

TARTALOM

Virág István – Köszöntő	1
Markó András, Németh Tamás – Kaposvár felvételi épület műemléki helyreállítása	2
Gálos Miklós, Orosz Ákos – Ágyazati kőanyagok viselkedésének vizsgálata ismételt terhelés hatására	10
Juhász Erika, Dr. habil. Fischer Szabolcs – Vasúti zúzottkő ágyazati kőanyagok laboratóriumi fárasztásos aprózódásvizsgálatai	16
Kondor János – Felsővezeték-tartó oszlopok alapozásának tervezése az Eurocode 7 szerint	22
Polgár Antal – Megszűnt főnökségek (2. rész) Az egykori Pápai Osztálymérnökség	31

INDEX

István Virág – Greeting	1
András Markó, Tamás Németh – Renewing passenger buildings (Part 1) – Monumental renovation of Kaposvár passenger building	2
Miklós Gálos, Ákos Orosz – Examination of ballast stone materials on the effect of repeated loading	10
Erika Juhász, Dr. habil. Szabolcs Fischer – Breakage tests of railway ballast stone material with using of laboratory dynamic pulsating	16
János Kondor – Planning of foundation of overhead line poles according to Eurocode 7	22
Antal Polgár – Terminated offices (Part 2) Erstwhile Railway Division of Pápa	31

Kedves Olvasóink!

Köszöntöm a *Sínek Világa* olvasóit és valamennyi munkatársamat.

A naptár lapjai még az év elejét mutatják, éppen, hogy elkezdődött a 2019-es év, de tudjuk, hogy az idei évtől kezdődően jelentős változások előtt állunk. 2020-ban zárul a jelenlegi EU-s finanszírozási ciklus, amelyben az elnyert források tették lehetővé fejlesztéseinket. Ha távolabbra tekintünk, közeledik 2023 a személyszállítás liberalizációjával, és felsejlik 2025 az új pályaműködtetési szerződés megkötésével. Ezek a változások komoly kihívássorozat elé állítanak minket.

Ezúton is szeretném valamennyi munkatársamat tájékoztatni arról, hogy szervezeteink a létszám, kiegészítő és számos egyéb meghatározó tényező összefüggésében azon dolgoznak, hogy a változások miatt megkövetelt és a ma ismert elvárásoknak megfelelően a pályafenntartás, tágabb értelemben az üzemeltetés kondícióit javítva felkészítsék a pályüzemeltetési szervezetünket a változásokra.

Hinnünk kell abban, hogy a képességeink, elhivatottságunk és tudásunk olyan hajtóerő a pályafenntartás, üzemeltetés területén, amely lehetővé teszi számunkra az előttünk álló feladatok elvégzését.

Felmértük és elemeztük, hogy mi minden szükséges a jelenlegi tárgyi feltételrendszereinkben meglévő hiányok felszámolásához, ami nélkül a jövő pályavasútja elképzelhetetlen. Tudjuk, hogy sok hiányosságot kell megszüntetni, és ehhez a személyi feltételek is szükségesek. Csak a gondolkodó, cselekvő ember képességei teremthetik meg a változások megfelelő kezelésének feltételeit. A körülöttünk levő világ közvetett és közvetlen üzenetei, elvárásai a maguk összetettségében nehéz helyzet elé állíthatnak minket. Ha gondolatainkat nem tudjuk folyamatosan ráhangolni a változásokra (ha fejben nem vagyunk „rendben”), az elkötelezettségünk nem teljes értékű, rövid időtávú, akkor a siker csak esetleges lehet.

Ami ma sem volt elég, holnap bizonyosan kevés lesz, holnapután pedig végképp elégtelennek bizonyul. Megérteni valamit, már félig siker: ha a fent vázolt változásokkal (új EU-s finanszírozás, személyszállítás liberalizációja, új pályaműködtetési szerződés), eddig még nem teljesen ismert elvárásaival, de az idő előrehaladtával a célok megismerésével, azokkal azonosulunk, és nem veszünk el a részletkérdésekben, akkor a minőségében átalakuló pályavasút sikeres lesz. Megköszönöm minden munkatársamnak a 2018-as esztendő során tett erőfeszítéseit, az elvégzett munkáját. Derűs, kitartó munkát kérek, és egyben kívánok minden munkatársamnak az idei évhez, amely sorsfordító lesz jövőnk megalapozásához.

Virág István
pályalétesítményi igazgató

Kaposvár felvételi épület műemléki helyreállítása

A kaposvári vasútállomás főépülete 1900-ban épült *Pfaff Ferenc* építész tervei alapján. Az épület sikeressége okán a terveket típustervként használták két másik helyszínen is: Szatmárnémetiben (ma Satu Mare, Románia) és Versecen (ma Vršac, Szerbia). A közel 120 éves épület műszaki állapota teljesen leromlott. Egyes födémszakaszok kritikus állapotba kerültek, a tető több helyen beszakadt, a pincékben térdig ért a talajvíz. Fennállása óta most először nyílt alkalom az épület átfogó felújítására, műemléki helyreállítására, ami a KÖZOP/IKOP program keretében, európai uniós forrásból 2017-ben valósult meg. A komplex felújítás során a vasúti funkció megőrzése mellett megvalósult egy Kormányablak kialakítása is.



