik a biztosítóberendezéseket és a távközlő rendszereket is. A munkálatok részleteiről **Hernádi Pétert**, a Swietelsky Vasúttechnika Kft. projektvezetőjét kérdeztük.

Milyen feladatokat vállalt a Swietelsky Vasúttechnika Kft. a 3-as metróvonal teljes vasúti alagútjának felújítására vonatkozó vállalkozói szerződésben?

–A megkötött szerződés az alagúti, vágányépítési munkákra, a biztosítóberendezés felújítására, a vasúti távközlési és központi diszpécsrendszer korszerűsítésére egyaránt vonatkozik. A 17,3 kilométer hosszú M3-as vonal Magyarország legjelentősebb kötőpályás közösségi közlekedési infrastruktúrája, munkanapokon valóban több mint félmillió utas használja, azaz a járat szerelvényein többen utaznak naponta, mint az ország összes vasútvonalán együttvéve. Jelenlegi formájában 1990 óta létezik a vonal, ekkor adták át ugyanis az Árpád híd–Újpest-Központ közötti szakaszt, ahol a rekonstrukció éppen elkezdődött. A metró pályáját, állomásait, műszaki berendezéseit és szerelvényeit az üzemeltetést végző BKV Zrt. hozzáértő szakemberei folyamatosan, mintegy három-négy évtizeden keresztül lelkiismeretesen karbantartották, ennek ellenére az eltelt idő és a forgalom hatására azok elhasználódtak és elavulttá is váltak. A metróvonal olyannyira részét képezi a főváros életének, hogy csak szakaszosan lehet kiváltani, ezért több, egymást követő ütemben történik meg a teljes vonal felújítása, valamennyi munka végső átadás-átvételi határideje a szerződés szerint 2020. augusztus 24.

2017. szeptember 4-én írták alá a szerződéseket, a munka terület átadása a metróvonal északi szakaszán pedig november 6-án történt meg. Milyen előkészületi feladatokra volt elég ez a két hónap?

–Ezt a hatvan napot a munkába veendő szakasz teljes feltérképezésére, megismerésére szántuk. Az 1970 és 1990

A metrórekonstrukció felszíni munkái

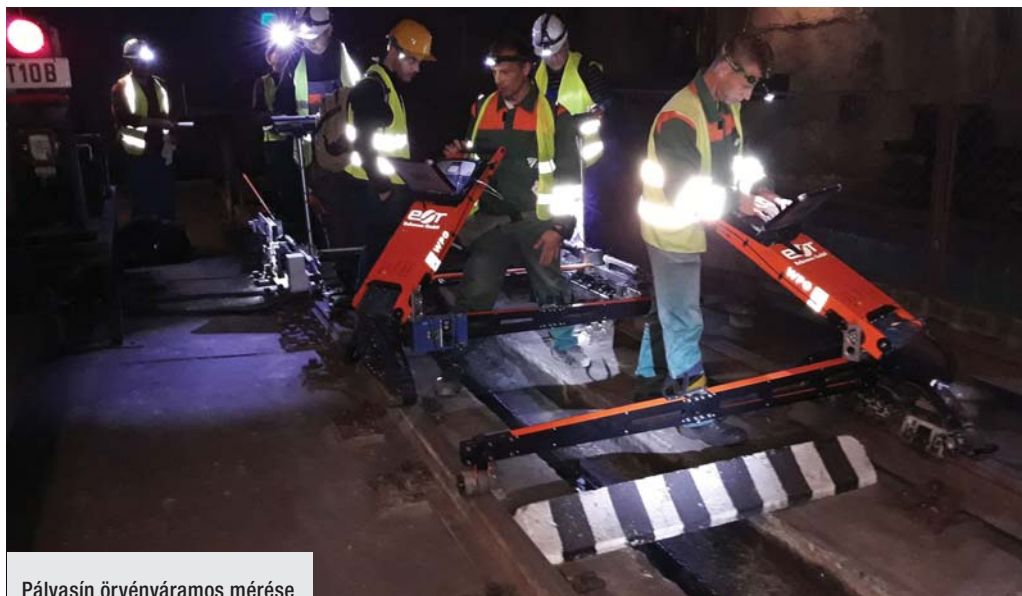
A BKV Zrt. még 2016. márciusban írt ki közbeszerzést a 3-as metró rekonstrukciójának időtartamára, a metró felszíni pótlásához szükséges út- és forgalomtechnikai munkákra. 2016. október elején hirdették ki: a tendert a Swietelsky Magyarország Kft. nyerte. A metró pótlásához többféle felszíni beavatkozásra volt szükség, melyeknek helyenként közművonzataik is voltak (vezetékek védőcsőbe helyezése, szerelvények szintbe helyezése, víznyelő-átépítések, csatornakiváltási munkák). A csúcsidőn kívüli autóbuszok tárolására 45–50 férőhely, a vonalon pedig körülbelül négy puffertároló kialakítása volt a feladat. Az ideiglenes végállomásokon konténerek telepítése, illetve busztároló kialakítása is szerepelt a munkák között.

A buszforduláshoz és a buszsávok kijelöléséhez több helyen szegélykorrekcióra, középszigetbontásra volt szükség. Néhány helyszínen a közúti jelzőberendezés átalakítása, illetve átprogramozása is a feladatok része volt. A metróállomások környezetében új buszmegállókat alakítottak ki, illetve a meglévő buszmegállókat meghosszabbították aszfaltozott gyalogos felületekkel. El kellett végezni továbbá az Árpád híd–Róbert Károly körút sarkánál a közúti felüljáró négy pillérpárja közül háromnál a felszínen az útburkolat és a szigetelésvédő betonrétegek elbontása után a földmetszetelés dilatációs hézagainak javítását.

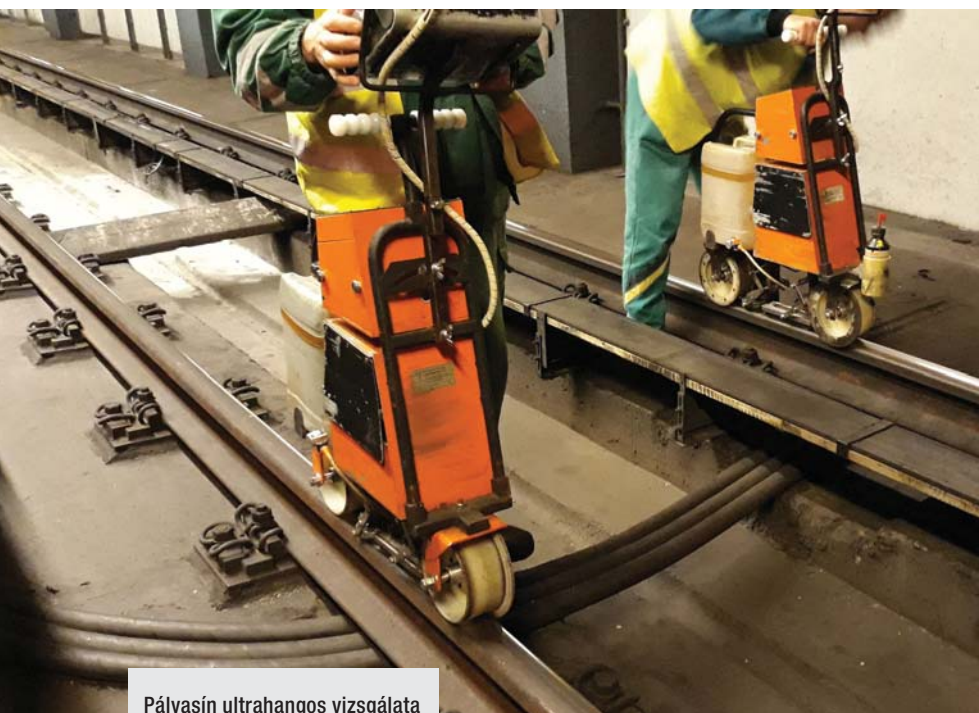
Az ideiglenes buszmegállók területén a burkolat megfelelő állapotát a pótlás idején folyamatosan biztosítani kell. Az ideiglenes burkolati jeleket sárga ragasztott kivitelben kell készíteni, és a terelés idején folyamatosan fenn kell tartani. A közel hároméves buszpótlási idő alatt esetlegesen keletkező burkolat- (pályaszerkezet-) süllyedéseket, kátyúkat szintén meg kell szüntetni.

között öt ütemben megépült metróvonal a kor technikai színvonalán és a rendelkezésre álló erőforrásokból épült, bizonyos tervdokumentációk nem is állnak rendelkezésre, ezért egy pontfelhős fotószkenelési eljárással egy elemezhető modellt készítettünk a teljes metróvonalról, ami a felújítás tervezéséhez kellően részletgazdag adatbázist nyújt.

A több mint harmincéves pálya néhány helyen olyan rossz műszaki állapotba került, hogy 2011. december 13-ától a teljes vonalon 60 km/h-ra korlátozták az alkalmazható legnagyobb sebességet. A növekvő számú pályahibákat elsősorban az alagút egyre romló szigetelésén átszivárgó talajvíz okozta, ami sok helyen károsította a metróvonal pályalemezét, illetve korrodálta a sínleerősítéseket. A pályahibák és az öregedő járműpark miatt egyre több metrószerelvény szenvedett károsodáso-



Pályasín örvényáramos mérése



Pályasín ultrahangos vizsgálata

kat, ezért, valamint a leerősítésekre ható dinamikus erők csökkentése érdekében korlátozták a sebességet. Közbenső megoldásként 2014. július eleje óta sínseréket végzett a BKV új sín-szalak beépítésével, gyakorlatilag a teljes szakaszon. A szerződésünk értelmében minden sín-szalát teljes hosszában megvizsgáltunk, a használat során előforduló fáradásos anyaghibák kimutatására a gyakorlatban legalkalmasabbnak bizonyult ultrahangos, illetve örvénykamrás vizsgálati eljárást alkalmaztuk, ezek alapján az üzemeltetővel közösen kijelöltük a vágási helyeket, és minden egyes sín-darabot

azonosítóval megjelöltünk. Három kategóriát különböztettünk meg: a sín-darabok egy részét haszn hulladékként értékesíti az üzemeltető, a visszaépíthető minőségűeket elkülönítettük, ezeket a későbbiekben visszaépítjük, a harmadik csoportot pedig azok a darabok jelentették, melyeket átmenetileg a 2-es metró Fehér úti telephelyére szállítunk, hogy a BKV később majd más vonalakon, például az elővárosi villamosvonalakon fel tudja használni azokat. A pályának újabb harminc évet kell majd kibírnia, éppen ezért rendkívül szigorú elbírálás alá estek a korábban beépített sín-darabok.



Bontott sínek elszállítása

Emellett a százezres nagyságrendben található leerősítések alkatrészeit is elemeztük, illetve a megújuló járműállományra tekintettel zaj- és rezgésméréseket végeztünk a 3-as metró teljes vonalán, illetve a felszínen is, hiszen a felújítás során teljes hosszában zaj- és rezgéscsillapított felépítmény kerül visszaépítésre. Ezenfelül bizonyos kritikus pontokon fokozott zaj- és rezgéscsökkentő elemeket kell beépítenünk, ezek méretezéséhez kiegészítő mérésekre volt szükség.

A fentiek mellett pedig az első hatvan nap alatt kellett felállítanunk a többéves munkát kiszolgáló telephelyünket, raktárunkat és projektirodánkat, és felvonultatni erőforrásainkat.

A megváltozott felépítésű, felújított orosz metrókocsikból a mérések idején még csak néhány futott a vonalon. Mennyire nehezítette a szükséges adatmennyiség begyűjtését a fennálló helyzet?

—A szerelvények felújítása már korábban elkezdődött, és 2017 márciusában álltak for-



Új sínleerősítés próba beépítése

galomba az első megújult szerelvények. A modellezéshez egy-egy jármű közlekedése is elég, ugyanakkor tény, hogy így komolyabb logisztikát igényelt a zaj- és rezgésmérések elvégzése az állomásokon, az alagútszakaszokon és a felszínen, amihez az üzemeltető közreműködésével ki kellett szűrniünk a mérésekből, hogy melyek a felújított járművek jellemzői. Észlelhető a különbség, az új típusú járművek más felépítésűek, sokkal korszerűbb a futóművük, és bár ezáltal sokkal kényelmesebb és halkabb lesz az utasok számára az utazás, azonban rezgés szempontjából más a helyzet, mert a rugózott tömeg nagyobb lett. Az így keletkezett rezgéseket az alagútban még csak vibrálásként érzékeljük, ám a felszínen a közvetítő tömegeken keresztül már zajjá erősödnek, ezért egy úgynevezett gumi csillapító (alátét) betétet építünk be a pálya alá, ami függőleges irányú rugalmasságot képes biztosítani a pályának. A leerősítés szorítórugója folyamatosan megfelelő szorítóerő mellett tolerálni tudja a sínalátét gumi összenyomódását a vonatterhelés hatására. Ily módon, a sínleerősítések megfelelő kialakításával, a sín és a pályalemez közötti merev kapcsolat rugalmassá válik. A gumi vastagsága és keménysége ad mozgásteret a megfelelő csillapítás megtalálásához, arra viszont mindenképpen figyelni kell, hogy a sín függőleges lehajlása ne veszélyeztesse a pályaszakasz használhatóságát. Az eredmény a teljes járműpark megérkezése után lesz egyértelmű, ám miután egy új geometriára építjük a pályaszerkezetet, biztos vagyok benne, hogy a felújítás végére sokkal kedvezőbb lesz a helyzet a korábbiánál a 3-as metró teljes szakaszán.

A föld alatti vonalak specialitása, hogy kifejezetten nehéz az adott munkaterület megközelíthetősége. Honnan lehet a szükséges

munkagépeket és építőanyagokat az M3-as vonal északi szakaszához lejuttatni?

–A teljes 3-as metróvonalnak egyetlen helyen, Kőbányán, a Kőér utcai járműtelepen van felszíni kapcsolata, azaz 10 kilométerre a felújításra kijelölt szakasz legközelebbi pontjától, ami ráadásul reggeltől estig továbbra is zavartalanul szolgálja ki az utazóközösséget. Ez a telep eredetileg nem arra készült, hogy szállítási tevékenységet szolgáljon ki, a helyzettől fakadóan mégis egy olyan felvonulási teret kellett kialakítanunk a helyszínen, ahol a munkagépeinket, berendezéseinket, továbbá a ki- és beszállításra szánt építési alapanyagokat és bontott szerkezeteket átmenetileg tárolni tudjuk. Saját erőforrásként három darab kételtű forgókotró, egy többfunkciós rakodójármű, két darab TVG vontatójármű és az ezekhez tartozó szükséges tíz darab rugózott pótkocsi alkotja a gépparkunkat. Állandó egyeztetésre van szükség, hogy az üzemelő metró milyen területeket tud aktuálisan felszabadítani számunkra, és ez a folyamat napi szintű, többszereplős logisztikát igényel, egy-egy rakomány maximum néhány napig maradhat a járműtelepen. Rendkívül szigorú a menetrend: egyszerre kell tudni mozgatni a BKV üzemeltető és karbantartó részlegét, a fel- és lerakodást, a saját és alvállalkozói gépeinket, valamint a teljesen külön szerződésben dolgozó, állomási munkálatokért felelős társvállalkozó munkatársait is. A Swietelsky Vasúttechnika mintegy harminc főből, főként mérnökökből álló projektszervezete mellett közel ötvenfős brigádunk dolgozik a helyszínen, és alvállalkozóink munkavállalóival együtt ez a létszám több száz főre duzzad.

Mennyi idő marad ténylegesen az alapanyagok eljuttatására az északi szakaszhoz?

–Amennyiben az eredeti menetrend szerint járna a 3-as metró a fennmaradó szakaszokon, akkor alig néhány óránk maradna éjszaka a szállítási tevékenység elvégzésére, éppen ezért volt szükség arra, hogy munkanapokon az utolsó metró 20:30-kor induljon, hétfőgőn pedig a teljes szakaszon pótló autóbuszok szállítsák az utasokat. Miután a metró középső, mélyvezetésű szakaszán, a Nagyvárad tér és a Deák tér között a hajnali üzemkezdést váró metrókocsik miatt mindössze egy vágány használható, így egy átlag hétköznap éjszaka a be- és kipakolás elvégzése után maximum két vonatcserére van lehetőségünk. Ráadásul az említett mélyvezetésű szakaszon is dolgozunk, a geodéziai és állapotfelmérések alapján már elkezdődött a vasbeton és öntöttvas tübinges alagút szigetelésjavítási munkáinak előkészítése is, ami logisztikai szempontból további korlátozóakkal jár.

A vonalszakasz fejlesztési munkái során milyen alapkövetelményeket fogalmazott meg a megbízó?

–Egy rendkívül szigorú kritériumrendszert határozott meg a főváros vezetése, amely a teherbírási értékek mellett a harmincéves élettartamra egyaránt vonatkozik. A többi között elvárás lesz a 80 km/h tervezési sebesség biztosítása is, éppen ezért egyebek mellett megtörténik a felépítmény egységesítése, az igénybevételek a tapasztalatok szerint jobban megfelelő – a korábbi 90 centiméteres helyett – 75 centiméteres alátámasztási távolság szerinti rugalmas, csillapított, ragasztott leeresztés kialakítása. Első lépésként a vágányok elbontása után a meglévő pályabeton hibáit javítjuk ki, ahol magassági problémák léptek fel, korrigáljuk, ezt követően a két sín pár között kialakítunk egy új vízlevezető rendszert. A korábbi nyílt árkos struktúra helyett egy hosszcsatornás, műanyag aknás zárt rendszert



Hosszcsatorna-építés



Szigetelésjavítás injektálással

építünk ki, melyhez oldal- és keresztfolyókákat alakítunk ki a pályalemezen. Ennek az újtásnak az alapfunkcióján túl az az egyik jelentősége, hogy a 3-as metróvonal egyik legnagyobb hiányosságát pótolja, azaz menekülési útvonalat biztosít az utasok számára üzemzavar vagy havária esetén. Korábban a pályasínek között egy árok húzódott, illetve az automatikus vonatvezérlő rendszer futószőnyege helyezkedett el, ahol a rossz fény- és az egyenetlen talajviszonyok miatt bukdácsolva lehetett csak haladni. A zárt vízelvezető rendszernek köszönhetően a sík felületen biztonságosan lehet majd közlekedni. Felmerülhet a kérdés, hogy miért nem épül inkább menekülőjárda? Az alagút keresztmetszete adott, ilyet nem terveztek, hiszen a föld alatti műtárgyak építéskor minden egyes centiméter jelentősen növeli a költségeket, a rendelkezésre álló források korlátozottak, így a felújítás keretében nem terveztek ilyen pluszelemeket a projektbe. Visszatérve az új pályaszakasz kialakításához: a hibák korrigálása és az új vízelvezető rendszer kiépítése után a beton fölé befüggesztjük a síneket, majd a térinformatikai rendszerünk segítségével egy irányított mérőkocsi segítségével beszabályozzuk a sínzálakat végleges helyzetükbe. Ezután már a végleges helyzetükbe pozicionáljuk a kapcsolószerkezetet, a Hiltivel együttműködésben kifejlesztett fúrókocsival pedig a kapcsolószerkezen keresztül fúrjuk ki a rögzítő dübellek beragasztásához szükséges furatokat a pályabetonban, egy porszívós fúrótechnológiával. Az általában használt vizes



Alagútmosás

technológiára épülő, bontással és szárítási idővel járó gyémánttárcsás technológiával szemben a porszívós technológia jóval gyorsabb és tisztább, és a fúrást követően azonnal ragasztható a pálya, technológiai szünetet sem kell tartani utána. A lyukakon és a korábban már említett zaj- és rezgéscsillapító gumilemezekkel ellátott leerősítésen keresztül kerülnek a helyükre a pályát a betonhoz rögzítő acél töcsavarok, majd az alátámasztásokat egy hidraulikus pisztollyal a furatokba adagolt ragasztótechnikával fixáljuk, a fennmaradó kisebb rést pedig aláöntéssel, illetve alátömedékeléssel zárjuk le.

A hagyományos világítóberendezéseket LED-es lámpatestek váltják fel az új állomásokon. A vonali szakaszon milyen változásokat tapasztalhatunk majd?

–Az alagútban marad a fénycsöves technológia, ám a jelenlegi rendszernél jóval

hatékonyabb világítási infrastruktúrát építünk ki, melyben a többféle működési mód mellett kiépül a vészfunkció is, amely a teljes áramszünet idején is biztosítja a meneküléshez szükséges irányfényeket. Emellett a távközlési rendszer is teljesen megújul: az utazóközönség számára közel 340 segélykérő berendezés válik elérhetővé; az állomási és központi diszpécser munkáját teljes körű távvezérlés mellett mintegy 500 korszerű IP kamera segíti, ami szükség esetén gyorsabb és hatékonyabb beavatkozást tesz lehetővé. A struktúra legnagyobb átalakulása a Szabó Ervin téren elhelyezkedő diszpécserközpontot érinti. A metróvonal kommunikációs és felügyeleti rendszerei számára 10 Gbit/s sávszélességű adatátviteli hálózat létesül. Az áramellátási hálózat megújul, az új kábelek tűzálló, funkciótartó kábeltálcákra kerülnek, amelyek a meglévő, megmaradó kábeltartó rendszerhez igazodnak. Maga a

kábelezés rendkívül bonyolult, egyrészt a kábelazonosítás is már a munkakezdés óta tartó folyamat, melyet hatványozottan nehezít az a tény, hogy a főként nem metróüzemhez tartozó külső szolgáltatók által az elmúlt évtizedekben végzett kábelcserék, javítások és fejlesztések dokumentálása hiányos volt, és sok esetben nem is az eredeti helyükre kerültek az új kábelek. Másrészt pedig a vonal működtetése érdekében az új kábeleket a régiek üzemben tartása mellett lehet csak beépíteni, majd utána azok kiváltásával lehet üres helyeket felszabadítani a meglévő kábeltartó rendszeren.

Emellett milyen alapvető műszaki fejlesztések várhatók még az utasok biztonsága érdekében?