Markó András

okl. építészmérnök
MÁV Zrt. BLI Műszaki
Tervezési Főosztály

✉ markoa@mav.hu

☎ (30) 955-5309



Németh Tamás

okl. építészmérnök
Mata-Dór
Architektúra Kft.

✉ nemeth.t_67@yahoo.com

☎ (30) 382-3342

Építéstörténeti kutatások, eredmények

Az épület 2011 óta műemlék, ezért a tervezési munkát alapos kutatómunka előzte meg. Történetének megismeréséhez az első források *Kubinszky Mihály*: Régi magyar vasútállomások című könyve és a vasutallomasok.hu honlap voltak. Ezután a MÁV Tervtárában, a Somogy Megyei Levéltárban, a Közlekedési Múzeum tervtárában, valamint a világhálón végeztünk még kutatásokat. Ezekből a leglényegesebb adatok már kiderültek. További kutatásokat végzett *Hajdú Virág* művészettörténész kollégánk, aki eredményeit folyamatosan megosztotta velünk, majd azokat a tervezési koncepciót megalapozó építéstörténeti kutatási dokumentációban és értékleltárban foglalta össze.

A helyreállítás szempontjából különösen fontos tény, hogy Szatmárnémetiben és Versecen megépültek a kaposvári épület majdnem pontos másolatai, és ezek ma is állnak (1., 2. kép).

Mindhárom épület a vágányok mentén hosszan elnyúló, a vágányokra merőleges tengelyre szimmetrikusan megkomponált tömegű. A középtengelyben a legmagasabb, az utascarnok kétszintes tömbje áll, amihez kétoldalt földszintes összekötő épülettömegekkel egy-egy – vágányokra merőleges tengelyű – kétszintes pavilon csatlakozik. A kompozíciót a pavilonokhoz keskeny nyaktagokkal kapcsolódó, alacsonyabb, vágányokkal párhuzamos tengelyű melléképületek zárják. A vágá-



Versec



Kaposvár



Szatmárnémeti

1. kép. Korabeli képeslapok a három épületről (Forrás: MÁV Szolgáltató Központ Zrt. MTÜ Archivum, Turóczy László képeslapgyűjteménye)



Versec



Kaposvár



Szatmárnémeti

2. kép. Fényképek a három épületről, 2013., 2014., 2015. (Forrás: MÁV Zrt. MTF, Google Earth 2014., Németh Tamás)

nyok felőli oldalon, az épület teljes hosszában egy perontető húzódik.

A két másik épületet az idők során

kevésbé építették át, ezért számos részlet megértésében, feltárásában segítségünkre voltak. A három épületből leginkább

a verseci őrizte meg belső díszait, így ezek a helyreállítás során a belső részletek kialakításához hiteles mintául szolgálhattak (3. kép).

Archív tervek

A MÁV Zrt. Tervtárából több eredeti, 1899-ből származó, Pfaff Ferenc aláírását tartalmazó terv került elő, pontosabban azok *Klász György* által készített fotolitográfiái. Nemcsak a kaposvári, hanem a verseci és szatmárnémeti épület tervei közül is jó néhányat megtaláltunk. Az első segítséget ezek adták a tervezéshez. Később Kaposvár főépítész is átadott néhány tervlapot, illetve azok elektronikus másolatát, amelyekből további részletekre derült fény.

A kaposvári épületről előkerült két helyszínrajz, 1 : 100 léptékű alaprajzok és három 1 : 50 léptékű metszet. A homlokzatok közül a város felőli oldal 1 : 100, valamint az utascarnok és két pavilon város felőli oldalának 1 : 50 léptékű tervei.

A verseci épület tervei közül számunkra a legértékesebb három, 1 : 10 léptékű falmetszet részletrajz, közülük kettő az utascarnok, a harmadik az egyik oldal-pavilon homlokzati részletét ábrázolja. Ezek hiteles és részletes támpontot nyújtottak a helyiség egykor díszes belső kialakításához.

A szatmári épületről egyebek között előkerült egy vágányok felőli homlokzati részletterv és az utascarnok 1 : 50 léptékű kétirányú metszete is.

Sajtócikkek

Itt két, számunkra érdekes cikket említünk meg. Az első a *Kaposvár* című újság korabeli mellékletében megjelent, az épület átadásáról (1900. november 18.) szóló tudósítás, amelyben az épület utasforgalmi tereinek belső kialakításáról is szó esik, néhol újságíróktól szokatlan pontossággal (például a falabazatok magasságát pontosan közli). Ebből megtudtuk – amit a külső és a szatmári terv már addig is sejtetett –, hogy a mai dísztelen és lepusztult falak, mennyezetek egykor pompásan díszítettek és színesek voltak. „A kupola alatti főbejárat oly impozáns, szép látványt nyújt, mely mindenkit meg fog lepni; (...) szép és nagy függő, s több lámpával díszítve.”