–A legújabb előírásoknak megfelelő tűzvédelmi rendszer épül, és korszerű szellőzőrendszer létesül, mely vízködoltó be-

rendezés telepítésével egészül ki, mindez az állomásfelújítási szerződések keretében. A vonali szellőző és vízátemelő műtárgyak felújítása ugyan a Swietelsky Vasúttechnika Kft.-hez tartozik, azonban a rendszer gépészetileg és technológiailag nem választható szét, ezért a többi munkát az állomásokhoz rendelt feladatokkal együtt végzik el. Ami a biztosítóberendezéseket illeti, kopó alkatrészek teljesen megújulnak, érdemes kiemelni, hogy úgy kell a rendszert felújítani, hogy közben működőképesnek kell maradnia, vagyis a munkálatok során se por, se víz nem érheti őket, ezért védelembe helyezésük kifejezetten bonyolult feladat, de fejtörést okoz az állomási kivitelezőknek is, hiszen ezek a berendezések olyan helyiségekben vannak, amelyeket közben szintén fel kell újítaniuk. A 3-as metró szerelvényei 1986 óta automatikus vonatvezérlő rendszer (AVR) felügyelete alatt, egyvezetős üzemmódban közlekednek, a felújítás során, külön szerződés keretében, az AVR rendszer korszerűsítése is megtörténik.

Mik jelentenek még komolyabb kihívásokat a vonali szakasz megújítása során?

–A rekonstrukció idején ideiglenes végállomásokat alakítunk ki az üzemelő és a le-

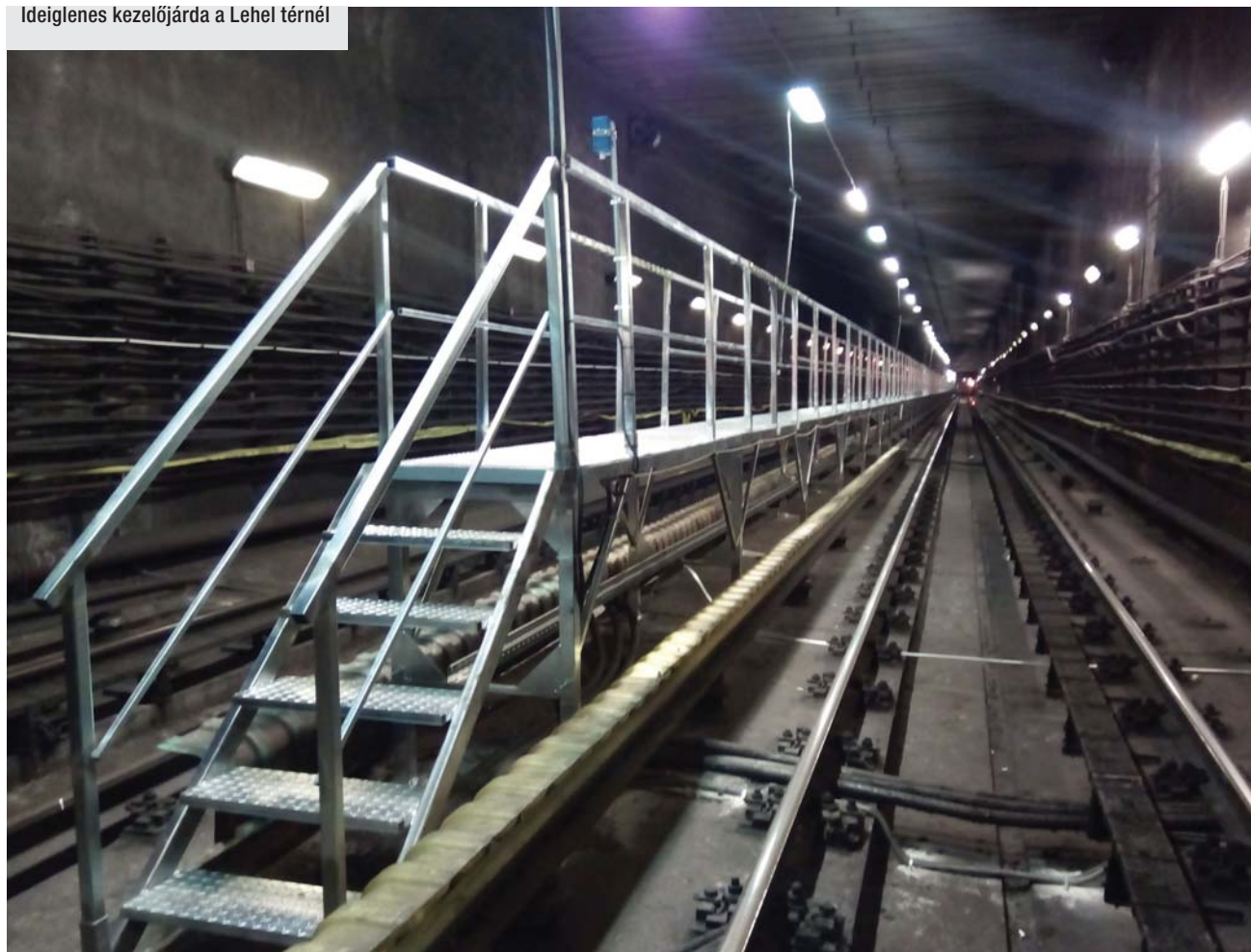
zárt szakaszok között, melyek a későbbiekben folyópályává válnak ismét, azonban ezek az átállások nem túl egyszerűek. A már említett 2017. november 6-i munkaterület-átadás előtt egyetlen hétéve alatt kellett egy 255 méter hosszú kezelőjárdát beépíteni a vonatfordításokhoz, amihez a többi között a biztosítóberendezéseket, a járművezérlést, a világítást és az áramellátást is módosítani kellett, több száz méteren el kellett bontanunk a metró vontatási áramellátását biztosító harmadik síneket, a megépített járda mellett pedig burkolni kellett azt, hogy hétfő hajnalban már az új feltételek szerint közlekedhessenek a szerelvények. Hosszú hétéve volt.

A 3-as metró déli és középső szakaszának állomásaira ugyan még nem írták alá a szerződéseket, ennek ellenére lehet már tudni, lesznek-e jelentős eltérések a jelenlegi alapotoktól?

–Az alagúti, vágányépítési munkákra, a biztosítóberendezés felújítására, a vasúti távközlési és központi diszpécserrendszerekre kiterjedő szerződésünk a teljes szakaszra vonatkozik, ezzel biztosítva az egységeséget. A vasúti pálya szempontjából ezeken a szakaszokon a fent említetteken kívül a legérdeke-

sebb változtatás az lesz, hogy a Kőbánya-Kispest kihúzó szakasza – mely a járműtelep és a vonali szakasz közötti kapcsolatot, valamint a vonatfordítást biztosítja – teljesen átépül, és a jelenlegi vasbeton lemezés pályaszerkezetet az alapokig, a földműig le kell bontani, helyette zúzottkőves felépítményt kell építeni. Emellett a Kőér utcai járműtelep fejlesztése is megvalósulhat, ahol egyebek között a 48-as sínrendszerről az 54-es rendszerre térnek majd át a felújítással érintett vágányok és lírák esetében. Emellett fontos fejlesztés, hogy a Nagyváradi téri kitérőkörzetben az eddig hiányzó vágánykapcsolati elem is megépül, ezzel a vágánykép-módosulással egyszerűsödik majd a járműirányítás bonyolult logisztikai feladata. Logisztikai szempontból kiemelkedőek lesznek majd azok az időszakok, amikor a déli, illetve a középső szakaszt zárják le, hogy felújíthassuk, hiszen a munkaterülettől északra üzemszerűen fog járni a metró, aminek érdekében reggel és este át kell tudnunk engedni a metrószerelvények konvoját a délen lévő járműtelepre, egy bizonyos időszakban ideiglenes vágánykapcsolat kialakításával. ▀

Ideiglenes kezelőjárda a Lehel térnél



Új műszaki felügyeleti rendszer a 3-as metróban

Összehangolt műveletek



M4 központi utasforgalmi diszpécser

Az M3-as metró északi szakaszán a gyengeáramú rendszerek bontási munkálatainak elvégzése után a tervezési szakasz feladatai kötik le a Swietelsky Vasúttechnika Kft. alvállalkozója, a **pro Montel Zrt.** kapacitásait. **Forgács Péter** műszaki igazgatóval a vállalat előtt álló kihívásokról és az ütemezés részleteiről beszélgettünk.

A pro Montel Zrt. két évtizede meghatározó vállalata a magyar közösségi közlekedési ágazatnak: a távközlési és biztosítóberendezési beruházások fő- és alvállalkozójaként számos sikeres projektet bonyolított le 1991-es megalakulása óta. A speciális célterületnek számító kötőtpályás (metró, HÉV, MÁV) közlekedés fémvezetőjű és optikai kábelezés területén szakértőknek számítanak Magyarországon, rengeteg tapasztalattal és megannyi sikeres projekttel a hátuk mögött. Éppen ezért a szakmában sem jelentett meglepetést, amikor a Swietelsky Vasúttechnika Kft.

alvállalkozójaként tavaly ősszel bekapcsolódtak a 3-as metró északi szakaszának rekonstrukciós munkálataiba. „A *pro Montel* teendői elsősorban nem a vonali szakaszra, hanem az állomásokra fókuszálnak, ennek ellenére az alagútban is dolgozunk, ahol az állomások és a diszpécserközpont közötti optikát, valamint az alagútban telepített gépészeti berendezések felügyeleti rendszerét építjük ki – vázolta a szerződésben foglalt feladataikat Forgács Péter. – Maguk a telepítésre váró, úgynevezett gyengeáramú rendszerek főként az állomásokon lesznek elhelyezve.”

A múlt kötelez

A pro Montel az elmúlt időszakban kivétel nélkül minden buda-pesti metróvonalon részt vett a rekonstrukciós munkálatokban. A kisköföldalatti – fénykábelhálózat terve, sugárzó kábel rendszerterv elkészítése – és a 2-es metró vonalán végzett feladatok mellett Forgács arra is felhívta a figyelmet, hogy 2012 végén a Kőbánya-Kispest metróvégállomás átépítésében is részt vettek. A Köki speciális helyzete – a metróállomáshoz vasúti pályaudvar, távolsági és BKV-buszpályaudvar is kapcsolódik – különleges kihívást jelentett az állomási diszpécserközpont tervezésénél és telepítésénél. A sorból, igaz zöldmezős beruházás formájában, a 4-es metró sem maradhatott ki. A legújabb vonalon a Siemens és a Kapsch alvállalkozójaként elsősorban távközlési, távvezérlési és biztosítóberendezési feladatokat kellett elvégezniük. Szakmailag érdekes kihívásnak számított az állomási, a központi utasforgalmi és a műszaki diszpécserrendszerek gyártása, telepítése és összehangolása. A vállalatra hárult a vonali rádió- és CCTV WLAN antenna-rendszer kialakítása mellett az optikai kábelek lefektetése is, a váltófűtés vezérlését pedig a járműtelep felügyeleti rendszerébe integrálták.

De hogy a felszíni munkák se maradjanak ki, néhány éve például az 1-es villamos váltófűtésének és váltóhajtóműveinek telepítését, illetve a Bécsi úton található biztosítóberendezés rekonstrukcióját végezték el. Forgács Péter szerint a legnagyobb különbséget a korábbi metró munkák esetében, a beruházások jellege (barna- és zöldmezős) mellett, a telepített gyengeáramú rendszerek közötti technológia fejlődése jelentette. A 2000-es évek elején zajló M2-esnél és a 2014-ben átadott M4-esnél is számos újítással dolgoztak, és mint fogalmazott, az M3-as rekonstrukciós munkáinál sem lesz ez másképp. A műszaki igazgató azt is hozzátette, hogy míg a 4-es metró nem polgári védelmi objektum, addig a 2-es és a 3-as metróvonalaknak van ilyen funkciójuk is.

Az elsők

Miután a 3-as metró állomásain a meglévő gyengeáramú kábelek akadályozták az állomási munkálatok megkezdését, a pro Montel volt az első, amely a bontási munkálatokat megkezdhetette a 3-as metró északi szakaszán múlt ősszel. „Elsőként az izotópos tűzjelzőket kellett leszerelni, majd ellenőriztett körülmények között radioaktív hulladéklarakóba elszállítani” – jegyezte meg a műszaki igazgató, aki azt is elmondta, hogy maga a tényleges bontás közel egy teljes hónapot vett igénybe az érintett hat állomáson, és bár a hírközlő berendezések nem tartoznak a nagyobb súlyú részegységek közé, mégis körülbelül 700-800 kg kábelhulladékot termeltek ki állomásonként. Ez az anyagmenyiség, az elbontott berendezésekkel együtt, egy-egy munkavonatnyi szerelvényt töltött meg minden állomáson. Ennél jóval nagyobb volt a volumenük azoknak az anyagoknak, amelyeket a BKV roncsolásmentesen bontandó anyagokként kezel. Mindez azt jelenti, hogy a még felhasználható anyagokat átmenetileg a közlekedési társaság raktáraiba szállították, ahonnan a jövőben a 2-es metró vonalán hibajavítás során, illetve egyéb feladatokra hasznosítani tudják.

Forgács Péter a következő munkafázis kapcsán azt hangsúlyozta, hogy bár a tenderhez a megbízó csatolt kiviteli terveket, ezek azonban a közbeszerzési gyakorlat miatt nem tudnak azonnal véglegesekké válni. Konkrét eszköztípust ugyanis mindössze irányadásként lehet bennük meghatározni, a gyakorlat pedig ezektől általában el szokott térni. „Számos kapcsolódási pontunk van az állomásépítőkkel, jelenleg például a tűzjelző hálózat engedélytervéhez azt kell megvárunk,

hogy az állomásépítő véglegesítse az elektromos hálózat terveit” – mondott egy példát Forgács Péter. A műszaki igazgató kiemelte azt is, hogy az új struktúrában mindössze két rendszer marad analóg, a tűzjelző mellett az állomás hangosítórendszere, míg a többi, a beléptetőtől kezdve a beszédkommunikációs rendszeren át egészen a kamerahálózatig már IP-alapon működik a jövőben.

A pro Montel másik nagy feladata a műszaki felügyeleti rendszerként működő SCADA rendszer telepítése lesz, amely egyebek között a gépészeti elemeket, azaz a fő és egyéb szellőzőgépeket, a zsalukat, a mozgólépcsőket, a liftgépeket, a csappantyúkat és számos más komponens felügyeli. „Jelenleg ennek a gépészeti felügyeleti rendszernek az egyeztetése zajlik” – jegyezte meg Forgács Péter, kiemelve: amíg a metróállomás építészeti és gépészeti terveinek véglegesítése nem történik meg, nem lehet ezen a ponton előrelepni. Miután az északi szakasz állomásai a legfiatalabbnak számítanak az M3-as vonalon, így a tenderhez kiadott kiviteli tervekben a műszaki igazgató szerint radikális változásokra nem kell számítani, azonban léteznek olyan vis maior esetek, amikor mégis rákényszerülhet ilyen lépésre a kivitelező. Forgács példaként elmondta, hogy amikor egy műszaki helyiségben, ahová számítógépek és szerverek kerültek volna, a burkolat bontása után derült ki, hogy a dilatáció miatt visszafordíthatatlanul vizesedik a helyiség, emiatt egy teljesen új helyszínt kellett keresni az informatikai eszköz számára. Forgács Péter a várható ütemezés részleteiről szólva úgy fogalmazott, hogy május végéig olyan műszaki központi helyiségeket kell kapniuk, ahol már elkezdhetik a saját technológiáikat telepíteni.

Felszín feletti munkák

Az állomási feladatok mellett a pro Montel két felszín felett található épületben is érintett: az egyik a kelenföldi, a másik a Szabó Ervin téri diszpécserház. Forgács Péter ezzel kapcsolatban arra hívta fel a figyelt,

WRE rádiós egység telepítése az M4 metróvonalon



Újrahangolták a Keleti pályaudvart

2014 nyarától irányított hangszórók és korszerű kijelzők működnek a Keleti pályaudvaron. Az újrahangolt utastájékoztató rendszer tervezője és kivitelezője a **pro Montel Zrt.** volt. A Baross téri pályaudvar utas-tájékoztató rendszerét még az 1980-as években telepítették, azóta szakaszos felújításokat többek között a vállalat részvételével végeztek rajta, azonban a struktúrát komplexen sosem fejlesztették. Az állomásra korszerű, új audiovizuális gépi vezérlőberendezést telepítettek, amelyben az élőszavas tájékoztatás mellett a „standard” hanganyag előállítása úgynevezett TTS (Text To Speech) rendszerre épült. Az innovatív megoldásoknak köszönhetően a kiválasztott női hang nemcsak a menetrendet képes bemondani, de a kezelő által betáplált bármilyen szöveget, melyet előtte el is tud próbálni.



Keleti pályaudvar, összesítő vizuális tábló

A Keleti pályaudvar vágányainak végén található, közel harminc évvel ezelőtt telepített táblákat korszerű kijelzőkre cserélték. Ezek egyebek között az adott vágányról induló vonatok összeállításáról és az egyes kocsik elhelyezkedéséről is tájékoztatást adnak, valamint a hangos utastájékoztató részletes szövegét írásban is megjelenítik. A mechanikus vizuális utastájékoztató berendezésének cseréjére a többi között azért volt szükség, mert a régi lapozós táblák karbantartása, frissítése jelentős költségeket igényelt. Emellett az utasáramlási irányok figyelembevételével 140 cm (55") és 107 cm (42") méretű, valós idejű menetrendi összesítő kijelzők is kerültek az állomásra. Az utastájékoztató rendszer kétórás szünetmentes alátámasztást kapott, ami azt jelenti, hogy amennyiben a pályaudvaron nincs áram, a hangosbemondó és a vizuális tájékoztató rendszer még 120 percig képes ellátni a feladatát.



Keleti pályaudvar, vizuális utastájékoztató

met, hogy az utóbbi helyszínen úgy kell elvégezni az új rendszerek telepítését, a burkolatok bontását és visszaépítését, hogy a vonal működésben lévő kétharmadának felügyeletét is arról az emeletről végzik, ráadásul az itteni rendszereknek a munkálatok alatt is folyamatosan működniük kell. Jelenleg a tervek pontosítása és az organizációs folyamatok tervezése folyik, a kivitelezés várhatóan szeptemberben kezdődhet meg. Ideiglenes megoldásként a Dózsa György úti megálló és a Szabó Ervin tér között egy optikai kábelt kell lefektetni.

Júniusra az állomások szerelvénytábláit a pro Montel csapata a tervek szerint végleges állapotba hozza, szeptemberre pedig az állomások a kábelezés szintjéig készülnek el, ezután a gyengeáramú rendszerek két hónapig tartó tesztelési fázisa következik – számolt be az elkövetkező időszak fontosabb feladatairól Forgács Péter, kiemelve: a tesztelés kettébomlik, egy normál üzemállapotú fázisra, illetve egy vészhelyzeti esetre, amikor a tűzjelző hálózat vezérli az állomási gépészeti rendszereket, ezáltal az élet- és vagyonbiztonságot helyezve előtérbe. Ilyen extrém helyzetben például a szellőzőknek biztosítaniuk kell a friss levegő után-

Újulhat tovább a 3-as metró

„Ennek a szakasznak a beruházása az integrált tesztekkel és a próbaüzemekkel várhatóan decemberben fog zárulni, ezzel párhuzamosan azonban elindulhatnak a déli szakaszon is a munkálatok, hiszen a közbeszerzést a Kőbánya-Kispest–Nagyvárad tér közötti megállókra már kiírták” – ismertette a következő fázis lehetséges irányát Forgács Péter, rámutatva, hogy a korábban a Swietelsky Vasúttechnika Kft. által megnyert tender a teljes vonalra vonatkozik. A műszaki igazgató ugyanakkor kitért arra is, hogy bár a polgári védelmi berendezések alapvetően nem részei a rekonstrukciónak, mégis vannak olyan vegyes üzemű berendezései, melyeket érint a szerződés, így a több évtizeddel ezelőtt telepített technológiákat ezekben az esetekben össze kell hangolniuk a legújabb fejlesztésekkel, ami Forgács szerint számos kihívást tartogat a projekt tervezésében részt vevő 10-12 fős mérnökcsoportnak. Arra a felvetésre, hogy a 3-as metró Káposztásmegyertől történő meghosszabbítása milyen kihívásokat tartogathat a ki-



M2 központi utasforgalmi diszpécser

pótlását ahhoz, hogy a peronokat el lehessen időben hagyni. A műszaki igazgató arra is felhívta a figyelmet, hogy vészhelyzet után a normál üzemi állapotra a gépészeti SCADA rendszer állítja vissza a rendszereket.

Forgács Pétertől azt is megtudtuk, hogy a 4-es metróban is működik gépészeti SCADA rendszer, azonban a 3-as metró északi szakaszán már korszerűbb rendszert telepítenek. A műszaki igazgató a fejlesztéssel kapcsolatos munkákról azt is elmondta, hogy a pro Montel feladata lesz egyebek mellett az is, hogy a vezérlési képek, sémák és ikonok megjelenjenek majd a monitorokon, de az is, hogy létrehozzák a konkrét programokat a keretrendszerben. Ezzel a SCADA rendszerrel elsősorban ipari létesítményekben találkozhatunk Magyarországon: komplett erőműveknek és üzemi gyártósoroknak a működtetését végzi a rendszer szoftvere, az iFIX. „A BKV esetében eddig három kisebb alkalmazást fejlesztettünk. Az egyik a 4-es metrónál szintén az automatikus vonatkezelő rendszer és a tűzjelző rendszer illesztéséért felel, a másik a Fővám téri aluljáró gépészeti rendszerét irányítja, a harmadik pedig az 1-es villamos menedzsmentrendszere. Csakhogy – mutatott rá Forgács – ez utóbbi, méretéből fakadóan, nem összehasonlítható az M3-as rendszerével, ugyanis mindössze néhány szivattyút és liftet kezel, miközben egy-egy metróállomáson számos gép és berendezés lesz.”

vitelezőknek, a műszaki igazgató arra hívta fel a figyelmet, hogy a zöldmezős beruházás itt egy működő, felújított szakaszhoz fog kapcsolódni, ezért az új szakaszon telepített gyengeáramú rendszerek integrálása a meglévő rendszerekkel komoly feladat lehet.

Forgács Péter a pro Montel más munkáiról elmondta, részt vesznek a tram train projektben, melynek keretében Hódmezővásárhelyen 3,3 km hosszan egyvágányú városi villamosvonal épül ki öt megállóhelyel és egy végállomással, Szegeden pedig villamosvonal épül a Rókus megállóhely és a 135-ös számú vasútvonal között. Részt vettek a budai fonódó villamoshálózaton forgalomba állt új, alacsonypadlós CAF villamosok, valamint az 1-es villamosvonal többi járművének üzemeltetését végző budafoki kocsiszín teljes átalakításában is. A vállalat már külföldön is letette a névjegyét: Lengyelországban a Przemyśl vasútállomás vizuális és utastájékoztató rendszerének rekonstrukcióját végezték el, Skopjében, Macedónia fővárosában pedig egy NATO-bázis belső hálózatának kiépítésében vettek részt. ▲



Eltérő egyedi műszaki megoldások

A Puskás Ferenc Stadion szerkezetépítése

Az 1953-ban felépült Népstadion, mely korának egyik legkorszerűbb létesítménye volt, labdarúgó-mérkőzéseknek és atlétikai versenyeknek adott otthont. Küzdőterén a sportolók mellett felléptek híres rockegyüttesek, mint a Queen, a Guns N' Roses, a Genesis vagy a Metallica. A legendás Népstadiont a leghíresebb magyar labdarúgóról, **Puskás Ferencről** nevezték el a 75. születésnapján, 2002-ben. Az utolsó hivatalos labdarúgó-mérkőzés 2014. július 24-én volt, a Ferencváros a Rijeka csapatát fogadta.

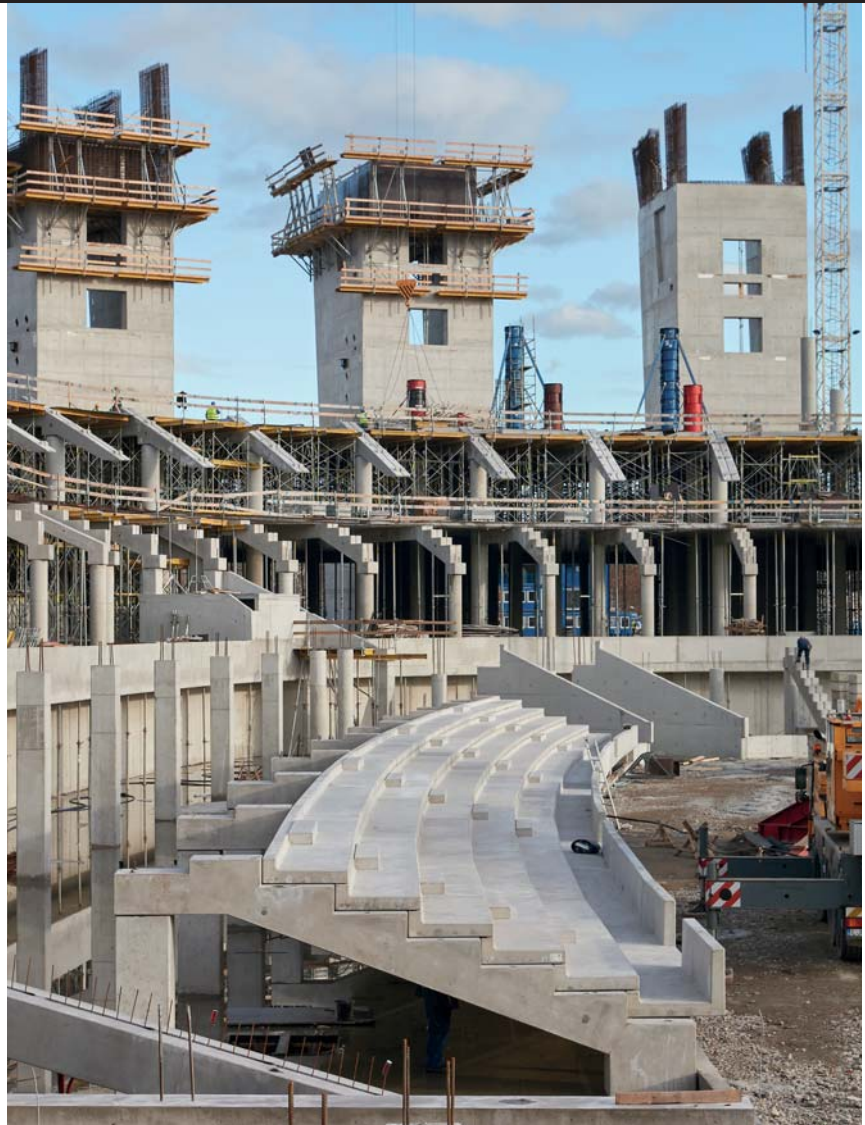




teljesen nyitott stadion az évtizedek során elvesztette állékonyságát, a felső karéj életveszélyessé vált. A statikai vizsgálatok után a kormány a stadion teljes lebontása mellett döntött. Az új Puskás Ferenc Stadion építését egy tervpályázat előzte meg, melyen **Skardelli György** pályaműve lett a befutó. Az új stadion fő építészeti elemei követik a régi stadion külső homlokzati megjelenését. A Népstadion felső lelátósorának annak idején a tervekhez képest csak a 40 százaléka épült meg. Az új Puskás Ferenc Stadionban három lelátósor lesz, befogadóképessége 67 200 fő. A stadion kilencszintes lesz, a lelátókat hat monolit födémen keresztül közelíthetik meg a nézők. 38 pilon épül fel az ellipszis kerülete mentén, melyből 34 tartalmaz lépcsőházat. Ezek a pilonok – a régi stadion pilonjaihoz hasonlóan – kifelé dőlő monolit vasbeton szerkezetek.

A létesítményen hatalmas felületen jelenik meg vasbeton, ami esztétikai szempontból lényeges. A szerkezetek kivitelezése ezért fokozott figyelmet igényel mind a monolit vasbeton szerkezetek kivitelezőitől, mind az előregyártott vasbeton szerkezetek gyártóitól. A Puskás Ferenc Stadion felépítése a szokásostól eltérő egyedi műszaki megoldások miatt, valamint az előregyártott vasbeton szerkezet és az acélszerkezet számos kapcsolódási pontjának kialakítása miatt különösen nagy kihívást jelent a szerkezetépítőnek. Ezt tovább nehezíti, hogy – kitéve az időjárás viszontagságainak – szűk határidő áll rendelkezésünkre a megfelelő minőségű vasbeton szerkezetek kialakítására. A kivitelezés folyamán együtt dolgozik a területen a monolit szerkezet-építő, az előregyártott vasbeton elemeket elhelyező és az acélszerkezet elhelyezését végző kivitelező. Így különösen fontos minden munkafolyamat gondos megtervezése, összehangolása. A West Hungária Bau (WHB) szerkezetépítő divízióját alkotó mérnökök több évtizedes szerkezetépítési gyakorlattal rendelkeznek, a fiatal feltörekvő mérnökök garantálják a legújabb technikai ismereteket. Csatunk tagjai több, Magyarországon felépült stadion kivitelezését vezették.

A stadion szerkezete 8 dilatációs egységre bomlik, a sarokrészek, a pálya hosszoldala, valamint rövid oldala menti szakaszokra. A kivitelezést három szerkezetépítő vállalkozás végzi, jelenleg az átlag kivitelezői létszám meghaladja a 600 főt. A monolit szerkezet építése 2017 júniusában kezdődött meg. A szoros határidők miatt 16 hónap áll ren-



delkezésünkre, hogy a stadion vasbeton szerkezetei elkészüljenek. A monolit szerkezet építését 16 toronydarú és 5 autódarú segíti. A toronydarúk az építési tevékenységekhez igazodva különböző pozíciókban végzik

munkájukat. Az előregyártott vasbeton szerkezetek elhelyezését egy 500, egy 160 és egy 120 t-s mobil darú végzi. A transzportbeton keverése a két helyszínre telepített betongyárban történik, melyek akkreditált laborral



folyamatosan ellenőrzik az előírt betonminőséget. Az építési területen belül 12 mixer szállítja a betont, a szerkezetekbe juttatást a hagyományos, 36, 42, 44 m-es betonszivattyúk mellett a nagy szerkezeti magasságok miatt egyedi, az országban eddig nem használt, speciálisan a stadion kivitelezésére bérelt, 52 és 58 m-es pumpákkal végezzük.

A Puskás Ferenc Stadion alapozása CFA cölöpökkel készült. Az 1600 cölöp kb. 26 km hosszúságú. A labdarúgópályát körülvevő résfalra támaszkodó, -3,45 m szinten lévő, 50 cm vastag alaplemezt vízzáró betonból készült szintváltó fal választja el a bejárat szintjének alapelemtől.

A bejárat szintjén lévő padlólemez 40 cm vastag monolit vasbeton, közvetlenül a fejtömbök felett helyezkedik el, és azzal összevasalva készül. A pilonok környezetében csak az összes földem bebetonozása után fejezhető be az alapelez, hogy a süllyedések létrejötte ne okozzon maradandó alakváltozást a szerkezetben. A talpgerendákról és a fejtömbökről indulnak a monolit vasbeton falak és pillérek, melyek a lelátókat tartó harántirányú ferde előregyártott gerendákig, illetve a monolit síklemez földéig tartanak.



A 38 db pilon önálló szerkezeti egység. Az épület íves homlokzata mentén a pilonok tengelytávolsága 22–23 m, szélességük 7–8 m. A különböző alaprajzú monolit vasbeton pilonok alapozásakor 300–500 m³-es fejtömbök készültek a terhek elosztására. A pilonok magassága egyforma, falvastag-

ságuk változó: 80–120 cm. Szerkezetük a statikai számítások eredményeképpen ösvérszerkezetű: monolit, utófeszített és előregyártott. A kúszó zsalus technológiával készült monolit vasbeton rész 30,60 m-ig tart. Innen a pilonok falai kettéválnak: a nyomott, függőleges, 5,30 m magas pillér fogadja a rácsos acélszerkezet egyik saruját. A külső oldali, húzott „kardot” utófeszítéssel kell ellátni, mely képes felvenni a tetőszerkezet 9000 kN húzóerejét. A pilon feszítópázmáinak alsó lehorgonyzása 16,40 és 20 m között történik. A 35,30 m-es síkon támaszkodik fel a tetőszerkezet másik saruja, és ezen a síkon rögzítik 6 cm átmérőjű Peikko elemekkel a helyszínen előregyártott 54 t súlyú kardvéget. A pilonokban lévő lépcsőpihenők monolit szerkezetek, a lépcsőkarok előregyártott vasbeton elemek. A kúszó technológiával készült falakhoz a követő szerkezetek különböző kapcsolatokkal csatlakoznak. A monolit vasbeton falakat és földemekeket Comax vasalási csatlakozóval, nagyobb igénybevételek esetén Peikko Modix betonacél kapcsolatokkal kötjük be a falakhoz. A töltőszintek földemeinél az előbb említett kapcsolatokon kívül fészkek kialakításával és a vasalás átvezetésével biztosítjuk a szerkezetek együtt dolgozását.

A stadionban található monolit vasbeton földemek jellemzően 8 × 8–10 m fesztrávú, 32 cm vastagságú rejtett gombafejes földemek. A pálya felőli oldalon a lelátó-alátámasztó gerendák, míg a külső íven a pilonok közti gerendák gyámolítják a földemet. A fő függőleges szerkezetek monolit vasbeton pillérek. Az épület merevítését az U alakú





pilonfalak adják, ezt egészítik ki az alsó szinteken a sugárirányban elhelyezett 60 cm-es merevítőfalak.

A lelátóelemek és az azokat alátámasztó vasbeton gerendák előregyártott vasbeton szerkezetűek. A lelátó három egységre tagolódik: alsó, középső és felső karéjra. A lelátóelemek kéttámaszú tartóként viselkednek, az alátámasztó gerendák szintén, de néhol konzolosan kinyúlnak. Az alátámasztó gerendák esetenként monolit vasbeton födémeket tartanak, ahol nemcsak a két szerkezet együtt dolgozását kell biztosítani, hanem komoly együttműködésre kényszerül a monolit szerkezetépítő és az előregyártott elemeket biztosító kivitelező.

A kivitelezést a Doka zsalurendszerével végzik a szerkezetépítő alvállalkozók. A 80 cm átmérőjű pillérek fémzsaluzattal készülnek, a falak zsaluzását keretes fém-szerkezetű és fagerendás zsaluzattal végzik. A változó magasságú födémek egyedi és keretes (Staxo) alátámasztó dúcokkal készülnek. A stadion kivitelezése során az összes zsaluzandó felület 322 500 m², eddig elkészült: 184 600 m². A nagy belmagasságok miatt a Staxo keretes állvánnyal bezsaluzandó magas szerkezetek alá 458 500 légm³ alátámasztásra van szükség. A pilonok látszóbeton-felületének zsaluzásához 15 db kúszóművet használunk. Ezek a három munkaszintű speciális zsaluzatok alkalmasak a szabadon

álló, nagy magasságú pilonok elkészítésére. Megközelítésükhöz egyedi, 30 m magasságig felérő lépcsőtornyokat alkalmazunk.

A várható munkaidő-ráfordítás mennyisége 1 500 000 munkaóra lesz, ennek során a monolit vasbeton szerkezetbe 127 000 m³ betont és 19 300 t betonacélt dolgozunk be. Érdekes, hogy a beépítendő betonacélok összhossza – a Föld átmérőjének hosszával megegyezően – 12 742 km. A stadion fedését egy 12 000 t összsúlyú rácsos szerkezetű acéltető látja el.

A West Hungária Bau Kft. csapata büszke arra, hogy Magyarország legnagyobb középületét építheti. Hűek leszünk nevünkhöz, és maradandót alkotunk! ▲



Rekordidő alatt készült el

A hódmezővásárhelyi elkerülő és külön szintű körhíd

Március végén adták át a forgalomnak a 47-es főközlekedési út 12,7 kilométeres, Hódmezővásárhelyt elkerülő szakaszát. A Szeged felőli végcsomópont attraktív körhídja a laikusok figyelmét is felkeltette, a szakmabeliek viszont számos egyéb újdonsággal is szembesülhettek. Az új szakasz teljes körű tervezése az **UTIBER Kft.** feladata volt. A részletekről **Horváth Anikóval**, a Tervezési Igazgatóság kiemelt projektvezetőjével beszélgettünk.

A munkálatok időrendje

2012 – előzetes vizsgálati dokumentáció, megvalósíthatósági tanulmány
 2013 – engedélyezési tervek
 2014 – építési engedély
 2016 – kiviteli tervek
 2016. november 30. – alapkövetelés
 2017. július 8. – a körhíd összeér
 2018. február 9. – próbateljesítés
 2018. március 22. – ünnepélyes átadás

Az ország legnagyobb körhídja meglehetősen nagy publicitást kapott az elmúlt időben, mintha csak ebből állt volna az egész beruházás. Pedig hát volt ott más megoldandó feladat is bőven...

–Egy szakmai lapban talán nem kell nagyon magyaráznom, hogy egy ilyen hat csomópontos, közel 13 kilométeres elkerülő szakasz megtervezése és kivitelezése mekkora munkát jelent, és talán azt sem, hogy a projekt logikája is más, mint azt esetleg a közvélemény gondolja. A külön szintű körhíd nem az első, hanem az utolsó pont volt a tervezés fázisában. Ha a sok variáció közül másik nyomvonalat választottak volna ki, a Szeged felőli végcsomópont teljesen másban, és nagy valószínűséggel teljesen más formában épült volna meg.

Hány nyomvonal jött szóba?

–Volt három fő változat, de ezek között számos átkötési lehetőség adódott, az összes variáció úgy 17-18 lehetett. A térképre rápillantva azt hihetné az ember, hogy a tervezők ezen a sík, folyóvíz nélküli területen teljesen szabad kezet kaptak, ám amikor berajzoltuk a környezeti elemeket, a Natura 2000 és egyéb védett területeket, az erdőket, ipartepeket, tanyákat, régészeti lelőhelyeket,



A 45-ös úti külön szintű csomópont

kiderült, hogy azért eléggé beszűkültek a lehetőségek. A leghosszabb, mintegy 20 kilométer hosszú változat minden szakmai előírásnak megfelelt, de a beruházó NIF Zrt.

szakmai grémiuma ezt a többletköltségek miatt érthetően elvetette, ráadásul a hosszúsága miatt valószínűleg jóval kevesebben is használták volna. Volt egy 16 és egy



Végcsomópont Szeged felé

13 kilométeres változat is, a végső, egészen pontosan 12 709 méter hosszú nyomvonal tulajdonképpen ez utóbbi kettő keveréke lett. A nyomvonalváltozat meghatározta a végcsomópont helyét is. A főbb útparaméterek természetesen mindvégig változatlanok maradtak. A besorolás kétszer egy forgalmi sávós másodrendű főút, a tervezési sebesség 110 km/h, vagyis a későbbiek során lehetőség van kétszer két sávós gyorsforgalmi út kiépítésére is. A koronaszélesség végig 12 méter, az épített burkolaté pedig 7,5 méter.

A körhídra később még részletesen is kitérünk, ám előbb vegyük sorra a többi csomópontot és a hozzájuk tartozó műtárgyakat.

– Mivel a 47-es út Debrecenből szelvényeződik Szeged felé, mi is haladjunk ebben az irányban. A kezdő csomópont a város keleti határában egy úgynevezett T típusú csomópont. Az elkészült forgalmi előrebecslés nem tette indokoltá a külön szintű csomópont létesítését, így osztályozósávós, szintbeni csomópont épült meg, ahol balra kanyarodó, illetve felállósáv, továbbá jobbra kanyarodó sáv segíti a forgalom zavartalan lefolyását.

A következő, az úgynevezett Rárósi úti csomópont. Itt egy önkormányzati út vezet ki a városból a tanyavilág felé. Egy korábbi variáció külön szintű átemelést tartalmazott, ám ezt gazdaságossági szempontból elvetették. Forgalomtechnikailag ez egy klasszikus



A 47-es elkerülő nyomvonala a végcsomópontból

szintbeni kereszteződés, stoptáblával, balra, illetve jobbra kanyarodó sávokkal.

A 45-ös útnál viszont, gondolom, szóba sem jött a szintbeni megoldás...

– Itt egyértelműen csak külön szintű csomópont jöhetett számításba, hiszen Szentés felől elég nagy forgalom zajlik, a kivezető szakasz mellett pedig jelentős ipari létesítmények vannak. A megoldás egy klasszikus fél lóhere típusú csomópont lett, a 45-ös utat emeltük át a 47-es elkerülő fölé. Itt két komolyabb kihívással szembesültünk. Az út mentén elhelyezkedő ipari, illetve egyéb területek csatlakozását biztosítani kellett. Mivel hosszszelvényileg jelentős magasságkülönbségek adódtak, néhol csak egy kis párhuzamos úttal lehetett a rácsatlakoztatást biztosítani a 45-ös útra. A másik, hogy a 45-ös út melletti, azzal párhuzamosan haladó, meglévő kerékpárutat

is át kellett emelni a főúttal közös koronán, az elkerülő felett.

A Szentés–Hódmezővásárhely vasútvonal, illetve a mindszei csomópont feltételezésén nem okozott túl sok álmatlan éjszakát a tervezőknek...

– A mindszei csomópontnál, a 4521-es útnál több változatot is megvizsgáltunk. Egy korábbi verzió szerint fél lóhere típusú, külön szintű csomópontot terveztek, melyet elsősorban az elkerülőt használók zavartalan lefolyása indokolt, azonban gazdaságossági megfontolásból végül a szintbeni körforgalom mellett döntöttek, ami jelentősen kisebb területigényű, továbbá műtárgy építésére sem volt szükség. Ebben a csomópontban is át kellett vezetni a mártélyi út mellett párhuzamosan haladó kerékpárutat. Továbbhaladva, a körforgalomtól mintegy 400 méterre, a földút vonalában egy gyalogos-kerékpáros aluljáró létesült, mely a Tiszához tartó kirándulóknak, horgászoknak biztosít közvetlen kapcsolatot. Ha lehet ilyen mondani, a 130-as számú vasútvonal feletti „átemelés” valóban rutinmunka volt. Egyébként ez a vonal nem keverendő össze a 135-ös számú, Szeged–Békéscsaba közti vonallal, amely fölött a körhíd épült.

Volt még egy csomópont, az úgynevezett Bodzási út, amely a Tiszához vezet, az út mentén ipari terület helyezkedik el, továbbá ta-

nyák is vannak. Korábbi elképzelések szerint egy külön szintű, úgynevezett csökkentett paraméterű csomópont jöhetett volna szóba, de a gazdaságosság itt is felülírta ezt az elképzelést, így szintbeni körforgalmat terveztünk.

És akkor már meg is érkezünk az ország legnagyobb körhídjához...

– Amit a helyiek „kopáncsi körhíd”-ként emlegetnek, hiszen Hódmezővásárhely kopáncsi részén épült fel. A külön szintű körhíd vagy külön szintű körforgalmi végcsomópont már nagyobb kihívást jelentett, különösen azért, mert ezt az elég nagy méretű műtárgyat kilenc különálló szerkezet alkotja.

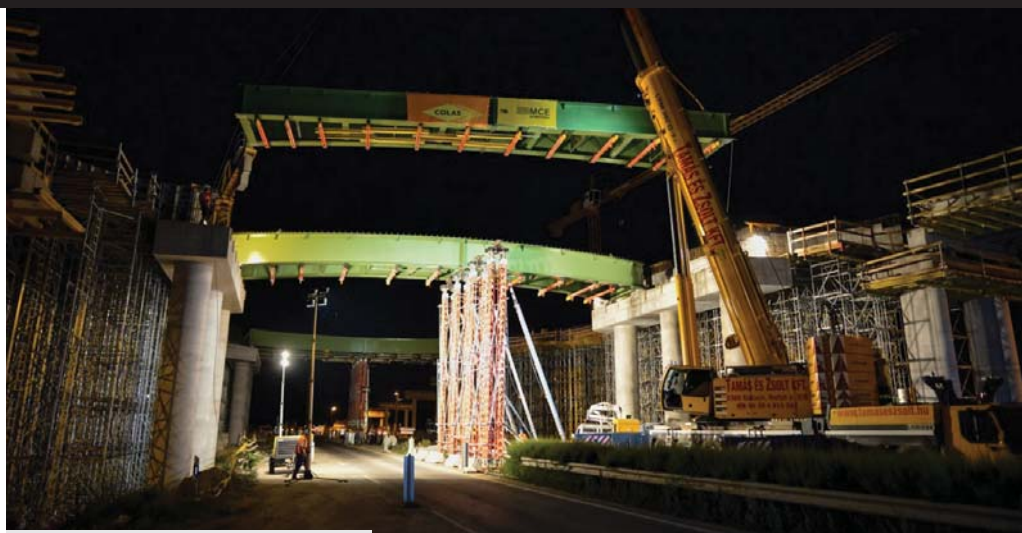
És a helyszíne sem tűnik különösen kedvezőnek...