Az utasforgalmi terekben és a restiben jellemzően zöldes árnyalatú falakról, mennyezetekről ír a cikk. A díszítésre bi-



Versec

Kaposvár

Szatmárnémeti

3. kép. A meglevő állapot a három helyszínen



4. kép. Falkutatás – utascarnok, resti különterem (Forrás: MÁV Zrt. MTF)

zonyítékokat végül a restaurátori kutatások után kaphattunk.

A második cikk az 1942-es átalakításról jelent meg az *Új Somogy* című lap 1942. augusztus 1-jei számában. Ebből tudtuk meg, hogy az átalakítás *Király József* akkori állomásfőnök elképzelései szerint valósult meg. Nagyszabású átalakítás volt, főleg a belső terekben. A belső terek feldarabolásával új pénztárakat, mosdókat alakítottak ki. Az utascarnok boltozatos mennyezetét síkra változtatták, a falakról is eltüntettek minden díszítményt. A cikk szerint mindez a térérzet növelése, a kedvezőbb fényhatások elérése, a kellemesebb környezet kialakítása érdekében – a modernizálás jegyében történt. A 2013-as állapotot tekintve ezeket a célokat nem

sikerült elérni. Ekkor építették a főbejárat előtti szélfogót és a két oldalsó földszintes toldalékot is, amelyek lerontották az épület külső képének nagyvonalúságát.

Archív képek

A tervtári és levéltári kutatások során több fotó és képeslap is előkerült az épület különböző korszakaiból. A legértékesebbek az építés korához legközelebbiek, de néhány eredeti részlet későbbi fotókon is feltűnik (4. kép).

Helyszíni kutatások, eredmények

A tervtári és levéltári kutatásokon kívül a helyszínen talajmechanikai, tartószerke-

zeti, faanyagvédelmi, épületszerkezeti, festő-, kő- és fémrestaurátori kutatások folytak, valamint a meglévő állapot építészeti felmérését is elvégeztük. Ezek közül itt csak néhányat részletezünk.

A felkutatott dokumentumok egybevetéséből és a helyszíni felmérések tapasztalatai alapján elmondhatjuk, hogy néhány apró eltéréstől eltekintve a felvételi épület az eredeti tervek alapján épült meg, így azok jól használhatók a helyreállítás alapjául.

Falkutatás

Az utascarnok egykori kialakítására és a hajdani díszítettségére tényleges bizonyítékot és igazi támpontokat a *Csányi Szabolcs* által végzett restaurátori kutatás adott. Előkerültek a belső homlokzati falfülkék, a rabicboltozat, a falazott lizéna párok, a levett osztópárkány, a felső ablakmellvédeken a képmezők, a felső ablakok osztópárkányának nyomai és a lizénákhoz tartozó íves téglaboltövek. A feltárt elemek és a verseci minta alapján rekonstruálhatóvá váltak az egyes építészeti motívumok (4. kép).

Festőrestaurátori kutatás

A festőrestaurátor – *Maracskó Izabella* – elsősorban a korábban jelentősnek számító tereket vizsgálta. Jellemző módon a legelhangyagoltabb terekben találta meg a legérdekesebb motívumokat. Az I. és II. osztályú étterem különtermében álmennyezet védelmében rejtőzött a helyiséget egykor díszítő eredeti mennyezeti gipszpárkányzat és egy olyan díszítőfestés motívumai, ami egy erős glettelés miatt csak szakrestaurátor által rekonstruálható. Az épület közlekedőjében a sok utólagos átfestés ellenére előkerültek mennyezetet szegélyező díszítőfestések (színnél kevert rózsaszín és okkersárga színekkel).

A legígéretesebb díszítőfestésnyomok a kazánhelyiség fölötti padlásfödemen, az egykori I. osztályú váróban kerültek elő. Itt főleg veronai zöldföld-szín alapon vöröses, geometrikus formák láthatók (5. kép).

Tervezés

Irányelvek

Az épület tervezett kialakításánál az alábbi irányelveket állapítottuk meg fontossági sorrendben:



5. kép. Festőrestaurátori feltárás (Forrás: MÁV Zrt. MTF)

1. tervünk elsősorban a felvételi épület műemléki értékeinek megőrzését és az épület hiteles helyreállítását tűzte ki célul;

2. másodsorban lehetőleg hosszú távon elégítse ki a MÁV jelenkori és várható funkcionális igényeit;

3. harmadsorban kereste azokat a megoldásokat, amelyek a város és a busztársaságok hosszú távú fejlesztéseinek is megfelelhettek (állomási előtér kialakítása, intermodális csomópont).