– Úgy is fogalmazhatnánk, hogy az ideális nyomvonal rögzítése kijelölte nekünk azt a nem éppen ideális helyszínt, ahol a végcsomópontot meg kell valósítani. A 47-es út meglévő kétszer két sávú szakasza, illetve a mellette párhuzamosan futó vasútvonal és kerékpáros út ugyan minden variációban adottság volt, de ezen a kopáncsi helyszínen még nagy kiterjedésű bányatóval is számolnunk kellett. Itt szeretném megjegyezni, hogy rajtunk kívül még több alvállalkozó nagyszerű munkát végzett. A körforgalmi híd szerkezeti terveit például a CÉH Zrt. készítette, a geotechnikai háttérrel pedig a Geo-Terra Kft. biztosította. Az UTIBER stábjában sok szakági tervező dolgozott, nekik köszönhető, hogy szinte rekordidő alatt sikerült a terveket elkészíteni.

Feltételezem, hogy itt is több változatot vizsgáltak meg.

– Természetesen. A párhuzamosan futó vasút miatt csak külön szintű megoldás jöhetett szóba. Az első variáció a vasút alatti átvezetés volt, amit egyébként – elméletileg – nagyon egyszerűen meg lehetett volna oldani. A régi nyomvonalat kiterítjük, létrehozunk egy szintbeni körforgalmat az elkerülő kicsatlakozásához, és a vasút alatt átvezetjük az elkerülő utat. Viszont a vasúti töltés a Tisza másodfokú árvízvédelmi töltése, tehát árvíz esetén le kellett volna zárni a vasút alatti teljes keresztmetszetet. Ez egy elkerülő főút esetében természetesen nem elfogadható megoldás, emiatt ez a változat gyorsan le is került a napirendről.

Maradt tehát a vasút felett átvezetett megoldás. Nem lesz körforgalom, hanem kiterítjük a 47-es utat, hogy elérjük a kellő magasságot. Ami nem kevés, hiszen nemcsak a közúti, de a villamosított vasúti ürszelvényt is biztosítani kellett. Ezzel a megoldással az volt a legnagyobb probléma, hogy az út már



A körhíd acélszerkezetének beemelése



A végcsomópont

a bányató igénybevételével vezetett volna, vagyis a tavat fel kellett volna tölteni. Technikailag meg lehetett volna oldani, meg is kapta a szükséges engedélyeket. Építési szempontból azonban ez a megoldás hordozott magában bizonyos kockázatokat, nem várt süllyedések jelenhettek volna meg, és a szűkös határidők miatt mindezt a kivitelezők nem vállalták fel.

Volt még más variáció is, vagy már a körhíd jött be a képbe?

– Már a végső megoldás következett. Azzal szembesültünk, hogy ha nem vesszük igénybe a bányatavat, akkor már csak egy hosszú, keskeny sáv áll rendelkezésre a tó és a vasútvonal között. Az volt a feladat, hogy megoldható legyen a külön szintű átemelés, a forgalmi irányok is biztosítva legyenek minden irányba, valamint a párhuzamos kerékpárút és a bányatavakhoz bevezető út is megmaradjon. Erre pedig valóban nem volt más megoldás, mint ez a külön szintű körforgalmi kialakítás. A műtárgy tekintélyes méretét is az határozta meg elsősorban, hogy alatta fut és meg is marad a kétszer két sávú 47-es út, az új le- és felhajtóágakat csak mellettük tudtuk kialakítani. Geometriailag pedig ez volt a legkisebb kör, ami lehetővé tette ezeknek az irányoknak a létrehozását.

A közvélemény nem is a konstrukció hosszával, hanem tízméteres magasságával nincs kibékülve.

– Ami bizonyos fokig érthető is, a tervező szempontjából viszont megindokolható. Ez ugyanis nem közúti, hanem vasúti probléma. A közúti ürszelvény 4,7 méter, nekünk ennyi elég lett volna egy közúti híd elkészítéséhez. A villamosított vasúti ürszelvény viszont 6,75 méter, és ehhez még hozzáadódik, hogy a régi 47-es út és a vasúti töltés között is jelentős, mintegy háromméteres magasságkülönbség van. Mindezt összeadva, adódik a közút feletti tízméteres ürszelvény.

Nézzük meg kicsit részletesebben azt a kilenc szerkezeti egységet!

– Az egyirányú le- és felhajtóágakból értelemszerűen négy darab van. Ezek előregyártott hazai vasbeton felszerkezeti elemek, amelyek méretét a hossz-szelvényi kialakítás határozza meg, 188 és 219 méter a két szélsőérték, mely összesen 6,3 kilométernyi tartóhosszúságot eredményezett. A fel- és lehajtás kezdeténél természetesen négy támfalas szerkezet található, amelyek vasbeton szögtámfalból, illetve U keretből állnak össze, míg elérik a mintegy 3,5 méteres magasságot. Ez 66–79 méter úthosszat jelent.

Maga a körhíd is négy különálló szerkezetből tevődik össze – ezek monolit beton, illetve íves acél főtartókkal együtt dolgozó, monolit vasbeton pályalemez oszvérszerkezetek. A körszerkezet külső sugara 30,25 méter, a belső sugara 20 méter, tehát a pályaszélesség 10,25 méter, kamionok vagy pótkocsis teherautók számára is kényelmesen járható. Az egész körhíd teljesen egyedi tervezés, hiszen ennek a körszerkezetnek a lekerekítő ívek miatt folyamatosan változó a keresztmetszete. Ennek megfelelően a vasalási terv

kialakítása is meglehetősen bonyolult volt. A statikusnak komoly kihívást jelentettek a külpontosság miatti extrém igénybevételek, és ez kihatott az alátámasztási rendszerre is.

A kilencedik, vagyis a vasút fölötti rész is öszvérszerkezet. A felszerkezet hossza 81 méter, a két szabad nyílás 38-38 méter, tehát bőségesen marad hely egy esetleges második vasúti vágány kialakítására.

Milyen alapozást kaptak a különböző szerkezetek?

– Ezernél is több cölöpre volt szükség, hogy megálljon az eléggé terjedelmes szerkezet. A monolit és öszvérszerkezeteknek fúrt vasbeton cölöpalapozásuk volt, az előregyártott vasbeton elemeknek pedig vert cölöpalapozásuk. Ha erre egy szakmabeli most fölkapja a fejét, igaza van: a keveredésre főleg kapacitáshiány miatt volt szükség. Egyféle alapozással ugyanis egyszerűen nem tudták volna az egész hatalmas műtárgyat határidőre befejezni. Így viszont míg helyben készült a monolit szerkezet, az öszvér- és az előregyártott szerkezeteken párhuzamosan tudtak dolgozni, nem kellett egymást bevárni. Ennek a koordinálása volt talán az egész építkezés kulcsmomentuma. Másik érdekesség, hogy mivel a híd meglehetősen magas, komoly süllyedéseket prognosztizáltak. A „konszolidáció” a hídfők építésénél mintegy 6–8 hónap volt, ami egyáltalán nem fért bele a szűkös határidőbe. Végül számításokkal igazolható volt a konszolidáció előtti hídfőépítés, a süllyedést természetesen a későbbiekben a hídfő felmenőfalának kétütemű betonozásával korrigálni kellett.

A képek alapján komoly betonerdőnek tűnik az a rengeteg hídpillér.

– Egészen pontosan 46 darabról van szó, de kevesebbel egyszerűen nem lehetett áthidalni ezeket a nagy távolságokat. A pillérek alatti cölöpök hossza összességében 13,6 kilométer. Így utólag már bevallhatom, hogy amikor még állt a zsaluzat, szakmailag is megdöbbentő volt a látvány – pedig hát mégiscsak mi terveztük. Amikor viszont lekerült a zsaluzat, már egyáltalán nem tűnt betonrengetegnek, a nagy magassága miatt szerintem egészen légies lett.

Néhány adat

Földmunka: 1 160 000 m³
Betonacél: 2200 t
Szerkezeti beton: 13 000 m³
Aszfalt: 63 000 t



A végcsomópont

Végül is büszkék lehetnek magukra: olyan projektet hoztak tető alá, amelyre nemhogy Magyarországon, de Közép-Európában is kevés példa van.

– A büszkeség helyett én inkább szakmai elégedettséget vagy jó érzést mondanék, és nemcsak a körhíd, hanem a teljes elkerülő projekt miatt, hiszen tényleg elég kevés ehhez hasonló megoldás található. Az egész beruházást nagyban befolyásolta az a tény, hogy a kivitelezésre meglehetősen rövid idő, kevesebb mint másfél év állt rendelkezésre – két téli időszakkal. Ami pedig ebből következett: a kiviteli tervek is rekordidő alatt kellett leszállítani, az első olyan projektek egyike volt ez, melyben a kivitelező feladatai közé tartozott a kiviteli tervek elkészítése is. Mivel a kivitelezővel – a Colas Út Zrt., a Délút Kft., a Colas Hungária Zrt. és a Colas Közlekedésszolgáltató Zrt. alkotta konzorciummal – olyan szerződést kötöttünk, amely

tervezői művezetést is tartalmazott, nagyon szoros volt az együttműködés, és sikeres is. A tervezőgárda az egész projektet a kezdetektől végigkísérte, és ha bármilyen igény, pótlás, korrekció felmerült a kivitelezés alatt, a kivitelező számíthatott rájuk. Meg kell említeni, hogy a végeredményhez nemcsak a tervezők és a kivitelezők, hanem a projektben részt vevő teljes szakmai kollektíva (beruházó, mérnökök, kezelők, eljárásokban részt vevő hatóságok, szervezetek) szoros, napi szintű kapcsolatára szükség volt. ▲



Hordógurítás a körhídon



Csőrekonstrukciós karbonkalkulátor fejlesztése

A klímavédelem és a közmű-rekonstrukció kapcsolata

A vízi közmű szektorban az elkövetkezendő évtizedek nagy feladata az elhasználódott infrastruktúra rekonstrukciója lesz. A munka ütemezését, végrehajtását időben jól elő kell készíteni, hogy a szűkös anyagi forrásokat a leghatékonyabban lehessen felhasználni, megfelelő rekonstrukciós technológia alkalmazásával. A közművek elhelyezkedése miatt környezetvédelmi szempontokat is figyelembe kell venni. Ezek egyike a klímavédelem kérdéskörében igen fontos CO₂-lábnyom, melynek meghatározását munkánkban víziközmű-rekonstrukciós technológiák esetére adaptáltuk.

Rekonstrukcióigény

Hazánk víziközmű-ellátottsága jónak mondható, a vízellátás tekintetében az ingatlanok 95% fölött ellátottak ivóvízzel (KSH, 2016). A szennyvízelvezető rendszerek nagy része szintén kiépült, azokban az agglomerációkban, ahol még gazdaságosan megvalósítható a szennyvíz vezetékes gyűjtése, ott várhatóan 2019-ig megtörténik a KEHOP-2.2. program keretében. Ezek az agglomerációk 2000 lakosegyenérték (LE) felettiek, és derogációs kötelezettségük van. Egyedi szennyvízkezelés kiépítésére a 2000 LE alatti települések, településcsoportok esetén a VP6-7.2.1.2-16 program keretében van lehetőség, amely várhatóan 2021-re befejeződik. Kijelenthetjük, hogy a jelenlegi ismereteink alapján az elkövetkező négy évben a szennyvízhálózatok elérik végleges hosszukat. Eddig az időpontig a kitakarásos építési módok volumene dominálni fog a kivitelezési munkákban.

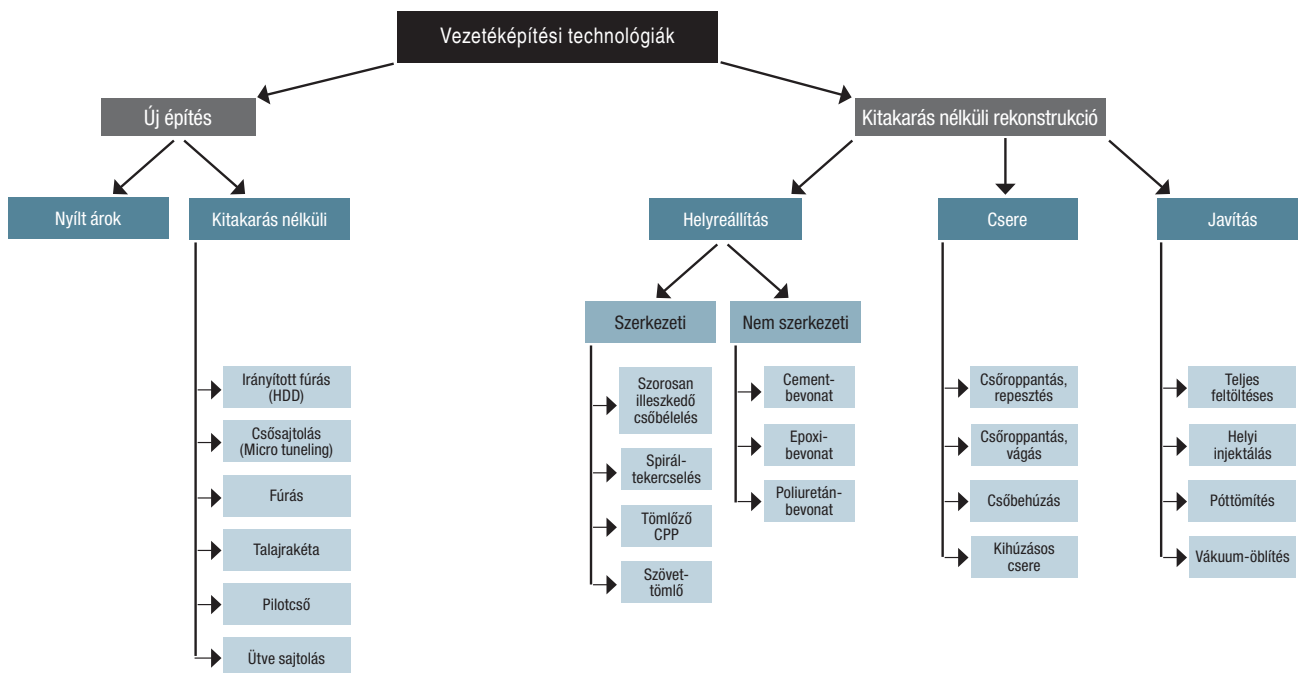
A vízellátó rendszereket mindinkább a túlhasznátság jellemzi, aminek oka az elmaradt rekonstrukció. Ennek következtében egyre öregebb, magas meghibásodási rátájú hálózatokat kell üzemeltetni, ami a cégeket nagy kihívás elé állítja. Emellett a vízellátó rendszerek döntő többségét az alulterheltség jellemzi, ami másodlagos vízminőségi problémához vezethet. Az ivóvízminőség-javító program keretében megépült vezetékszakaszok minősége a szolgáltatók jelzései alapján sokszor megkérdőjelezhető, ennek oka az európai uniós források felhasználására vonatkozó határidőkben keresendő. A vízelvezető rendszereket illetően annyi jobb a helyzet, hogy vezetékhosszra vetítve fiatalabbak a rendszerek. Sok esetben azonban az utóbbi húsz évben megépült vízelvezető rendszerek – az építési előírások be nem tartása

miatt – már átadásuk után hamarosan rekonstrukcióra szorulnak. A keletkező folytonossági hibák miatt idegenvíz-problémák is nehezítik az üzemeltetést, továbbá szennyvízminőségi problémák is károsítják a hálózat elemeit (a regionális rendszereken a tartózkodási idők növekedése és a fogyasztói szokások megváltozása a szennyvíz berothadását okozza, korrozív körülményeket teremtve). Az egyesített elvezető rendszereken a klímaváltozás miatt növekvő gyakorisággal előforduló szélsőséges csapadékesemények okoznak túlterheléseket, elöntéseket.

A víziközmű-hálózatok rekonstrukciós igénye folyamatosan nő. A rekonstrukciós igényre vonatkozó becslések 3000 milliárd forint körüliek (Inforádió, 2017), azonban a pontos értéket nem lehet egyértelműen megállapítani, mivel ezek meghatározása döntő mértékben közgazdasági alapú megközelítésre épül (vagyonértékelések, OSAP 1376). Ezeket a rekonstrukciós igényeket a vízdíjba épített értékcsökkenésből kellene fedezni, ám az említett összeg nagyságrendje – akár több évre elosztva is – már nemzetgazdasági kérdéseket generál. Az üzemeltetők döntő többségénél a felújítási ráták 0,4% alattiak, ezzel hallgatólagosan azt feltételezik, hogy a vezetékek 250 évig fognak üzemelni, miközben a csőgyártók is legfeljebb 100 évig mernek üzemelési élettartamot jósolni – természetesen tökéletes beépítési körülmények között. A jelenleg is nagy számban előforduló azbesztcement csövekre 50-60 év élettartamot prognosztizáltak, ennek lejáratát most kezdődik. Az üzemeltetők az elmaradt rekonstrukciót a megnövekedett üzemeltetési, fenntartási költségekben fizetik meg.

Az ismertetett állapot nem hazai specialitás. A mienknél fejlettebb országokban is komoly gond a forráshiány. Az elvárt 2%-os felújítási ráta ott sem érvényesül maradéktalanul, de ezzel együtt kedvezőbb a helyzet.

1. ábra. Építési technológiák csoportosítása



Forrás: ISTT

Rekonstrukciós technológiák

A rekonstrukció kivitelezésére a klasszikus nyílt árkos módszer mellett a kitakarás nélküli, úgynevezett No-dig technológiák is rendelkezésre állnak. Utóbbiak idehaza több mint 50 éves múltra tekintenek vissza; a kivitelezők a vezetékekben jelentkező problémák széles spektrumára kínálnak minden szempontból hatékony műszaki megoldást. Az elmúlt évtizedekben végbement fejlesztések közti eligazodás megkönnyítésére a Nemzetközi Kitakarásnélküli Technológiákért Társaság (ISTT) rendszerezte a fellelhető vezetékeképítési technológiákat (1. ábra).

A megvalósítandó rekonstrukciós technológia kiválasztásakor a költségek mellett azokat a környezetre gyakorolt hatásokat is érdemes vizsgálni, amelyek közvetett költségekként (externális gazdasági hatások) jelentkeznek az élet más területein (táblázat).

a beépítésig – jelentős CO₂-kibocsátónak számít. A rekonstrukciós technológiákat illetően több megoldás közül választhatnak a döntéshozók, a lehetséges alternatívák között pedig jelentős különbségek lehetnek a CO₂-vonzatuk („karbonlábnyomuk”) tekintetében.

Rekonstrukciós technológiák karbonlábnyoma

Az építőipari tevékenységek CO₂-vonzatának kiszámítása az életciklus-elemzések módszertanát követi, így azokhoz hasonló buktatókkal jár. Mivel általánosan alkalmazott, sztenderd eljárás jelenleg nem létezik, a szakirodalomban fellelhető adatok értelmezése és alkalmazása nagyfokú körültekintést és elővigyázatosságot igényel. Az alábbiakban röviden összefoglaljuk a módszertannal kapcsolatos legfontosabb tudnivalókat.

Közműépítési technológiák externális hatásai

Szennyezőanyag-kibocsátások	Nem anyagi jellegű környezetterhelés	Gazdasági-társadalmi hatások
szálló por/PM10 (földmunka, motorok)	zajhatások	forgalomterelés által okozott kellemetlenségek
NO _x , C _x H _y (motorok, kapcsolt emissziók)	rezgések, vibráció	elérhetőség korlátozása (üzletek, közintézmények)
üvegházhatású gázok (CO ₂ , CH ₄ stb.)	talajmechanikai változások	

Az elmúlt évtizedek kutatásai rávilágítottak arra a tényre, hogy a klímaváltozás egyik fő oka az üvegházhatású gázok (ÜHG) felhalmozódása a légkörben, ezen belül is kitüntetett figyelmet érdemel a CO₂-koncentráció folyamatos növekedése. Becslések szerint az ebből származó károk éves szinten az EU-ban meghaladják a 60 milliárd eurót (EEA, 2011). Ennek okán, illetve a kiotói jegyzőkönyvben és a párizsi éghajlatvédelmi egyezményben vállaltakhoz híven, a fejlett világ országainak nagy része a kibocsátás csökkentésében érdekelt. Mint a legtöbb termelő ágazat, az építőipari tevékenység is – a gyártástól

A vizsgált rendszer az alábbi elemeket foglalhatja magában:

1. felhasznált építőanyagok előállítása nyersanyagaikból;
2. felhasznált építőanyagok kivitelezési helyszínre szállítása;
3. beépítéshez kapcsolódó munkafolyamatok;
4. üzemeltetés;
5. felhagyás (hasznos élettartam vége).

A közmű-rekonstrukció témakörében eddig közzétett elemzések jellemzően az 1. és 3. pontoknál határolják le a vizsgálatot, bár céltól és tárgytól függően esetenként kiterjednek a 4. és az 5. pontra is, ami

természetesen igen eltérő eredményekhez vezet. Az egyes pontokhoz kapcsolódó CO₂-kibocsátások elsősorban a gyártás (nyersanyag-kitermelés, szállítás és feldolgozás), a késztermék építkezési helyszínre szállítása, valamint a beépítési munkálatok *energiaigényéhez* (üzemanyag, illetve villamosenergia-felhasználás) köthetők, de előfordulhat *gyártástechnológiai* eredetű emisszió is. A számításhoz felhasznált fajlagos CO₂-kibocsátási adatok jellemzően iparági életciklus-elemzésekből és/vagy az ezekre alapozott különféle adatbázisokból (másodlagos adatforrások) származhatnak. Ezen a ponton több bizonytalansági tényező is nehezíti a tisztánlátást. Jelentős különbségekre vezethet a nyersanyag-összetétel változatossága (pl. hulladékanyag újrafelhasználása révén), az alkalmazott gyártástechnológiák közötti eltérések (elsősorban energiaigényük miatt), valamint a villamos energia előállításának módja (ami országonként igen különböző lehet, akár Európán belül is). Szintén bonyolítja a helyzetet, hogy egyes adatforrások csak szén-dioxid-emisszióra vonatkoznak, mások viszont több ÜHG együttes kibocsátását fejezik ki CO₂ ekvivalens értékben; ezeken felül pedig energiavonat alapú kimutatások is léteznek.

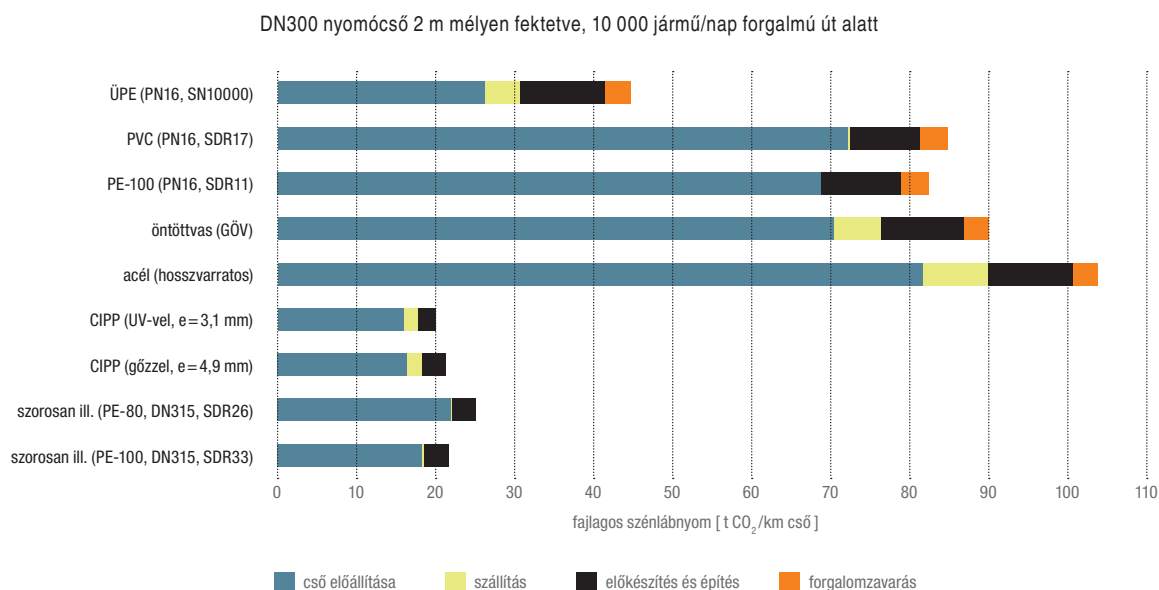
A vázolt nehézségek (a hatósági előírások hiányával tetézve) gyakran a klímavédelmi szempontú vizsgálatok elmaradásához, esetleg felületes elemzésekhez vezetnek, kétes értékű eredményekkel. Ezt a hiányosságot felismerve nemrég egy hazai viszonylatokra adaptált, egyszerűen használható döntéstámogató alkalmazás fejlesztésébe kezdünk, melynek célja a küszöbön álló széles körű víziközmű-rekonstrukció tervezése során felmerülő klímavédelmi szempontú értékelés szakmai támogatása. A most még tesztfázisban lévő eszköz képességeit egy hipotetikus esetvizsgálat eredményein keresztül mutatjuk be az alábbiakban.

et al. 2018). Különösen nagy gondot okoz az AC gerinc-, illetve távvezetékek meghibásodása, ami településrészek vagy egész települések vízhiányát okozhatja. Az AC csövek felhagyása kapcsán további probléma a veszélyes hulladékként jelentkező vezetékmardványok ártalmatlanítása, és ez a környezeti kockázat mellett költségnövelő tényező is a rekonstrukcióban. Példánkban ezért NA300 és NA400 méretű, 2 m mélységben fektetett AC gerincvezetékek rekonstrukcióját vizsgáltuk (csőkötések, aknák és bekötések nélkül).

Az elemzés során a „bölcstől az átadásig” (1–3. pontok a fenti felsorolásban) rendszermodellt alkalmaztuk, kitakarásos építési mód esetén kiegészítve a gépjárműforgalom zavarásából adódó becsült járulékos szén-dioxid-emissziókkal (feltételezve, hogy a rekonstrukció belterületen zajlik, és egy 10 000 jármű/nap átlagos forgalomterheléssel jellemezhető útszakaszt érint). Az egyszerűség kedvéért feltételeztük, hogy kitakarásos építés esetén nincs szükség a munkaárok víztelenítésére (ami a folyamatos szivattyúzás miatt jelentene többlet CO₂-vonzatot); továbbá azt is, hogy az érintett terület fogyasztóinak vízellátása megoldható a rekonstrukcióval nem érintett vezetékszakaszokról, így többletterhelést az sem okoz (hosszabb vezetékszakaszok esetében ez nehezen teljesíthető, a felújítás idejére alternatív módon kell biztosítani a vízellátást). A számításnál figyelembe vett fajlagos kibocsátásokat, beszerzési forrásokat és gyártástechnológiát a lehetőségeinkhez képest igyekeztünk a hazai körülményekre szabni.

Eredményeinket a 2. és 3. ábra mutatja. A várakozásoknak megfelelően – az árkolásból és a forgalomzavarásból kifolyólag – különbségek adódtak a kitakarásos és a No-dig rekonstrukciós eljárások között. Ugyanakkor az is jól megmutatkozik, hogy az összegzett CO₂-vonzatot

2. ábra. Rekonstrukciós technológiák fajlagos szénlábnyoma NA300 átmérő esetén

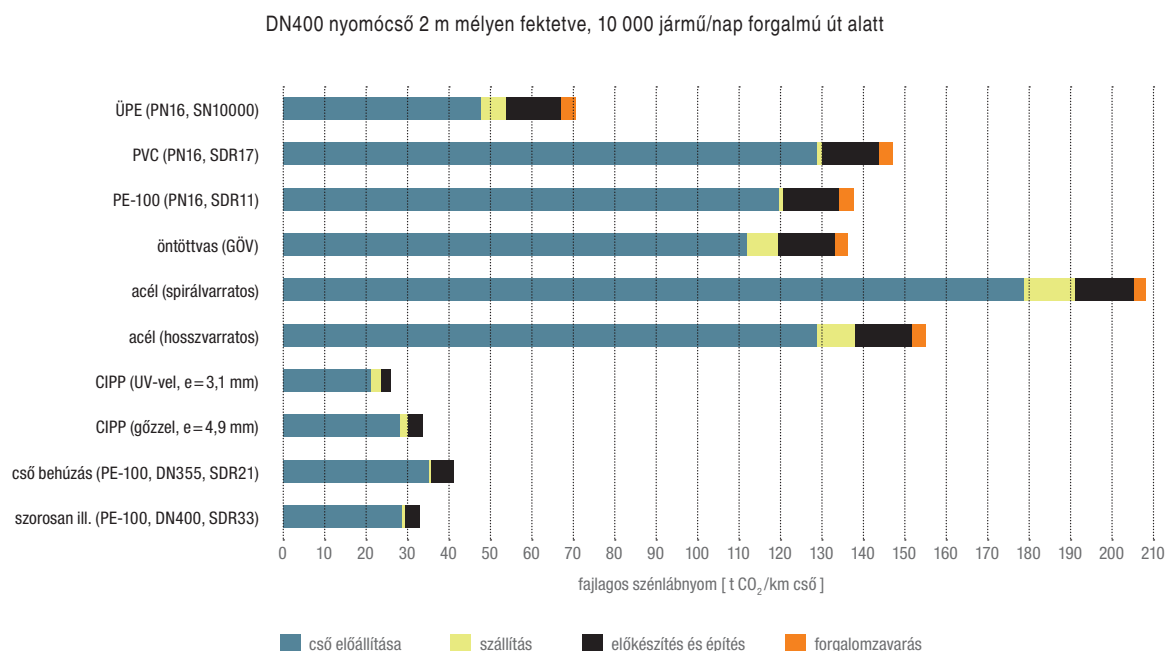


Demonstratív esettanulmány

A hazai ivóvízellátó vezetékek közel fele még mindig azbesztcement (AC) anyagú. Életkoruk lassan eléri műszaki élettartamuk végét, amelyet meghibásodásrájuk is igazol. Ezek a túlhasznált csövek 10-15 év múlva az üzemeltetésben komoly ellátási kockázatot jelenthetnek (Várszegi

legfőképpen a felhasznált anyagok „beépített szénlábnyoma” határozza meg (egyértelműen a szakirodalomban fellelhető hasonló elemzésekkel). A kitakarásos és No-dig technológiák között ebben a szegmensben megfigyelhető markáns különbség arra vezethető vissza, hogy utóbbiak esetében a meglévő régi cső helyreállításához felhasznált új csőanyagok kisebb falvastagságúak, mint teljes csőcsere esetén (a vizsgálatban se-

3. ábra. Rekonstrukciós technológiák fajlagos szénlábnyma NA400 átmérő esetén



replő kitakarás nélküli technológiák alkalmazásának szükséges feltétele, hogy a meglévő cső szerkezetiileg csak kismértékben szoruljon megerősítésre). Fontos megjegyezni, hogy az öntöttvas és acéltérmekek előállításához tartozó szénlábnymot erőteljesen befolyásolja a hulladékfém felhasználásának aránya a gyártástechnológiában (amennyiben 100%-ban új nyersanyagokat feltételezünk, az itt bemutatott értékek akár 50%-kal is megnőhetnek). Általánosságban is megállapítható, hogy a számítások legérzékenyebb pontja a termék-előállításához kapcsolódó fajlagos CO₂-emisszió, ezért a kalkulátor további fejlesztése során ennek érzékeltetésére nagy figyelmet kell szentelni.

A 2. és 3. ábrán látható eredmények alapján 300-as átmérő esetén a választott csőanyagtól és technológiától függően kilométerenként 20–85 t CO₂-különbség adódik (jellemzően 70 t körüli értékekkel) a kitakarásos, illetve a No-dig megoldások között, míg 400-as átmérő esetében 29–182 t CO₂ a differencia (jellemzően 120 t körüli értékekkel). A szénlábnymok közötti különbség szemléltetésére a magyarországi erdőterületek éves léptékű átlagos nettó CO₂-megkötő képességét használjuk, ami **Haszpra** (2011) szerint 4 t/ha. Ez alapján a vizsgált átmérők-ből 100 km rekonstrukcióra eső megtakarítás a Budapest közigazgatási területén található erdőterület (~6000 ha) éves CO₂-megkötő képességének harmadára-felére tehető. Ha csak az ország vízellátó hálózatában közel 30 000 km AC nyilvántartott vezetékét vesszük (**Várszegi**, 2014) – hozzátéve, hogy ez az állomány az általunk vizsgált átmérők-nél szélesebb mérettartományt ölel fel –, belátható, hogy a gazdasági vonatkozások mellett a klímavédelmi szempontok figyelembevétele a jövőbeli csőrekonstrukciós projektek során indokolt lenne.

Összefoglalás

A hazai víziközmű-rekonstrukciós igények tekintélyes volumenének tükrében a döntéshozatal során a fontos műszaki-gazdasági szempontok mellett vizsgálatra érdemes tényezőnek tartjuk a klímavédelmi vonatkozásokat is. A módszertani buktatók elkerülése, valamint az

egységes értékelés támogatása céljából folyamatban van egy „cső-rekonstrukciós karbonkalkulátor” fejlesztése, melynek segítségével két konkrét szcenárió példáján bemutattuk az üvegházhatású gázok kibocsátásában várható megtakarítások nagyságrendjét. A kapott eredményekből arra következtethetünk, hogy azokban az esetekben, ahol a meglévő csövek műszaki paraméterei megengedik az alkalmazásukat, a kitakarás nélküli rekonstrukciós technológiák klímavédelmi szempontból előnyösebbek. Mindemellett szeretnénk hangsúlyozni, hogy minden egyes eset külön elemzést igényel – egyrészt a szénlábnymszámítás eredményének csőátmérőtől és nyomásviszonyoktól való erőteljes függése miatt, másrészt a csövekkel szemben támasztott esetleges egyedi igényekre való tekintettel. ▲

Irodalom

KSH, 2016, Közüzemek ivóvízzel ellátott települések és lakások (1990–) web: http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_zrk001.html (2018.01.28.)

KSH, 2016, Közüzemek szennyvízgyűjtő-hálózattal rendelkező települések és lakások (1990–) web: http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_zrk002.html (2018.01.28.)

Inforádió, 2017, Bajban a vízellátásunk – tízezer milliárd forintba lenne szükség, web: http://inforadio.hu/belfold/2017/07/31/hiaba_zarjuk_el_a_csapokat_a_viz_negyede_mar_a_csovekbol_elfolyik/ (2017.12.10.)

European Environment Agency (EEA), 2011, Revealing the costs of air pollution from industrial facilities in Europe, doi:10.2800/84800

Várszegi Cs., Csuhan G., Kakukk A., Koza G.: Halad-e az azbesztcement csövek cseréje Magyarországon? *Vízű Panoráma*, XXVI/2018.

Haszpra L. (szerk.) (2011): *Atmospheric Greenhouse Gases: The Hungarian Perspective*. Springer, ISBN 978-90-481-9950-1.

Várszegi Cs., (2014): Azbesztcement cső probléma az ivóvízellátásban. *Magyar Hidrológiai Társaság XXXII. Országos Vándorgyűlése*, Szeged, 2014. július 2–4.

Hazai fejlesztés, új formai kialakítás

Vasbeton szádfal bemutatása

Az elkövetkező években intenzív felújítási és átépítési munkák várhatók hazánk élővizeinél. A munkálatok során nagy hangsúlyt fektetnek a korábbi, mostanra már tönkrement partfalak rehabilitációjára, illetve az erózió roncsolta partszakaszok védelmére.

A velencei-tavi partfalak rehabilitációjának munkálatai már tavaly megkezdődtek. Várhatóan folytatódik új balatoni kikötők építése vagy a meglévők bővítése és korszerűsítése. Ezenél a beruházásoknál műszaki igény merült fel az előregyártott vasbeton szádfalak iránt, amelyek elérhetősége hazánkban limitált. A lehetőséget felismerve – a hazai piac előregyártott vízepítési vasbeton elemek gyártásának jelentős szereplője –, a Csomiép Kft. vasbeton szádfal fejlesztését határozta el.

Az új termékcsalád fejlesztésekor elsődleges szempont volt a műszakilag hatékony kialakítású, de akár városi környezetben is esztétikus megjelenésű szádfalelem megalkotása, amely további előregyártott vasbeton kiegészítő elemekkel a partfalvédelem mellett a parti sétányok kialakítását is lehetővé teszi. A Csomiép Kft. különböző szakterületeken jártas mérnököket és cégeket kért fel a fejlesztésben való részvételre, és ennek köszönhetően a kifejlesztett terméket geotechnikai, statikai, betontechnológiai és kivitelezési szempontok alapján optimalizálták.

Nagy megtiszteltetés volt számunkra, hogy meghívást kaptunk a fejlesztők csapatába, és megismerkedhettünk, illetve együtt dolgozhattunk sok kiváló szakemberrel. Cikkünk röviden a fejlesztés geotechnikai szempontjait és eredményeit foglalja össze.

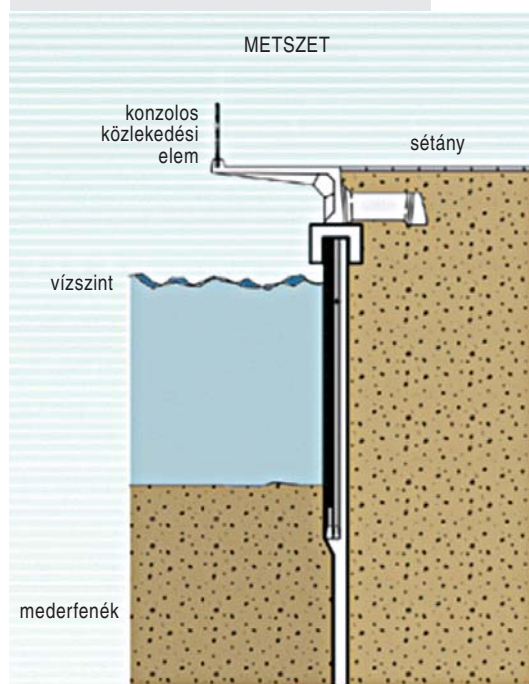
Formai kialakítás

A szádfalak a vízpart erózióvédelme mellett a partfal megtámasztását is biztosítják, így általában robusztus szerkezetként jelennek meg kikötőkben, vízi létesítményeknél. Azonban a hazai tervek jelentős része turisztikai helyeket és funkciókat betöltő helyszíneket érint. Ebből kiindulva a formai kialakításkor fontos szempont volt, hogy olyan szádfalelem készüljön, amely esztétikus megjelenést biztosít egy városi vagy frekvenciált turisztikai területen is, formavilágában nem az ipari felhasználást sugalló acél szádfalelemre hasonlít. Érdeklőség, hogy a végső formavilág mégsem egy dizájnfogásból, hanem statikai megfontolásból alakult ki. A szerkezettervezői munkálatokat Kovács Olivér (Eferte Kft.) csapata végezte, ők a szádfalelem

inerciájának optimalizálása és a bevasalhatóság vizsgálata alapján jutottak el a hátulsó erősített bordával rendelkező viszonylag vékony homlokelemformához. A végső elemben végül jól összekapcsolódott a kezdetekben kidolgozott íves formavilág és a szerkezethez is szükséges keresztmetszeti kialakítás.

Az elemnek ekkor még teljes hosszában azonos keresztmetszete volt, tehát az íves kialakítású homloklaprésznek és a hátsó oldalon lévő megvastagított bordarésznek. A cölöpszerűen vagy berlini dúcolathoz hasonlóan túlnyúló bordát már geotechnikai megfontolások miatt fejlesztettük ki, bevonva az erőjátékba az esetlegesen

1. ábra. Vasbeton szádfalelem, előregyártott konzolos vasbeton közlekedési elemmel



mélyebben található jobb kondíciójú talajokat. A jobb kondíciójú talajok nagyobb ellenállása mellett azonban azt is számba vettük, hogy a berlini dúcolatoknál a földbe vert tartóoszlopok passzív földellenállásának felületi kiterjedése a mélységgel arányosan nő, aminek felső korlátja a teljes fal, tehát a két tartó közötti felület passzív földellenállása. Ez tehát azt jelenti, hogy bizonyos mélységtől a két tartóoszlopra felvehető passzív földmegtámasztás megegyezik a „tömör” faléval. Mindezek mellett a meghosszabbított borda nemcsak a betonfelhasználás miatt hatékony, hanem előnyös a szádfalelem kivitelezésekor alkalmazott verés vagy vibrálás során is, ahol az oszlopszerűen kinyúló rész segít az elem vezetésében is (1. ábra).

Az esztétikai megfontolásoknál megemlíthető, hogy a tervezett, viszonylag sík felület jó lehetőséget nyújt a különböző felületű textúrák, nyomatok létrehozására, így például épületek homlokzati forma- és színvilága mosódhat össze az előtérben lévő partvédművel. Az elemek egymás mellé helyezésével a vízfelszínhez hasonlító, kissé hullámzó felületet kapunk, aminek az esztétikai megfontoláson túl statikai szerepe is van.

Geotechnikai numerikus vizsgálat geotechnikai környezete

A számításokat kezdetben még 2D-ben végeztük, azonban a szerkezeti elemek bonyolult formavilága miatt a rendszer állékonyságának és deformációinak elemzésére Plaxis 3D geotechnikai végeselemes szoftvert alkalmaztunk.

A tervezéskor a prototípusok számításainak elvégzéséhez a velencei-tavi geotechnikai viszonyokat vettük alapul. A talajrétegződést és a talajfizikai jellemzőket a talajvizsgálati jelentés alapján vettük fel. A numerikus analízisek során használt talajrétegződés és talajfizikai paraméterek a kritikusabb zónákra jellemzőek, így feltételezhető, hogy ha ezeken a területeken vizsgált szerkezetek elmozdulása és állékonysága kielégítő vagy közel kielégítőnek minősül, akkor az a környező, geotechnikai szempontból kedvezőbb helyeken is al-

kalmazható, illetve egyedi tervezéssel optimalizálható. A heterogén talajkörnyezet definiálásakor mesterséges feltöltés, puha, összenyomódásra érzékeny, szerves talajrétegek is szerepeltek. A 2. ábrán az egyik ilyen kritikusnak vélt talajrétegződés modellezéskor használt összetétele látható. A talajokat a mozgások realisztikus értékeinek megközelítése érdekében HS Small talajmodellel modelleztük, míg a szádfalelemeket térfogatelemként definiáltuk.

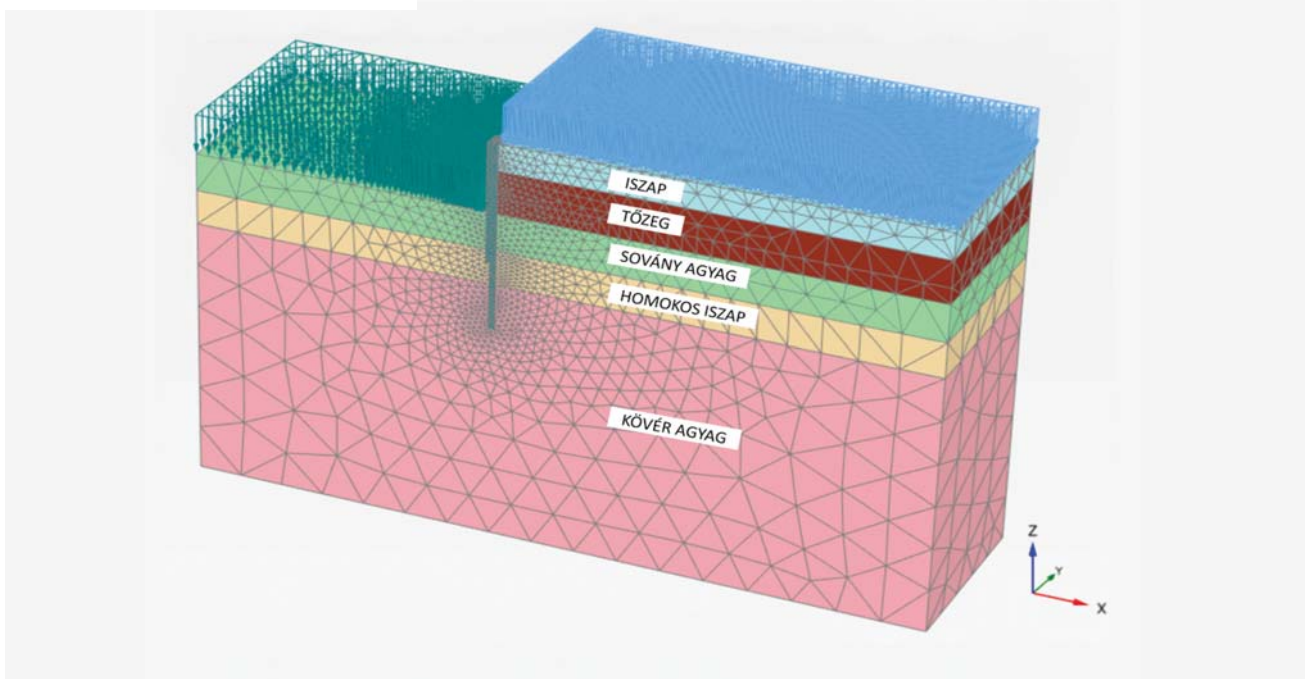
A talajvíz szintjét a mederben lévő víz szintjével megegyezőnek feltételeztük, melynek helyzete a meteorológiai viszonyoktól függően folyamatosan változik. Számításokat végeztünk arra az esetre, ha a talajvízszint a terepszinten, illetve az alatt 0,50 m és 1,00 m mélyen van, illetve egy esetleges visszaduzzasztás miatt vizsgáltunk olyan eseteket is, melyeknél a tó vízszintje a talajvíznél mégiscsak mélyebben helyezkedik el.