Az utasforgalommal érintett épületrészekben törekedtünk az eredeti nagyvonalú terek teljes körű és hiteles helyreállítására. Ahol ez nem volt megvalósítható, ott kortárs eszközöket alkalmaztunk. Az utascarnokban sikerült a gipsztageozatokat rekonstruálni, és három helyiségben az eredeti mennyezeti díszpárkányt és díszítőfestést restaurálni. A vasútállomás hajdani nagyvonalú utasváró helyiségeiből bérleményterületeket, egykori éttermékből kormányablakot alakítottunk ki.

Külső kialakítás

Pfaff Ferenc 1899-ben olyan épületet tervezett, amely térformálásában és anyaghasználatában is határozott, karakteres megjelenést biztosít az épület számára. Ezzel egy olyan építészeti arculatot hozott létre, amely jobban ellenállt a későbbi beavatkozásoknak, mint a belső tér. Az egységes arculati megjelenésének köszönhetően az utólagos átalakítások csak kismértékű és helyreállítható változásokat okoztak az épület homlokzatain.

Tanulságos, hogy egy egységes és jól meghatározott építészeti elképzelés, minőségi anyaghasználattal, hosszú távon biztosíthatja egy épület megjelenését és tartósságát.

Belső kialakítás

Az épület belső kialakítását történeti összefüggéseiben vizsgáltuk az alábbi négy szempont szerint:

1. A felvételi épület belső funkcionális világa, ellentétben a külsővel, nem szimmetrikus elrendezésű, hanem utasforgalmi és üzemi oldalakra tagolódik. Kezdetben az utasforgalmi területek domináltak, ennek mértéke az üzemi területek térhódításával csökkent.

A tervezett állapotban ezt a folyamatot mérsékelni kívántuk, és egyensúlyra törekedtünk.

2. Az épület eredeti kialakítása nehezen alkalmazkodott az időszakosan felmerülő funkcionális többletigényekhez (megszűntek a szolgálati lakások, az utasvárók, a forgalomirányítás sokrétűbb, az üzemi berendezések lényegesen nagyobb helyet igényeltek). Elmondható, hogy az épületben korábban történt beavatkozások ad hoc jellegűek voltak, és kevésbé szervezett módon történtek.

Tervezett állapotban az épületben elhelyezendő szükséges funkciócsoportokat lehetőség szerint egy tömbben oldottuk meg. (A MÁV-on belül az egyes szervezeti alegységek önálló bérlőkként működnek.)

3. Az épület eredeti közlekedési rendszere a hajdani elkülönített I., II. és III. osztályú várók feltárásnál alapszik. Az osztályok megszüntetésével ez a közlekedési rendszer értelmét veszítette.

A tervezett állapotban nem kívántuk visszaállítani az eredeti közlekedési struktúrát, ugyanakkor átlátható közlekedési rendszerek és jól feltárható belső terek kialakítására törekedtünk.

4. Az épület főbb helyiségei az utasforgalmi területeken találhatók. Eredeti állapotukra csak néhány metszet, újságcikk

és az analóg állomásépületekből tudunk következtetni, ezek szerint díszes, nagyvonalú terek voltak.

Az I. és II. osztályú várók és a volt étterem esetében olyan bérleményi funkciót képeltünk el, ami garancia a felújított állapot megőrzésére, és aktív használatot jelent („aktív várók”: Kormányablak, könyvesbolt, kávézó). Az épület átadásakor a bérlemények közül csak kettőt vettek használatba (Kormányablak, büfé).

Kivitelezés

A kivitelezés során példaértékűen szoros együttműködés alakult ki a tervezők és a kivitelezők között. A tervezők mindvégig heti rendszerességgel nyomon követhették a kivitelezés folyamatait, és többnyire érdeemben tudtak a minőségi munka érdekében fellépni.

További kutatások

A kivitelezés közben további helyszíni kutatások is történtek elsősorban olyan helyeken, ahol azt a felvételi épület működése, a vasútüzem folyamatos fenntartása korábban nem tették lehetővé. Nagyon fontos volt például az utascarnok rekonstrukciójakor a teljes, ún. „soft bontás” (restaurátor felügyelete melletti vakolatlevétel) elvégzése, amivel átfogó képet kaptunk a csorbázott téglafelületek egykori kialakításáról és megmunkálásáról. Így tégláról téglára felmérhető és felsejteszhető volt az egykori architektúra.

A kivitelezés közbeni feltárások többnyire megerősítették a tervezéskor hozott döntéseinket. Előkerültek például a homlokzati és a belső folyosói főfal elfalazott kisablakainak nyílásai (6. kép), a főhomlokzatok eredeti nyílásai, valamint az utascarnok további részletei. Előkerültek további díszítőfestések is. Ezekből az egyiket – amelyet az egykori resti különtermében a helyiség közepén egy, a lámpa függesztési pontját díszítő gipszrozetta alatt találtunk meg – leválasztva, majd restaurálva, nagyjából az eredeti helyére helyeztük vissza (7. kép).