Szerkezeti elemek modellezése

A fejlesztés során a szádfalelemek vizsgálata oly módon történt, hogy a geotechnikai modelleket a szerkezettervezők által meghatározott geometria és szilárdsági jellemzők alapján definiáltuk. Az ezt követő geotechnikai futtatások után a statikus kollégák az Axis végeselemes szerkezettervező programban a beállításokkal a geotechnikai modellezés során kapott hatásokat és elmozdulásokat követték le próbálgatással, hogy minél jobb közelítést érjenek el. Néhány iterációs körrel, vagyis néhány száz modellezési órával tudtuk a szerkezet optimalizálását elvégezni.

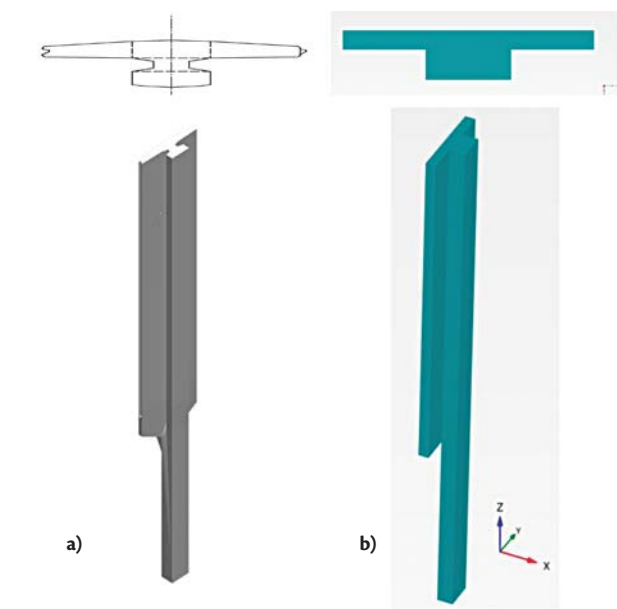
Az előregyártott vasbeton szerkezeti elemeket a numerikus vizsgálatok során – lineárisan rugalmas, vízzáró anyagmodellel – térfogatelemként definiáltuk. Az elemek keresztmetszeti kialakításának „aprólékossága” és hálógenerálási problémák miatt valós geometriát nem tudtunk létrehozni a modellterben. Ezért a modellezhetőség érdekében egy idealizált keresztmetszetet definiáltunk, amelynél a legfontosabb az volt, hogy inercianyomatéka és keresztmetszeti területe azonos legyen a szerkezettervezők által kigondolt változat

2. ábra. Háromdimenziós modellgeometria



keresztmetszetével, így szerkezeti viselkedése a tervezett elem viselkedését írja le. A tervezett keresztmetszetet és formát, valamint az egyszerűsített modellelemeket a 3. ábrán mutatjuk be.

3. ábra. Szádcölöpelem – a) Axis modell; b) Plaxis 3D modell

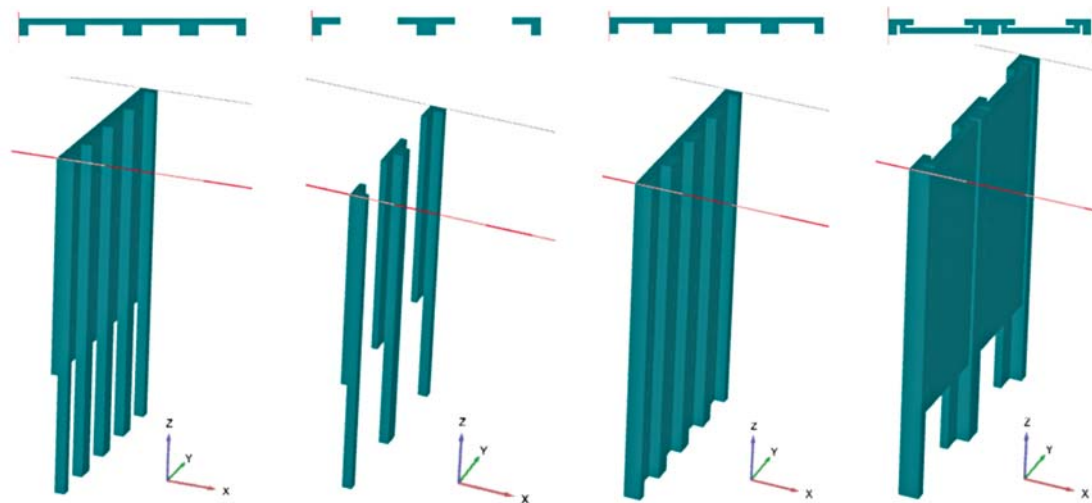


Számos variációs lehetőség áll rendelkezésre a vasbeton szádcölöp-elemcsalád katalógusából, melyeket kombinálva, optimalizálva gazdaságos és biztonságos partfalmegtámasztás alakítható ki. Lehetőség van a szádcölöpelemek folyamatos egymás mellé helyezésével zárt sorú szádcölöpfal kialakítására, valamint ritkított rasterben leverni azokat, illetve a szádcölöpelemek közé betételeként vasbeton pallókat helyezni (a berlini dúcolathoz hasonlóan csak minden második szádcölöpelem kerülne leverésre). Ezeknek a lehetséges kialakításoknak a geotechnikai végeleemes modelljei láthatók a 4. ábrán. Minden lehetséges kialakítás vizsgálata céljából készültek modellek a geotechnikai végeleem szoftverrel, illetve azok eredményeihez illesztett Axis modellek a vasbeton szerkezet számításaihoz.

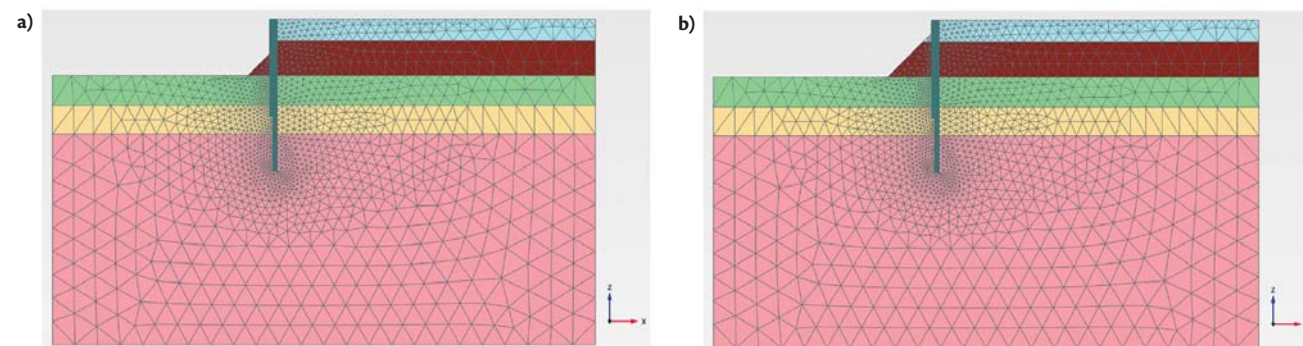
Geotechnikai számítások

A számításokkal megvizsgáltuk a különböző geometriájú szádcölöp-elemek alkalmazása során kialakuló deformációkat és állékonysággal szembeni biztonságát eltérő, ám jellegzetesnek tekinthető talajkörnyezet, valamint kritikus, alacsony nyírószilárdságú, összenyomódásra érzékeny talajrétegződések mellett is. Megvizsgáltuk például a tavak és folyók partjánál rézsűsen kifutó mederfenék megtámasztását segítő hatást is. Ennek figyelembevételére a mederfenék és a szerkezeti elemek csatlakozásánál korábbi tapasztalataink alapján 1,0 m, illetve 2,0 m magas „ék” jelenlétét definiáltuk (5. ábra).

4. ábra. Szádcölöp-elemek elrendezése különböző variációkban



5. ábra. Rézsűs mederfenék modellezése – a) 1,0 m magas megtámasztó földék; b) 2,0 m magas megtámasztó földék

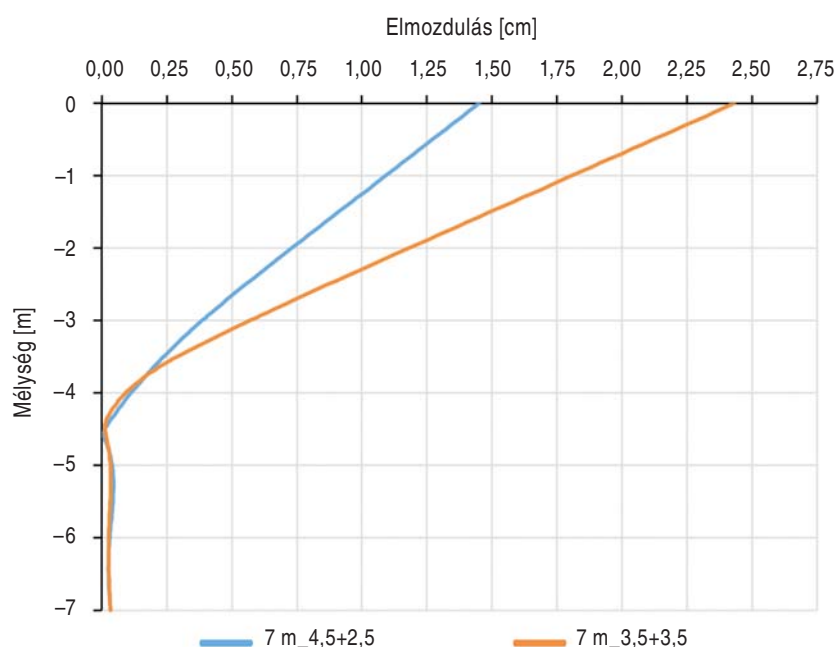


A tervezett szádfelem esetében lehetőség van a szádcölöplemek georáccsal történő hátrahorgonyzására is, melynek kedvező hatását az elmozdulásokkal és globális állékonysággal szemben térbeli végeleemes modellezésekkel igazolni tudtuk.

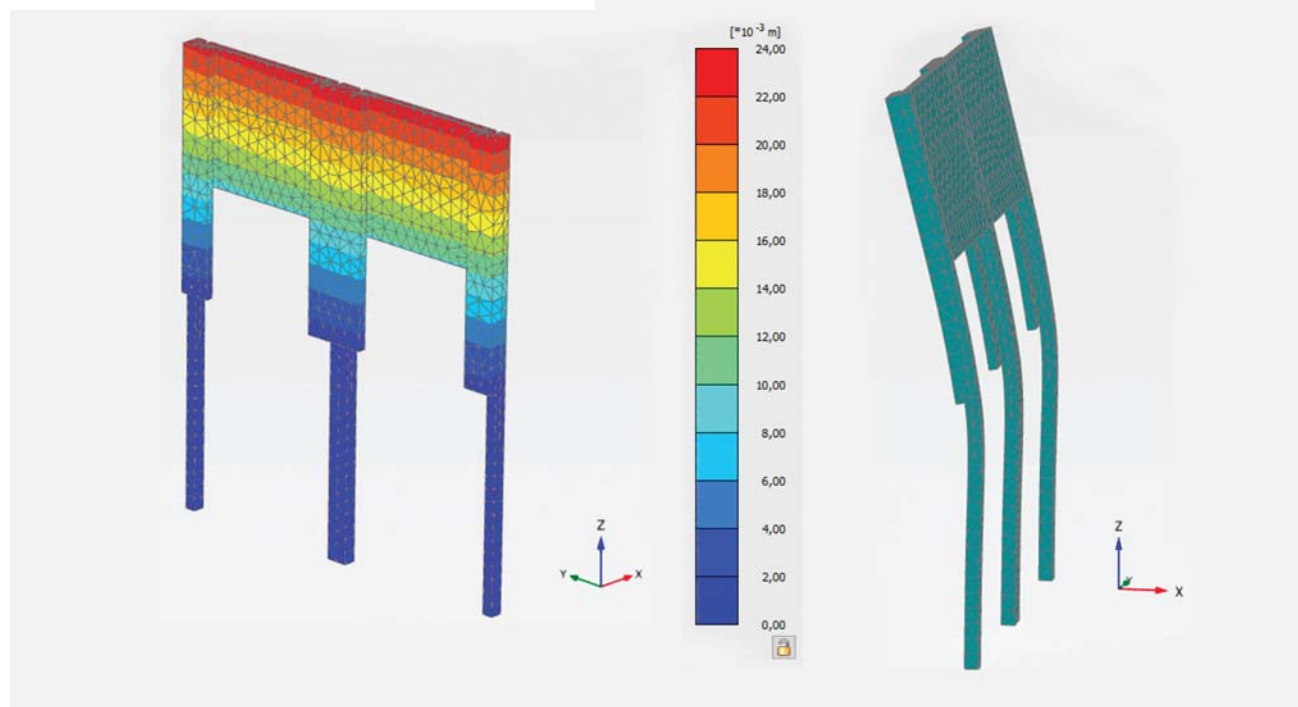
Geotechnikai numerikus modellezés eredményeinek értékelése

Az alábbiakban néhány modellezett szerkezet- és mederkialakítás eredményeit mutatjuk be, melyeknél a megtámasztó rendszer működése és az elmozdulásokat, állékonyságot leginkább befolyásoló hatások egyértelműen látszanak.

6. ábra.
7 m-es szádcölöp elmozdulásai a palást- és gerendahossz megváltoztatásának hatására



7. ábra. Szerkezeti elemek elmozdulási és deformálódott ábrája



A 8. és 9. ábrán a rézsűsen kifutó mederfenék elmozdulásokra és globális állékonyaságra gyakorolt hatása látható. Megfigyelhető, hogy 1 m magas kiékeléssel már 20%-os csökkenés tapasztalható a deformációkban, míg 2 m magas kiékeléssel ez már 60%-ra emelkedik. Nemcsak a maximális elmozdulásokban van jelentős eltérés, hanem a szerkezeti elemek görbületében, ezáltal az igénybevételeiben is. Hasonló tendencia tapasztalható a globális állékonyasági biztonság alakulásában is a megtámasztó rézsű/földtömeg magasságának növekedésével, ugyanis azzal együtt nő a passzív oldali földellenállás, ami stabilizáló erő a rendszer erőjátékán belül. Ezek az eredmények azt mutatják, hogy a modellezések során ennek a természetes megtámasztó hatásnak a figyelmen kívül hagyásával jóval nagyobb lehet a deformáció, ami a szerkezeti elemek túlméretezéséhez és kihasználatlanságához vezethet.

A szádfalelemek a számítógépes modellezés alapján először 1:10 modellméretben valósultak meg mikrobetonból, valamint műanyag elemként is 3D nyomtatóval. Ezután elkészültek az első életnagyságú elemek is a Csomép Kft. telephelyén. A prototípusokkal 2016 őszén sor került az első próbaverésekre is, azok tapasztalatai alapján elvégeztük a tervekben a pontosításokat, majd legyártották az újabb elemeket is.

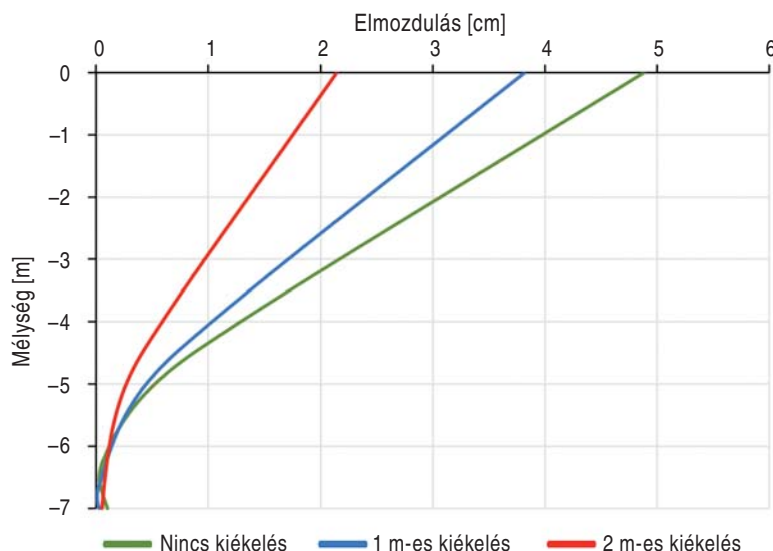
Összefoglalás

Manapság egyre nagyobb társadalmi igény van az élővizek védelmére, azok aktívabb bevonására életterünkbe. Ennek egyik fő eleme a partvédelem, amelynek segítségével megakadályozhatjuk az eróziót, valamint sporttevékenységhez (pl.: vitorlázókikötő) és vízközelű kikapcsolódáshoz (pl.: lidós parti sétány) hozhatunk létre partszakaszokat.

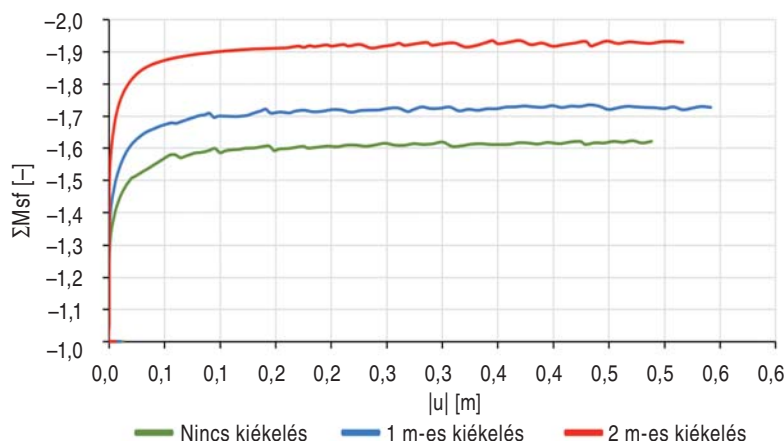
A 2016-ban kifejlesztett előregyártott vasbeton szádfalelem ezeket a célokat kívánja szolgálni. Az elemcsalád fejlesztésekor a geotechnikai, statikai, betontechnológiai és kivitelezési szempontokat egyaránt figyelembe vettük, ennek eredményeként pedig műszakilag hatékony és esztétikailag is megfelelő termék jöhetett létre.

A termékcsalád kifejlesztésekor a geotechnikai viszonyoknál az élővizek partjainál általában előforduló kedvezőtlen, szerves, puha talajokkal is számoltunk, azonban a bordarész megnyújtásával a mélyebben fekvő, kedvezőbb rétegeket is sikerült az erőjátékba bevonni. A geotechnikában is egyre szélesebb körben elterjedő 3D végesesemes szoftverek használatával a speciális alakú szerkezetre ható föld- és víznyomások, valamint várható elmozdulások is jól modellezhetővé váltak. Ennek köszönhetően a szerkezettervezés 3D modellezése során a valóságot jobban megközelítő peremfeltételekkel lehetett számolni, ami a szerkezet optimalizálását tette lehetővé.

8. ábra. Rézsűs mederfenék megtámasztó hatása az elmozdulásokra



9. ábra. Rézsűs mederfenék megtámasztó hatása az állékonyaságra



A termékfejlesztés műszaki újdonságát és sikerét mutatja, hogy a szádcölöp-elnevezésű előregyártott vasbeton szádfalelemcsalád iparjogvédelem alatt álló termék lett, amely 2017-ben a Magyar Termék Nagydíj elismerést is megkapta. ▲

Irodalom

Plaxis 3D Anniversary Edition Manual. Plaxis BV, Delft, 2016.

M.P. Doubrovsky, G.N. Meshcheryakov: Physical modeling of sheet piles behavior to improve their numerical modeling and design. Soils and Foundations, Vol. 55, Issue 4, August 2015, pp. 691–702.

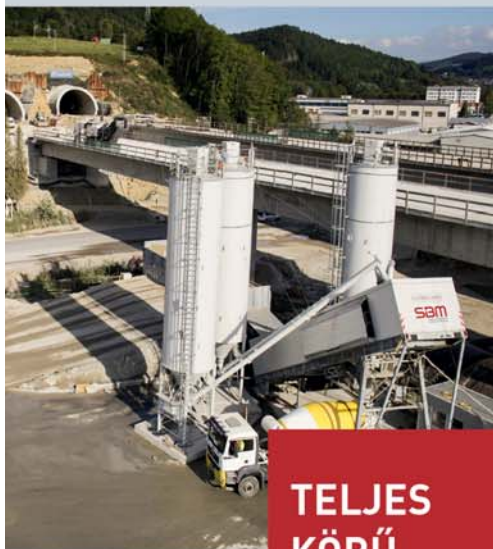
B.B. Broms: Design and construction of anchored and strutted sheet pile walls in soft clay. Proceedings Second International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering, June 1–5, 1998, St. Louis, Mo.

N. Fadilah, C.Y. Ong, K.K. Choong: Precast concrete sheetpile for the stabilization of road embankment on soft ground adjacent to river. Applied mechanics and Material Vol. 567 (2014) pp. 451–456.

H. Tan, Z. Jiao, J. Chen: Field testing and numerical analysis on performance of anchored sheet pile quay wall with separate pile-supported platform. Marine Structures, Vol. 58, March 2018, pp. 382–398.

Ö. Bilgin: Numerical studies of anchored sheet pile wall behavior constructed in cut and fill conditions. Computers and Geotechnics, Vol. 37, Issue 3, April 2010, pp. 399–407.

Lődör K., Szendefy J.: Új, hazai fejlesztésű vasbeton szádfal bemutatása. Elhangzott a Geotechnika 2017 konferencián. Velence, 2017. 10.09–11.