A kivitelezés nehézségei

A földemek bontása közben az épület legértékesebb díszítőfestését tartó fáfödémről kiderült, hogy könnyező házigombával fertőzött, emiatt el kellett bontani. Ez nemcsak egy új műszaki megoldás kidol-



6. kép. Egy feltárt homlokzati nyílászáró (Forrás: MÁV Zrt. MTF)

gozását jelentette, hanem a tervek áttervezését és módosított építési engedélyezési eljárás elindítását is maga után vonta.

A meglévő és megtartásra javasolt képmények állapota is jóval gyengébbnek bizonyult, mint ahogy azt előzetesen feltételeztük, ezért a kivitelező javaslatára azok bontása és újraépítése mellett döntöttünk.

A lábazati elemeknél gondot okozott, hogy az eredeti, valószínűleg a közeli cserkúti bányából származó követ már nem bányásszák, emiatt a pótlandó elemeket műköből kellett elkészíteni. Az eredetihez hasonló szín és felületi textúra létrehozása a szakrestaurátoroknak komoly fejtörést okozott.

További nehézséget jelentett az épí-



8. kép. Talajszilárdítási munkák (jet-grouting) (Forrás: MÁV Zrt. MTF)



7. kép. Korabeli díszítőfestés a gipszrozetta alatt (Forrás: MÁV Zrt. MTF)

tés során, hogy a perontető oszlopai-ból néhány a rajtuk felfekvő szegecselt rácsostartókkal együtt megsérült. Szerencsére minden elem javítható maradt, így – tisztítás, javítás és próbaterhelés után – az eredeti elemek kerültek vissza.

Az alapok teherbírása sem volt megfelelő, ezért jet-grouting eljárással talajszilárdítást kellett alkalmazni. Ez – a felvonulási terület és a belső helyiségek szűkossége miatt – nem volt egyszerű feladat (8. kép). Az épület körüli telekhatár a város felőli oldalon gyakorlatilag az épület homlokzatán húzódik, ezért a Budai Nagy Antal utca közelsége miatt amúgy is szűkös felvonulási területet is csak közterületfoglalással tudta használni a kivitelező.

Nehezítette a kivitelezés menetét, hogy a folyamatos vasútüzemet fenn kellett tartani. Például a forgalmi iroda fölötti földem cseréje is csak egy ideiglenes védőtető beépítése után kezdődhetett meg (9. kép). Külön érdekessége volt a kivitelezésnek



9. kép. Védőtető a forgalmi irodában (Forrás: MÁV Zrt. MTF)



10. kép. Az újragyártott Siemens–Halske rendelőkészülék
(Forrás: MÁV Zrt. MTF)

az épületben található, közel 100 éves Siemens–Halske rendelőkészülék áthelyezése az új forgalmi irodába. Pontosabban, mivel nem volt Magyarországon olyan szakvivitelező, aki ezt az áthelyezést vállalta volna, nem is áthelyezés történt. Az eredeti mintájára, annak pontos másaként, egy újonnan legyártott készülék került a forgalmi irodába (10. kép).

Megvalósulás

Külső kialakítás

A helyreállítás során az épület eredeti tömegét az 1943-ban hozzáépített toldalékok elbontásával visszaállítottuk.

Markó András 2006-ban szerzett építészmérnöki oklevelet a Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar építészmérnöki szakán. Ezután több kisebb-nagyobb építésműhelyben dolgozott, főleg középületek és műemléki épület tervezésén. Ezalatt elvégezte a Pécsi Tudományegyetem Pollack Mihály Műszaki Kar építész szakát, majd 2012-ben a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építésmérnöki Kar Építész Tervező Mesterkursusát. 2012 óta dolgozik a MÁV Zrt. BLI Műszaki Tervezés Főosztály építész tervezőjeként. Németh Tamás építésszel közösen volt a kaposvári felvételi épület műemléki helyreállításának felelős építész-tervezője.



11. kép. Megvalósult állapot – város felőli nézet (Forrás: MÁV Zrt. MTF)

(11. kép). A főbejárat fölötti előtetőt kortárs módon fogalmaztuk újra.

A külső falfelületeket JOS technológiájú nedves eljárással tisztították meg. Ezután a hiányzó elemeket pótolták, a hibásakat javították. A homlokzat hidrofobizáló bevonata csak a falfelületek teljes kiszáradása után készült el (12., 13. kép).

A homlokzati nyílásokat – az utólag nyitottak befalazásával és az eredeti nyílások kibontásával – az eredeti állapotnak megfelelően állítottuk helyre. Ez különösen az utascarnok bejáratainál jár látványos eredménnyel. Az épület ablaknyílásai fölötti befalazott „kisablakokat” újra megnyitottuk, ezáltal az épületbe több fény jut.

A legtöbb helyen lehetőség volt még az eredeti homlokzati nyílászárók megtartására és felújítására. Kívül a fémszerkeze-

tekkel azonos színű felületkezelést kaptak, belül a festőrestaurátor által megtalált eredeti flóderézést (fautánzatú, erezetes festést) állítottuk helyre.