**TELJES
KÖRŰ
KÍNÁLAT**



SBM – MINDENT EGY KÉZBŐL

RENDSZERMEGOLDÁSOK MÉLYÉPÍTÉSRE

- Berendezések építőipari nyersanyagok feldolgozására és újrahaznosításra
- Betonkeverő berendezések gyári és kiszállított beton előállítására

MFL Hungária Kft.
1103 Budapest,
Gergely utca 81/E
Tel. +36 1 433 2004
mfl@t-online.hu
www.sbm-mp.at



Mélyépítő Labor Kft.

CÉGÜNK A MÉLYÉPÍTÉS TERÜLETÉRE KERES DIÁKOKAT



Elvart végzettség: építőmérnöki szak hallgatója, közlekedésmérnök szak hallgatója, B kategóriás jogosítvány.

Feladatok: talajmechanika, építési kőanyag, beton, kötőanyag nélküli és hidraulikus kötőanyagú keverékek laboratóriumi és helyszíni vizsgálata, valamint útpályaszerkezetek helyszíni vizsgálata.

Előnyök: a megszerzett ismeretekkel, kapcsolatokkal a diplomád megszerzése után könnyebben megtalálhatod új munkahelyed!

Jelentkezés: +36 30 311-0687

dragomir.gabriella@melyepitolabor.hu

melyepitolabor.hu



ROM eSTEAM füstgenerátor

Főbb alkalmazási területek

- csapadék- és szennyvízcsatornákon, vezetékeken, tartályokon lévő szivárgások feltárása,
- illegális rákötések megkeresése,
- kémények és tetőszerkezetek tömítettségének, szigetelésének vizsgálata.

www.Robotechnik.hu



MONOLIT VASBETON KÖR MŰTÁRGYAK



Wolf System Építőipari Kft.

7422 Kaposújlak, Gyártótelep • www.wolfssystem.hu

Molnár Zoltán betonépítési divízióvezető

+36 30/247-5920 • zoltan.molnar@wolfssystem.hu



sprinkler tartályok • oltó- és tűzivíz-tárolók • szennyvíztisztító medencék
hígtrágya-tárolók • átemelőaknák • előtárolók • biogázfermentorok
utótárolók • mezőgazdasági és ipari silók • silóterek

vb. technológiai épületek • csarnoképületek • istállók • kőszházak

A kör alaprajzú vasbeton műtárgyak ideális megoldást jelentenek folyadékok és egyéb mezőgazdasági, ipari médiumok tárolására. A körszimmetrikus forma mellett szól az esztétikus megjelenés, az egyszerű tervezhetőség és az ideális erőjáték. A legnyomósabb érv azonban, hogy a kivitelezésben egy specialista áll az érdeklődők rendelkezésére; több mint negyven éve Európában, és immár tíz esztendeje Magyarországon.

SAKRET Építőanyagok

Termékek új építéshez, felújításhoz

Beton- és csatornatechnológiai építőanyagok



SAKRET Betontechnológia

Tudjon meg többet a SAKRET termékeiről - www.sakret.hu



Termékcsoportjaink

- | | | |
|------------------------|---------------------------------|--|
| • lövellt technológia | • szálerezítés | • kézi és gépi feldolgozású termékek |
| • kézi betonjavítás | • tapadóhidak és alapozók | • anyagok betonszerkezetekhez |
| • vízzáró anyagok | • utókezelés-kiváltás | • kivitelezési, helyreállítási munkákhoz |
| • szulfátállás | • bevonatok, festékek | • szennyvíztárolás szerkezetei |
| • gyorskötésű termékek | • reaktív és poliuretán anyagok | • termékek bármely épülettípushoz |

...aki ért hozzá

dinamikus konszolidáció és talajcsere (tömörített talajzóna és kötömsz) eljárással kialakított kötömszökre, valamint a kötömszök fölött kialakított ágyazatra támaszkodik, és rugalmasan ágyazott lemezként volt kezelhető.

Ebben az esetben megvizsgálendő, hogy a hasznos terhek milyen felületen terhelik le a padlót, hogy a hasznos teher közvetlenül terhel-e a padlóra, vagy polclábakon keresztül, esetleg targoncák/járművek kerekei terhelnek a padlóbetonra, így határozva meg a hasznos terhelés által a padlóbeton alatt ébredő aktív zóna várható mélységét.

Az áttömörítendő kis teherbírású, süllyedésre hajlamos helyi talajréteg vastagsága megegyezik az ipari padló alatt ébredő aktív zóna mélységével (ez várhatóan 1,50÷2,50 m).

A dinamikus tömörítés és a kötömszök kialakítása mindkét esetben a PBM Kft. Menck-154 LC típusú kotrójára szerelt, alsó felén enyhén domborított, henger alakú (hengermagasság 1,14 m, hengerátmérő 1,2 m, tömeg 6,0 t) ejtő döngölővel készült. A kötömszökbe ágyazott pontalapok üregei pedig 1,0 m átmérőjű, 3,0 t tömegű, gömb alakú ejtő döngölő ejtésével készültek.

Az alkalmazott dinamikus konszolidáció és talajcsere (tömörített talajzóna és kötömsz) technológia

A döngöléssel előállított talajzóna, illetve a kötömsz az altalaj komplex javítási módszere, mert készítési módjukból adódóan a kész kötömszök talajtömörítésként, részleges talajcsereként és függőleges szivárgóként is működnek, s így csökkentik a süllyedések mértékét, növelik a talajtöréssel szembeni biztonságot és gyorsítják a konszolidációt.

Hatásmechanizmus

Száraz, szemcsés talajban a döngölés tömörödést okoz.

Tapasztalat szerint a t kezelési mélység a bevitt energia négyzetgyökével arányos, és a Ménard-képlettel számítható.

$$t = \alpha \cdot (G \cdot h)^{0.5}$$

ahol α a talajfajtától függő hatékonysági szorzó:

- kavics esetén $\alpha = 1$
- iszapos homok esetén $\alpha = 0,6$
- lösz esetén $\alpha = 0,5$

Jelen esetben a várt kezelési mélység $t = 0,6 \cdot (6 \cdot [12 \div 14])^{0.5} = 5,1 \div 5,5$ m.

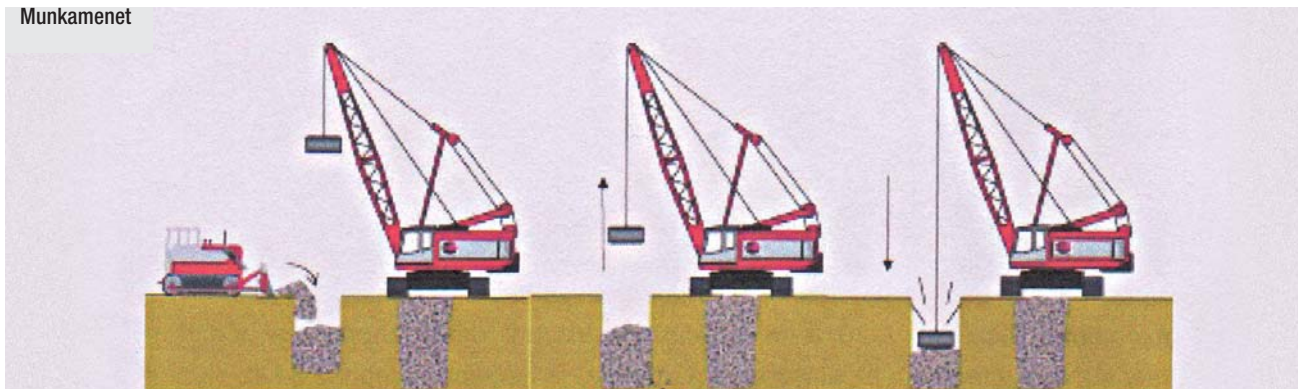
Víz alatti szemcsés talaj esetében az első ütések a pórusvíznyomás növelésével megfolyósodást okoznak, a következők pedig tömörödést. 1-2 nap alatt a pórusvíznyomás disszipációja (*energiavesztesége – a szerk.*) következtében a hatékony feszültség növekedése utótömörödést kelt, és a felszínen várhatóan kráter keletkezik, amit szilárd adalékanyaggal töltenek fel, és újabb döngölési meneteket következnek.

Puha (szervesanyag-tartalmú, tőzeges) iszapos és agyagos talajokban a bedöngöléssel kötömszöket lehet kialakítani.

A felszínre behordott és elterített szemcsés anyagot dugószerűen beverik a talajba, oldalra szorítva onnan a helyi (puha-iszapos homok, puha-iszapos-tőzeges homok) talajt.

Az ejtő döngölés során a talajba betömörített adalékanyag a talaj eredeti szerkezetét összeroncsolja, folytonosságát megszakítja, a talajból kiszorítja a szerves anyagot, a vizet, a levegőt, és ezek helyét elfoglalva megnöveli a talajban a szilárd rész arányát. Az adalékanyag strukturálódik a helyi talajjal, ezzel új, kompozit talaj alakul ki.

Munkamenet



Becsapódással kiképzett üreg



A kötőmzsök anyaga nagy szemcsézetű, tört/bányászott szemcsés anyag, nagy belső súrlódási szöggel ($\varnothing = 35\div 40^\circ$), rugalmassági modulusa $E \geq 25\div 50$ MPa, nagy a vízáteresztő képessége ($k \geq 10\text{-}5$ m/s).

Törekedni kell arra, hogy a kötőmzsök területe a teljes kezelt terület ~20%-át közelítse meg.

Az így létrejött kötőmzsök fölött alakítják ki a padlóbetont fogadó és a padlóteher átadását biztosító szemcsés ágyazatot.

Mór, Adient Hungária Kft. – autóülésvázakat gyártó csarnok

Beépítési paraméterek:

- beépített alapterület 10 500 m²; hosszirányban dilatációval két részre osztva;
- szerkezetalapozás változó hosszúságú (7,5÷10,0 m) CFA cölöpökre letámasztott kehelyalapok;
- épületszerkezet: előregyártott vasbeton pillérek és tartók, szendvicspanel héjazattal;
- raszterkiosztás az irodarészen 6,0 × 12,0 m
- kötőmzskiosztás az irodarészen 3,0 × 3,0 m
- raszterkiosztás a csarnokrészen 10,0 × 25,0; 12,0 × 25,0 m
- kötőmzskiosztás a csarnokrészen 3,0 × 3,0; 3,0 × 3,125; 3,33 × 3,125 m; dilatációnál 3,28 × 3,125 m

A csarnok kétharmada patakok melletti, feltöltött területre, egyharmada pedig bevágással kialakított, közepesen tömör, finomhomok

talajra került. A beépítendő területen részletes talajmechanikai vizsgálat készült (fúrás, nehéz ejtősúlyos DPH és CPT szondázás).

Kezdetkor (2016. december 5-én) a lavírsík a csarnoképület $\pm 0,00$ szintjéhez viszonyítva –1,23 m-en lett kialakítva, a tervben előírt 30 cm szemcsés adalékanyag elterítése nélkül.

A letermelt humuszréteg alatt különböző, átfagyott talajszerkezetek kerültek elő (finomhomok feltöltés, agyagos-iszapos homokfeltöltés, iszapos-agyagos-tőzeges altalajon).

A szoros határidők miatt a talajerősítési és a cölöpalapozási munkákat december első dekádjában, egyszerre kellett elkezdni.

A talajvíz az A÷B tengely között a talajfelszínen, a B÷C tengely között, felszínközben jelentkezett. Távolodva ezektől a tengelyektől, a döngölési mélységben talajvíz már nem jelent meg. Az F÷G tengelyektől az L÷M tengelyekig a 6÷3 tengelyek között a tömörítés fagyos talajból frissen kialakított, hengerelt feltöltésen, az 1÷2 tengelyek között pedig végig a frissen készített bevágás felszínén készült.

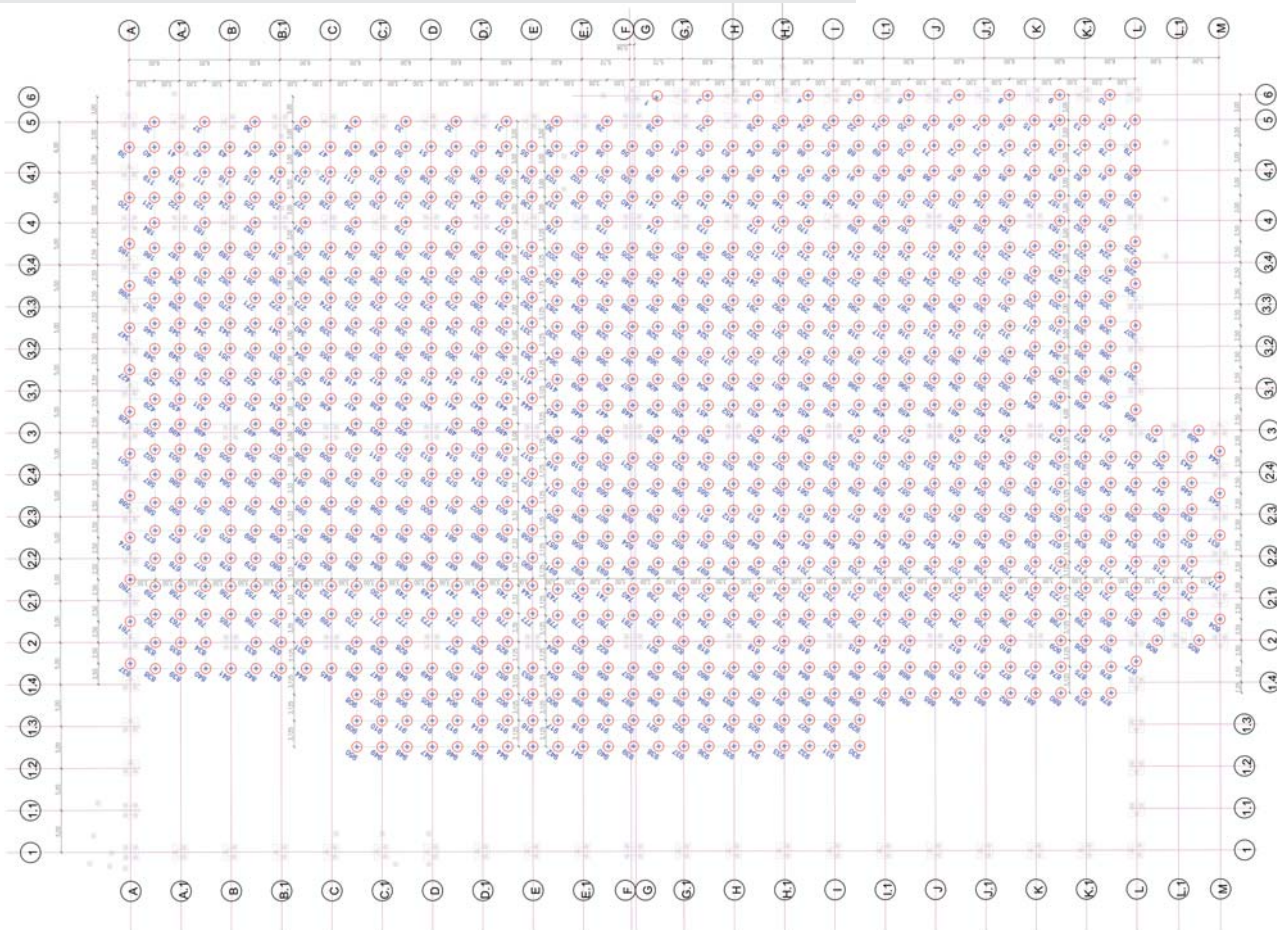
Az időjárás: végig erősen hideg, fagyos idő, változó vastagságban átfagyott altalaj, a fagyos napok számának növekedésével arányosan.

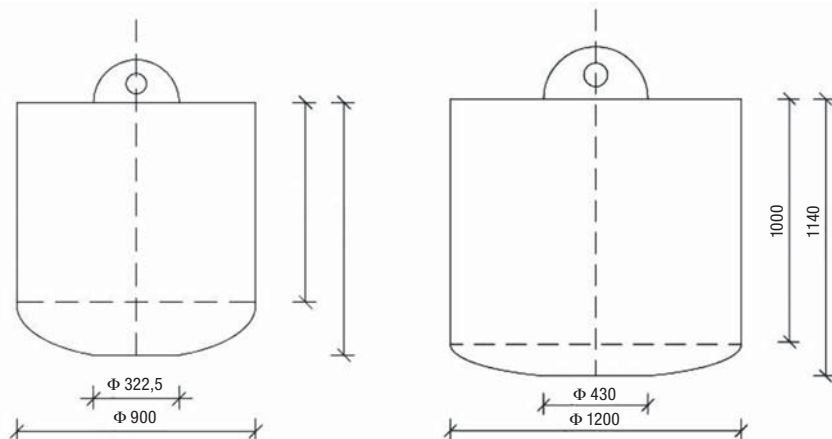
Mivel a területen mind a három talajtípus fellelhető volt, a különböző adottságú részekben az adottságoknak megfelelő eljárást alkalmaztuk. A talaj egységesítése érdekében adalékanyagot döngöltünk be mind a három talajtípusba.

A befogadott adalékanyag mennyisége talajtípusonként és a talaj állapot (átfagyási mélység) függvényében alakult ki.

Az eltérő talajadottságú területen beigazolódott, hogy a technológia önbeállító.

Kötőmzskiosztás





Függőleges falú ejtő döngölők

A kötömsz kialakítási sorrendjét úgy állapítottuk meg, hogy folyamatosan biztosítva legyen:

- a két CFA cölöpöző gépsornak a szükséges munkaterület;
- legyen közlekedési hely az adalékanyagot és a cölöpbetont szállító járműveknek;
- az adalékanyagok tárolása gépközelben történhessen;
- az alacsony fekvésű terület feltöltése, illetve a magasabb területen a bevágási munkafolyamat ne legyen akadályozva.

Az előzetesen kijelölt pontokon a 6,0 t-s ejtő döngölő ismételt ejtésével, a talajban 5÷6 m kezdő magasságból ejtett ejtő döngölő becsapódásával 0,5÷0,6 m mélységű nyomot alakítottunk ki, amit egy JCB-FERMEC homlokrakodó-markoló pormentes dolomitúzalékkal (Z-25/55 mm) töltött fel.

- A betöltött úzalékat az ejtő döngölő ismételt ejtésével a talajba tömörítettük. Ezáltal újabb henger alakú nyom keletkezett, amit újabb adag dolomitúzalékkal töltöttünk fel és döngöltünk be.
- A folyamatot az ejtési magasság növelésével (13÷14 m) többször megismételtük, amíg a talaj zúzottkővel telítődött, és az ejtési pontok körül a talaj 25÷30 cm-rel megemelkedett.
- Megvizsgáltuk, hogy ha a kezdő üreget előmarkolással alakítjuk ki, az ejtési pont körül a talaj 25÷30 cm-es megemelkedése elmarad-e.
- Az előmarkolás a környező talaj megemelkedését nem iktatta ki.

Az első próbakötömszt 2016. december 8-án szondáztuk át, majd a betömörítési mélység és az oldalirányú kitömörítődés megállapítása érdekében kiástuk.

- A dolomitúzalékat lavírsík alá 1,70 m mélységig sikerült lejuttatni, áthatolva a felső feltöltött talajrétegen.
- A kiásott kötömsz átmérője $D_{mv} = 1,45 \div 1,50$ m, az oldalirányú kitömörítés körben $12,5 \div 15,0$ cm volt.

Az előmarkolás nélküli technológiát véglegesítettük, és ezzel a technológiával készült el a 950 kötömsz.

- Az átfagyott réteg kiolvadása után ($-1,23 \div -0,23$) szintek között, robbantott dolomitból ~100 cm vastagságú, egymásra két merőleges irányban intenzív vibrohengerléssel tömörített ágyazat készült, amit tárcsás terheléssel minősítették.

Összefoglalás

Az iparipadló-készítés elkezdése előtt a kialakított ágyazatot 14 helyen tárcsás behajlásvizsgálattal minősítették. A legkisebb mért $E_2 = 109$ N/mm²; a legnagyobb $E_2 = 205$ N/mm²; súlyozott átlagérték $E_2 = 142$ N/mm² – az elvárásokat jóval túlteljesítette.

A talajvízzel telített talajréseken, a függőleges falú ejtő döngölő a vákuumhatás miatt gyakran betapadt.

Az ipari padló alatti talajerősítéseknél, ahol nem a nagy tömörítési mélység elérése, hanem a felszínközeli, talajkiszorításos, részleges talajcsere a cél, az adalékanyagot oldalirányba is kipréselő, gömb alakú ejtő döngölők használata célszerűbbnek mutatkozik.

A gyors munkavégzés érdekében a gömb alakú ejtő döngölő ajánlott tömege 6÷8 t; átmérője $D = 1,15 \div 1,25$ m.

A Z-25/55 dolomitúzalék jó adalékanyagának bizonyult, az ejtő döngölő becsapódásait jól viselte.

A kötömszök területe a teljes kezelt terület, illetve megerősítendő talajtömeg ~20%-át tette ki.

A végig erősen hideg időjárás a munkát lassította ugyan, de nem akadályozta meg.

Bebizonyosodott, hogy ágyazatalapozás átfagyott talajon is jó minőségben elvégezhető.

A technológia önbeállító, időjárástól független.

A kötömsz körüli talaj megemelkedése jelezte, hogy a talaj nem fogad be több adalékanyagot, a tömörítés leállítható.

A két helyszínen (Biharkeresztes, Mór) különböző eljárással gyámolított padlóbeton a beruházók elvárásait túlteljesítette. Az eljárással egyéb helyeken elvégzett úttöltés (47-es számú főút Orosházát elkerülő szakasz), iparipadló- és épületalapozások eredményei alapján elmondható, hogy a technológia alkalmazása biztonsággal kiterjeszthető ezeken a területeken. Megoldható lehet így a hídháttöltések és a hídfők között kialakuló süllyedéskülönbségek kérdése is. ▀

Megújul a Blaha Lujza tér

Mintegy kétmilliárd forintból építik át Budapesten, a VIII. kerület kereskedelmi és közlekedési csomópontját. A 98 éves Blaha Lujza tér két éven belül jelentős arculatváltáson megy keresztül; várhatóan még idén elvégzik a tervezési feladatokat.