Főbb szerkezeti beavatkozások:

- alapmegerősítés, illetve talajszilárdítás készült injektálással (jet-grouting);
- a pincékben új, vasbeton padlólemezek készültek. A pince szigetelése belső falfelületre, illetve a vasbeton ellenlemezre kent szigeteléssel (MC Bauchemie Oxal DS-HS) történt.
- a lábazat szigetelését injektálással oldottuk meg;
- a statikailag nem megfelelő és a veszélyesnek nyilvánított földemeket vasbeton síkföldemekre cseréltük;
- a 3. és 2. tömbben vasbeton szerkezetű galériszintet alakítottunk ki a funkcionális igények kielégítésére és a helyreállí-



12. kép. Megvalósult állapot – utcai nézet (Forrás: MÁV Zrt. MTF)



13. kép. Megvalósult állapot – a főhomlokzat részlete (Forrás: Soós Botond)

tásra szánt utasforgalmi terek felszabadításának érdekében;

- egy új vasbeton lépcső készült a galériaszint megközelítéséhez.

Az épület vágányok felé néző homlokzata előtt végigfutó perontetőnél az 1950-es évek végén trapézlemez-fedésű, acél rácsostartókkal és szelemenekkel átépített részeket elbontottuk. Ezek helyett, a korabeli fotók és tervek alapján, felülvilágítókkal megnyitott faserkezetű tető készült. A meglévő öntöttvas oszlopokat felújítottuk, a szegecselt tartókat megtartottuk és felújítottuk (14., 15., 16. kép).

A meglévő-megmaradó fa tetőszerkezeteket megerősítettük. Az összekötő szárnyakon az új belső tereket magukba foglaló monolit vasbeton koporsófödém tetők készültek. A magastetőket a Creaton fekete, engóbozott felületű „bécsi táska”, azaz téglalap alakú kerámiacserepei fedik. A kis hajlású tetőfelületeken és a perontetőn Rheinzink állókorcos lemezfedést alkalmaztunk. A magastetők gerinceit a korabeli tervek szerint fémlemezről alakítottuk ki.

Az eredeti tervek, valamint képeslapok alapján állítottuk helyre a díszbádogos elemeket is.

Belső kialakítás

Összességében törekedtünk az eredeti nagyvonalú terek minél teljesebb körű, de hiteles helyreállítására. Ahol ez nem volt megvalósítható, ott kortárs eszközökhöz nyúltunk. Az épület főbb utasforgalmi terének padlóburkolatát egységesen öntött



14. kép. Megvalósult állapot – peronnézet (Forrás: Zengővári Kft.)



15. kép. Megvalósult állapot – peron felőli nézet (Forrás: MÁV Zrt. MTF)



16. kép. Megvalósult állapot – peron (Forrás: MÁV Zrt. MTF)

terrazzóból alakítottuk ki. Visszaállítottuk a lábazati faburkolatokat és a mennyezetet, illetve az oldalfalon talált gipsz pár-

kánytagozatokat. Az utasforgalmi terekbe egyedi, a Zengővári Kft. által készített világítótestek kerültek.

Utascarnok

Itt a verseci minta alapján történt a helyreállítás. Így a mennyezet, a belső homlokzat részletformái, a gipsztagozatok, díszítmények és a szélfogó az ottaninak majdnem pontos mása. Az eredetileg valószínűleg cement vagy gipszrubic mennyezet most acél tartóvázra szerelt, íves és sík gipszkarton lemezekből készült. Kortárs eszközökkel formáltuk meg a tér közepén álló padot és a pénztárak felőli nyílások keretezését is (17., 18. kép).

Egykori III. osztályú étterem és váró (pénztár)

Ezt a helyiséget a megváltozott igények miatt nem állítottuk helyre. Az eredet-



17. kép. Megvalósult állapot – utascarnok (Forrás: Soós Botond)



18. kép. Megvalósult állapot – utascarnok (pénztárcarnok) (Forrás: Soós Botond)

festés rekonstrukcióját végeztük el. Az utasok kényelmére néhány, belsőépítész tervei alapján készült, a padlóból „kinövő” padot is elhelyeztünk (19. kép).

Egykori I. és II. osztályú étterem (kormányablak)

Itt kapott helyet a kormányablak ügyféltere. Helyreállítottuk a mennyezeti gipszpárkányzatot és a fa lábzetburkolatot. A helyiség közepén álló öntöttvas oszlop színezésénél az anyagszerű, sötét színezést alkalmaztuk. A kormányablak bútorozása a minden kormányablakban egységes típusbútorokkal történt, egyedi megjelenésű bútorozásra nem volt lehetőségünk.