Régi adósságát törlesztheti a főváros és a kerület, hiszen naponta 200-300 ezer ember érinti közlekedése során ezt a csomópontot, melynek felújítása évtizedek óta várat magára. A tervek alapján egyebek között megszüntetik a téren a szervizutat, a parkolót, ennek köszönhetően viszont növelik a zöldterületet, felújítják az aluljárót, és megtörténik a környező utcák forgalomtechnikai felülvizsgálata. Az Európai Unió közbeszerzési lapjában ismertetett tender szerint egészen pontosan a Blaha Lujza tér (Rákóczi út–József körút–Europeum–Corvin áruház–Márkus Emília utca által határolt része) komplex köztér rendezése, továbbá a Somogyi Béla utca Blaha Lujza tér és Gutenberg tér közötti szakaszának felújítása valósul meg. Ehhez kapcsolódik a Blaha Lujza téri aluljáró és a nyilvános illemhelyek teljes területe, valamint a Nagykörút–Rákóczi út csomópont akadálymentesítése is. A Budapesti Közlekedési Központ április elején írta ki a közterületek, utak, műtárgyak felújításához, átépítéséhez szükséges



Forrás: Balogh Zoltán/MTI

teljes körű engedélyezési és kiviteli tervek elkészítésére szóló pályázatot. A forrás biztosított arra is, hogy elbontsák a Corvin Áruház alumíniumborítását, és az áruház eredeti homlokzata megújuljon. A hírek szerint hamarosan sor kerülhet az Orczy tér rekonstrukciójára is. ▲



ALAPÍTVÁ: 1990

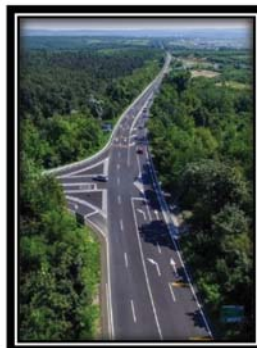
ELÉRHETŐSÉGEINK:

Székhely: 2100 Gödöllő, Kenyérgyári út 1/E
Aszfaltkeverő üzem és telephely:
2131 Göd, Nemeskéri-Kiss Miklós út 112.
Tel.: +36 28 529 050
Fax: +36 28 529 070
E-mail: iroda@pentakft.hu
Honlap: www.pentakft.hu



MARGITSZIGET

PENTA
ÁLTALÁNOS
ÉPÍTŐIPARI
KFT.



3-AS SZÁMÚ
FŐÚT



ASZFALTKEVERŐ ÜZEM

- CSATORNAHÁLÓZATOK ÉPÍTÉSE
- CSATORNAREKONSTRUKCIÓ
- ÁTEMELŐK ÉPÍTÉSE
- IVÓVÍZ- ÉS IPARIVÍZ-VEZETÉKEK ÉPÍTÉSE
- VÍZÉPÍTÉS
- IVÓVÍZMINŐSÉG-JAVÍTÓ BERUHÁZÁSOK
- IVÓVÍZ- ÉS SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEPEK ÉPÍTÉSE, FELÚJÍTÁSA
- ÁRVÍZVÉDELEM
- HULLADÉKLERAKÓK ÉPÍTÉSE, REKULTIVÁCIÓJA
- ÚTÉPÍTÉS
- TÉRBUKOLAT-ÉPÍTÉS
- ASZFALTÉRTÉKESÍTÉS
- BETONCSISZOLÁS
- BETONJAVÍTÁSI TECHNOLÓGIÁK
- TÁVKÖZLESI HÁLÓZATOK ÉPÍTÉSE ÉS FENNTARTÁSA

Három (radio)aktív mérnöki évtized

Az uránbányától

Bátaapátiig

„A mérnök dolga a világ megváltoztatása is, de nagy felelőssége van abban, hogy csak akkor akarja megváltoztatni, ha már tisztában van a változás minden következményével” – nyilatkozta lapunknak **Kovács László**, aki uránbányásznak indult, de a radioaktív hulladék-elhelyezés és a kőzetmechanika egyik hazai szaktekintélye lett. A pécsi lakás és iroda, a kővágószőlősi labor és Bátaapáti között ingázva egy dolog még soha nem jutott eszébe: hogy megbánta volna a pályaválasztását.



Hogyan kerül egy ifjú a mezőföldi Székesfehérvárról a miskolci bányamérnöki karra?

–A válaszhoz egy kis családi háttér: Fehérváron „csak” születtem, 1968-ig Csáktornyán laktunk, ezután költöztünk Móra. Márpedig új lakóhelyem tíz kilométeres sugarú körében három bányavállalat is működött. Bár a családukban nem volt bányász, maga a témakör azért nem volt annyira idegen számomra.

Tehát egyenes volt az út: már óvodáskorban elhatározta, hogy bányamérnök lesz...

–Hát, nem egészen: még a felvételi jelentkezések leadása előtt néhány héttel sem tudtam, mit írok a papírokra. A móri Táncsics Mihály Gimnázium erős iskola volt, remekül oktatták a humán és a reál tárgyakat is, engem pedig szinte minden érdekelt. Az egyik

nap történelem- vagy nyelvtanár akartam lenni, másnap már villamosmérnök. Végül valami homályos megérzésre hallgatva beírtam a bányamérnöki kart.

A szakmai pályafutásából ítélve úgy tűnik, nem bánta meg.

–Egyetlen pillanatra sem: nem tudom ugyan, honnan jött az ötlet, de tökéletesen bevált. Jellemző egyébként az akkori tájékozatlanságomra, hogy az első évben még a szakot is rosszul választottam meg: bányagépésznek jelentkeztem. Csak jóval később derült ki számomra, hogy az integráló jellegű gondolkodásmódomhoz sokkal jobban illeszkedik a bányaművelő szak. Még szerencse, hogy az első év végén a jó tanulmányi eredményeimnek köszönhetően átvettek. Igazából ezzel kerültem a helyemre. Itt ugyanis számos speciális ismeret – mint például a kőzetmechanika – mellett azt tanultuk meg,

hogyan kell egy egész bányát, mint egy komplex rendszert átlátni és irányítani.

Milyen volt a gorbacsovi idők miskolci egyeteme?

– Nagyszerű. Én addig olyan otthonülő, sokat olvasós fajta voltam, majd egyszer csak bekerültem egy nyüzsgő kollégiumba és campusba. Inspiratív légkör, jó élet volt ott, némileg elzárva az „acélvárostól”. Nem mellesleg pedig olyan kiváló professzoraink voltak, mint például a legendás **Zambó János**. Hálával tartozom az egyetemnek és az oktatóknak, mert amellet, hogy rengeteg tárgyi tudást is felszedhettem, az ott kapott szemléletmód meghatározó volt a későbbi szakmai pályafutásomra.

Tehát 1988-ban átvette a vörös diplomát és elkezdett állást keresni...

– Az 1988 stimmel. Mivel egyre jobban érdekelt a szakma, nem tanultam rosszul. Voltam népköztársasági ösztöndíjas is, de a már említett elsőéves „tévtutam” miatt a kitüntetéses diplomáról lecsúsztam. Munkahelyet pedig már csak azért sem kellett keresnem, mert várt a Márkushegyi bánya Pusztavámon, velük korábban tanulmányi szerződést kötöttem. Sokáig valóban úgy volt, hogy megyek a termelésbe aknáznak, három műszakban, de időközben kaptam egy „visszautasíthatatlan ajánlatot” Pécsről. Az uránbányának volt egy fejlesztési részlege, ahol a negyedik év után a termelési gyakorlatomat is töltöttem. Szép város, fiatal, kreatív csapat, jól felszerelt közetmechanikai labor, ami engem különösen is érdekelt – és egy ilyen munkahelyre hívtak dolgozni, kutatómérnöknek. Úgy éreztem, nem dönthetek másképp.

Vagyis visszafizette az ösztöndíjat, és örök időkre elfelejtette Pusztavámot...

– Természetesen visszafizettem, de Pusztavámot már csak azért sem felejtettem el, mert a feleségem – akivel negyedéves koromban kötöttem házasságot – onnan származik. Jellemző egyébként az akkori korra, hogy 1987-ben Pécsen azzal érveltek: Márkushegy és általában a magyar szénbányászat már lecsengő fázisban van, de uránbányára, míg világ a világ, szükség lesz. Jól etalálták: 1988-ban kerültem Pécsre, és 1989-ben már bejelentette a kormányzat, hogy felszámolják, mert gazdaságtalan. Azóta is állítom, hogy szűklátókörű döntés volt, az pedig embertelen megoldás, hogy bármiféle előzmény nélkül hirdették ki. Mindenki megdöbbsent és elkeseredett volt, katasztrófa-hangulat uralkodott. Sok ezer családot érintett a felszámolás. Mi is csak néztünk egymásra a feleségemmel: egy uránbányász és egy orosz tanár – eléggé vesztes meccsnek tűnt akkoriban. Nem is szólva arról, hogy lakást is ígértek, de a nagy káoszban erre természetesen már nem kerülhetett sor.

És akkor történt valami...

– A Paksi Atomerőmű átadásával párhuzamosan megkezdődtek a kutatások; a feladat olyan helyszín keresése volt, amely alkalmas lehet a paksi radioaktív hulladékok végleges elhelyezésére. A Baranya megyei Ófaluiban egy külszíni elhelyezési változatot vizsgáltak, de 1988-ban totális engedélyezési kudarcra zárult a projekt. Az „uránosok” a korábbi földtani kutatási eredmények alapján úgy gondolták, hogy a Nyugat-mecseki Bodai Agyagkő Formáció – vagyis a BAF – alkalmas lehet erre a célra. Amikor jött az első kormánydöntés, elkezdtek ezzel az üggyel komolyabban is foglalkozni. Személyes szerencsém, hogy rögtön az induláskor, 1989-ben bekerültem ebbe a projektbe, és ezzel párhuzamosan megkezdtem a környezetvédelmi mérnöki tanulmányaimat is. A második diplomamunkámat már ebből a témakörből írtam. Elkezdtünk, és be is fejeztünk egy olcsó,

de igen hatékony kutatási programot, amelynek zárójelentése külföldi szakemberek figyelmét is felkeltette. Különösen azért, mert ilyen, 800–1000 méter vastag, kompakt, kemény agyagjellegű befogadó közeletről a külföldi kutatók korábban nem is hallottak.

A kutatásokkal párhuzamosan az Ön személyes karrierje is szépen haladt előre.

– 1993-ban már kineveztek a BAF-projekt kutatásvezetőjévé. Talán mondanom sem kell, hogy 28 évesen ez milyen kihívás és mekkora felelősség volt. Magyar akadémikusok és nagy hírnévű külföldi szakemberek váltották egymást a föld alatt több mint 1000 méter mélységben kialakított kutatólaborunkban. Részben ezért, részben pedig a felelősségérzetünk miatt egyszerűen nem tehetjük meg, hogy keveset vagy rosszul dolgozzunk. Azért sem volt könnyű időszak, mert ez a szakma korábban itthon gyakorlatilag nem is létezett, az alapjait is nekünk kellett lerakni. Szerencsénkre ehhez nagy segítséget nyújtott egy kanadai–magyar kormányegyezmény: világhírű kanadai szakértőktől tanulhattuk el az alapokat és egyes vizsgálati módszereket is.

Eközben már nagyban folyt az uránbánya felszámolása. Tulajdonképpen hol tudtak kutatni?

– Egy második kormánydöntés már racionálisabb bezárási folyamatot irányzott elő, így 1997-ig még folyt az uránkitermelés. A kutatási tevékenységet azonban ettől függetlenül is végezhetjük, hiszen a már említett kutatólabor a fejtési térségektől távol, az uránbánya négyes légaknájából, pár száz méteres szintes vágatrendszerrel alakítottuk ki. Ezzel olyan kutatási situációban találtuk magunkat, amire a világon sehol nem volt példa, irigyeltek is érte minket. Nem „fehér köpenyes” labor volt ez, hanem egy olyan térség, ahonnan fúrásokat lehetett mélyíteni és mindenféle célkísérletet lehetett végrehajtani. Ezt a helyszínt 1995 és 1999 között nagyon jól ki tudtuk használni.

És mi történt 1999-ben?

– Lehangelő történet, nem is szívesen beszélek róla. A termelés leállítása ellenére további két évig még bemehettünk a kutatólaborba. 1997 és 1998 folyamán készítettünk több tervdokumentációt (mintegy kétezer oldal terjedelemben) arról, miként lehetne megtartani két aknát és a föld alatti infrastruktúra elemeit, hogy a labor továbbra is bejárható legyen. Javaslatunkat számos döntés-előkészítő fórum támogatta, az ehhez szükséges költségeket a parlament is jóváhagyta. Egy miniszteri döntés viszont 1999 júniusában indoklás nélküli széljegyzettel végleg eldöntötte a kérdést: „leállítani”. Az aknákat villámgyorsan betömedékeltek, a laborunkkal együtt.

Hogy élte meg mindezt?

– Gondolhatja. Túl fiatal voltam még, kevés szakmai csatlósítás ért addig, itt viszont általam nem felfogható okokból elvették a kedvenc „játékszerünket”. A depressziótól két dolog mentett meg: az addigra már két gyönyörű kislánnyal kibővült családom és egy kétszer két hónapos belgiumi kormányösztöndíj, amit a belgiumi föld alatti kutatólaborban tölthettem. Ez az időszak szinte más dimenzióba helyezte a szakmai gondolkodásmódot.

Az életrajzából az derült ki, hogy a következő években sem sokat üldögélt otthon, tétlenül...

– A munkaadómnak, a Mecsekércnek olyan új feladatai lettek, mint a gyöngyösoroszi rekultiváció vagy a Bataapáti radioaktív hulladék-tároló felszíni kutatása és építése, de ezek kifutását már nem vártam meg, 2002 februárjában felmondtam. Úgy gondoltam, a folytatást inkább megpróbálom az egyszemélyes mérnöki cégemben, a Kútfej Bt.-ben. Nem lehetek elég hálás a feleségemnek, aki csak



Kovács László 1965-ben született Székesfehérváron. 1988-ban végzett a Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Karán, majd 1991-ben ugyancsak Miskolcon szerezte meg a környezetvédelmi szakmérnöki diplomát. 1988 és 2002 között a Mecseki Ércbányászati Vállalatnál, illetve annak jogutódjánál, a Mecsekérc Zrt.-nél dolgozott. 2002 és 2008 között a Kútfej Bt. ügyvezetője, 2008 óta a Kőmérő Kft. ügyvezető igazgatója, többségi tulajdonosa és vezető szakértője. 1998 óta az Országos Atomenergia Hivatal Tudományos Tanácsának a tagja.

annyit mondott, hogy „csinálnál”, pedig semmi tartalékunk nem volt. És élő megbízásom sem. Szerencsére egész életemben mindig megtaláltak a feladatok. Így néhány kisebb tervezési munka sikeres lezárása után, néhány hónap múlva már több komolyabb megbízást is kaptam Bábaapátiban: először a föld alatti munkákhoz szükséges engedélyezési tervet készítettem el, majd speciális mérési feladatokat végeztem.

Milyennek tűnt az állami alkalmazotti lét után a mikrovállalkozós világ?

–Részben felszabadító volt, mert én osztottam be az időmet, részben pedig feszültséggel teli, hogy lesz-e elég munkám. Hát, lett, néha talán túl sok is. 2004-ben ismét megindult a BAF-kutatás, csak már nem a föld alatti laborból, hanem a felszínről. Így egészen 2010-ig – külsőként – ismét kutatásvezető lettem. Ebből a legszívesebben arra a nagyon inspiráló és felelősségteljes feladatra emlékszem, amikor egy 99 fős csapatot irányítva összeállítottuk a kutatási fázis 750 oldalas tervét. Ebben az időszakban Bábaapátiban kőzetmechanikai szakértőként, illetve geotechnikai szak-építésvezetőként működtem, és tagja voltam a beruházás engedélyezési terveit összeállító csapatnak is. Emellett azért csináltam még néhány külszíni bányarekonstrukciós tervet, némi geotechnikát és egyéb szakmai feladatokat is.

A felesége nem mondta, hogy most viszont egy kicsit lassítani kellene?

–De, sokszor, csak nem hallgattam rá. Úgy negyvenöt éves korom táján viszont már nekem is feltűnt, hogy egyre ritkábban látom a családomat, a régi barátaim is kezdenek elfeledni, és még a futballra is alig tudok időt szakítani. Márpedig a labdarúgás egész életemben szent dolog volt: ma, 53 évesen is igazolt játékos vagyok egy öregfiú csapatnak. Ez a fociörület egyébként az egész családomat megfertőzte, a testnevelőtanár feleségemtől a két éves unokámig. Szóval elkezdtem revízió alá venni az életformámat, mert szép dolog a munka, de azért maradjon az embernek magánszférája is.

Hogyan illik ebbe a „munkalassító” képbe a jelenlegi munkahelyének a megalakítása?

–Ebben a pozícióban nem többet kell dolgozni, hanem mást és másképpen. Ügyvezető, többségi tulajdonos, illetve vezető szakértő is vagyok egy személyben, ami nem könnyű attrakció, de kollégáim mindenben nagy segítségemre vannak. Az új, 12 fős kőzetmechanikai-geotechnikai szakképet, a Kőmérő Kft.-t három magántársaság és az állami Mecsekérc hozta létre 2008-ban, tehát az idén leszünk tízévesek. A Kőmérő látja el azóta Bábaapátiban a geotechnikai-kőzetmechanikai feladatok nagy részét, de számos más területen (például geotermikus projektek, állékonysági vizsgálatok, UCG-kutatás vagy a Paks II. előkutatási program) is eredményesen működünk már közre. Kőzetmechanikai laboratóriumot üzemeltetünk,

in situ mérőműszereket telepítünk, és egyéb mérnöki, tervezési tevékenységeket is végzünk. Igen korszerű műszer- és mérés-technikai eszköztárral rendelkezünk, amit folyamatosan fejlesztünk. A nyereségünk nagy részét ebbe forgatjuk vissza.

1988-ban kezdte a szakmát, ez a három évtized már elég alap arra, hogy a tapasztalatait átadja a fiataloknak. Érez fogadókészséget?

–A hozzám közel állók szerint nagyon szeretek előadásokat tartani, a mérnöki feladatokról, kihívásokról és küldetésről beszélni, sőt „moralizálni”. Ennek egy részét szívesen hallgatja az új generáció, a másik felére, gondolom, magukban legyintenek, de én minden körülmények között vállalom ezeket a „korszerűtlen” gondolatokat. Ilyeneket például: a mérnök attól mérnök, hogy meg akarja érteni a világot; éppen ezért ne sablonokban gondolkozunk, csak mert úgy kényelmesebb. A mérnök dolga a világ megváltoztatása is, de nagy felelőssége van abban, hogy csak akkor akarja megváltoztatni, ha már tisztában van a változás minden következményével. A mérnök ne átvérni akarja a társadalmat, hanem szakmailag kiszolgálni, soha ne legyen „egyszer használatos” mérnök. Tiszteljük egymás szakértelmét és munkáját! Ne akarjuk a másik kis hazai céget mindenáron „lenyomni”, inkább álljunk össze, mert nemzetközi szinten csak így lehet esélyünk. És ehhez hasonlókat – most képzelheti...

A neten kutakodva kitűnt, milyen sok szakmai egyesület, társulat tagja.

–Ez az előzőekből következik. Tagja vagyok az OMBKE-nek (Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület – a szerk.), a Magyarhoni Földtani Társulatnak, a Magyar Mérnöki Kamarának, a Nemzetközi Kőzetmechanikai Társaságnak, a Magyar Nukleáris Társaságnak, a Mecseki Uránbányászok Egyesületének és több szakmai hagyományörző egyesületnek. Az együttműködésre való törekvés azonban nem csak itt nyilvánul meg. Nem véletlen, hogy az EU a szakmai klasztereket, sőt ezek nemzetközi tömörüléseit, az úgynevezett megaklasztereket támogatja. Sok kis ország, sok kis cég, ez jellemzi ma az uniót. Nem vehetjük fel a versenyt egy amerikai vagy kínai mérnök-irodával, ahol ötszáz, de inkább ötezer fő dolgozik. 2009-ben létrehoztuk az Alkalmazott Földtudományi Klasztert, amelynek jelenleg az alelnöke vagyok. Meggyőződésem ugyanis, hogy szakmai összefogás és együtt gondolkodás nélkül sem Európában, sem a világban nem lehetünk versenyképesek. ■



A Puskás Ferenc Stadion szerkezetépése (West Hungária Bau Kft.)
Fotó: Willingstorffer András

A MECSEKÉRC Zrt. Környezetvédelmi Igazgatóság Vizsgáló-laboratóriumának szolgáltatásai az építési földmunkák területén

Komplex megoldások

– mintavételtől az értelmezésig
földtan • talajmechanika • vízföldtan



A Vizsgálólaboratórium megfelelő eszközparkkal és kapacitással rendelkezik a földművek (akár útépítési, akár vízépítési) tervezéséhez szükséges előkészítő terepi munkák elvégzésére (pl. nyomvonalak vagy anyagnyerőhelyek feltárása) és az ezeket kiegészítő laboratóriumi vizsgálatokra (pl. talajminősítés beépíthetőség szempontjából), valamint az építés közbeni és az építést lezáró helyszíni és laboratóriumi minősítő vizsgálatok elvégzésére is (pl. helyszíni tömörség- vagy teherbírás-vizsgálatok).

A Vizsgálólaboratórium tevékenységét akkreditáltan végzi, akkreditációs száma: NAH-1-1370/2015.

Fúrési szolgáltatások:

- kis (60 mm) és nagy (180 mm) átmérőjű száraz spirálfúrások,
- folyamatos magfúrások Geobor S rendszerrel,
- dinamikus verőszondázások (DPH),
- standard penetrációs vizsgálatok (SPT).

Laboratóriumi szolgáltatások:

- víztartalom, nedves és száraz térfogatsűrűség meghatározása,
- talajazonosító vizsgálatok (plasztikus index, szemeloszlás meghatározása),
- összenyomódási (ödométeres) vizsgálatok,
- közvetlen nyíróvizsgálat elvégzése,
- laboratóriumi tömöríthetőség vizsgálat (Proctor-vizsgálat).

Helyszíni mérési szolgáltatások:

- helyszíni radiometriás tömörségmérés,
- tárcsás teherbírás-mérés.

Dokumentációs szolgáltatások:

- talajvizsgálati jelentések összeállítása az MSZ EN 1997-1 (Eurocode 7) szerint,
- laborvizsgálati eredmények feldolgozása, fúrás- és rétegszelvények szerkesztése,
- geotechnikai tervezési beszámolók készítése (pl. alapozás tervezéséhez, rézsűállékonyság-vizsgálatokhoz).



Szivárgási tényező meghatározás