A kormányablak épületbeli helye számunkra adottság volt, ezen változtatni a tervezés során már nem tudtunk. Ezért, kissé szerencsétlen módon, az étterem eredetileg egyhelyiségű különtermét felosztva kellett elhelyeznünk a kormányablak bizalmas tárgyalóját és ügyfélmódját is. Így a különterem eredeti megjelenésének bemutatását az e két helyiséget feltáró közlekedőhelyiségre korlátoztuk. Az előkerült gipszpárkányt helyreállítottuk, a restaurálásra már nem alkalmas díszítőfestés mintázatát rekonstruáltuk. A különterem mennyezetének közepén, a lámpa körül is



19. kép. Megvalósult állapot – folyosó (Forrás: Soós Botond)

tileg négy homlokzati tengelynyi helyiségből egy tengelynyi maradt, és a pénztárak előtereként szolgált. A helyiség kialakítása itt kortárs eszközökkel történt. Az utascarnokból ide is befutó terrazzo padló a pénztár falán falburkolatként folytatódik.

Egykori I. és II. osztályú várók (bérlemények)

Mindkettő a továbbiakban bérleményi területként „aktív váróként” funkcionál. Az eredeti metszet alapján helyreállítottuk a faburkolatot és a mennyezeti díszpárkányt. Az I. osztályú váró mennyezetén megtalált eredeti díszítőfestés egykori helyén való restaurálásra nem kerülhetett sor, mert a kivitelezés során feltárt könnyező házigomba fertőzés miatt az eredeti fáfödém el kellett bontani. A díszítőfestés egy jellemző darabját a mennyezetről leválasztottuk. Az új vasbeton födémre a restaurált darab az eredeti helyére tanúfelületként került vissza. A mennyezet többi részén a díszítőfestés rekonstrukciója készült el, vakolt felületen (20., 21. kép).

Közlekedőfolyosó

A helyreállítás után is közlekedő maradt, ami feltárja a bérleményi helyiségeket és a kormányablak ügyfélterét. A homlokzati „kisablakok” belső megfelelőiként a belső főfalban is kibontottuk az eredeti nyílások feletti ablakpárokat. A faburkolat, a mennyezeti díszpárkány és az eredeti díszítő-



20. kép. Megvalósult állapot – bérlemény (egykori I. osztályú váró) a restaurált, illetve rekonstruált díszítőfestéssel (Forrás: MÁV Zrt. MTF)



21. kép. Megvalósult állapot – bérlemény (egykori II. osztályú váró) (Forrás: MÁV Zrt. MTF)



22. kép. Megvalósult állapot – Kormányablak (Forrás: Zengővári Kft.)

előkerült egy kör alakú díszítőfestés. Ez – bár az építés idejénél későbbi korból származik – restaurálva, egy szimmetrikusan elhelyezett másolatával együtt szintén a közlekedő mennyezetére került (22. kép).

Üzemi területek

Itt a megváltozott igények miatt változatos a kép. Az újonnan kialakított galériaszinten lévő helyiségek kortárs kialakításúak. A lépcsőházakat az eredeti állapotukban állítottuk helyre (23. kép).

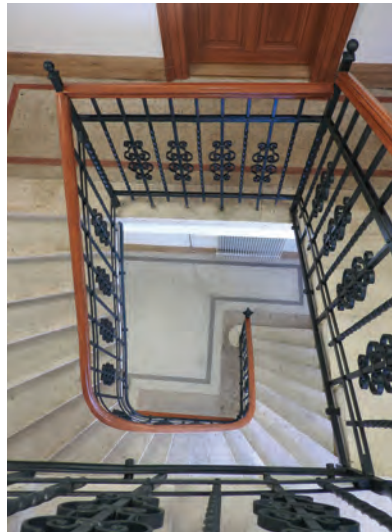
Épületgépészet, épületvillamosság

Az épület teljes épületgépészeti rendszerre újracsatolt. Az utasforgalmi terekben új hangos és képi utastájékoztató rendszer készült.

Az épület fényét emeli a város felőli oldalon kiépített programozható díszvilágítás is.

Az épület eredeti belső világításáról kevés hiteles információt találtunk. A korabeli sajtócikk alapján az épület már eredetileg is „villanyvilágítással” készült, továbbá a peronon elhelyezett lámpák a korabeli képeslapokon is láthatóak voltak.

Németh Tamás 1993-ban szerzett építészmérnöki oklevelet a Budapesti Műszaki Egyetem Építészmérnöki Karán. Ezután több építész műhelyben tervezőként gyarapította szakmai tapasztalatait. 2000 és 2001 között a BME Műemlékvédelmi Szakmérnök képzésének hallgatója volt. 2012 és 2017 között a MÁV Zrt. BLI Műszaki Tervezés építész tervezőjeként dolgozott. *Markó András* építésszel közösen volt a kaposvári felvételi épület műemléki helyreállításának felelős építésztervezője. Jelenleg a Mata-Dór Architektúra Kft. építész tervezője.



23. kép. Megvalósult állapot – lépcsőház (Forrás: MÁV Zrt. MTF)

Az előképek és az analógiák értelmezése helyett modern, a mai kor igényeinek megfelelő lámpák tervezése mellett döntöttünk. De a prózai funkcionális térvilágításnál többet szerettünk volna elérni:

- azt, hogy a mennyezet és a részletgazdag falfelületek is meg legyenek világítva, tehát a lámpatest egyszerre teljesítse a direkt és indirekt követelményeket;
- ne legyen szükség kiegészítő, másodlagos világítóelemek használatára;
- a lámpatest kialakítása mai formanyelven, részleteiben nívós, a történeti térhez méltó egyedi karaktert képezzen.

Szerencsés körülmény, hogy ambícióink támogatást nyertek a projekt finanszírozás keretein belül, és lehetőségünk volt



24. kép. Megvalósult állapot – egyedi lámpák (Forrás: Zengővári Kft.)



25. kép. Megvalósult állapot – egyedi lámpa (Forrás: Zengővári Kft.)

„minden igényt kielégítő” egyedi lámpatestek tervezésére a gyártást végző Zengővári Kft. minden apró részletre kiterjedő együttműködésével (24., 25. kép). «

Summary

The main building of the railway station of Kaposvár (monument from 2011) was built in 1900 by architect *Ferenc Pfaff*. This building was used as a type design in two other locations: Satu Mare and Versecz. The one in Versecz preserved the most of its interior details so it served as an authentic sample for restoring them. The technical condition of the nearly 120 year old Kaposvár building went completely wrong. Since 1900 it was the first time to have opportunity renovating and restoring the monument building. The original facade of the building and the baseplate along the tracks were restored based on archive photographs and designs. The brick wall was cleaned and the missing elements of the facade ornaments were replaced. The original grained doors and windows were updated where it was possible. Roof structures were reinforced and a uniform tiling was made with reconstructed decorative tin ornaments. Inside the passenger areas we try to restore the original generous spaces. Where it was impossible we turned to contemporary solutions. In the passenger hall we managed to restore the gypsum ornaments of the wall and the original decorative painting in three other rooms. The opening ceremony of the finished building was on 9th of March in 2017. The planning of the building and the design assistance during the construction was realized by the designers of 'BLI - Műszaki Tervezési Főosztály' of MÁV Zrt. under the leadership of *András Markó* and *Tamás Németh* architects.

Ágyazati kőanyagok viselkedésének vizsgálata ismételt terhelés hatására

A vasúti pálya zúzottkő ágyazatát a szerelvények áthaladása során ismétlődő terhelés éri. Az igénybevételeket a vasúti alj alatti kögerenda veszi fel. A tanulmányban olyan kísérleti és szimulációs módszert mutatunk be, amely a valós terhelésekhez hasonlóan, ismétlődő nyomóerőt fejt ki a mozsárba helyezett zúzottkő halmazra. A halmaz viselkedését a különböző szemelakú szemcsék jelenléte szerint az erő-összenyomódás függvénykapcsolat és a szerkezet változása szempontjából vizsgáltuk. Részletezzük továbbá, hogyan lehet a hosszú és költséges vizsgálatok számát csökkenteni a diszkrét elemes számítógépes szimulációs módszer alkalmazásával.



Gálos Miklós*

ny. egyetemi tanár
BME Építőanyagok és
Magasépítés Tanszék

✉ miklos.galos@gmail.com

☎ (1) 463-2427



Orosz Ákos

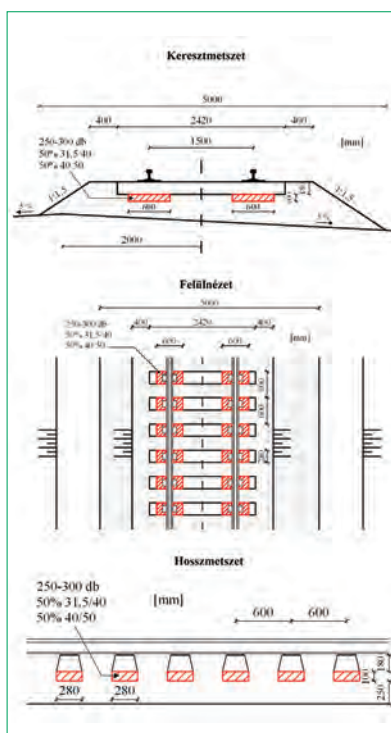
PhD-hallgató
BME Gép- és Termék-
tervezés Tanszék

✉ orosz.akos@gt3.bme.hu

☎ (1) 463-3511

A zúzottkő ágyazat és ezen belül a keresztaljak alatti kögerenda viselkedését a szemcsehalmaz anyagszerkezeti tulajdonságai határozzák meg. Az alj alatti kögerendákban a külső erők hatására a szemcsék átrendeződése, befeszülése, aprózódása jön létre. Ennek következtében a kögerendák teherviselő képessége megváltozik, romlik. A vasúti zúzottkő ágyazatot érő hatások közül első helyen a forgalmi terhelésből származó igénybevételek szerepelnek. A forgalmi terhelésekből származó igénybevételek mellett a zúzottkő ágyazatot más hatások is érik. Ilyen például az időjárási hatásokból, az ágyazat rendezésénél a gépi aláverés során a kőanyag aprózódásából származó hatások, valamint a nagy finomszemcse-tartalmú anyagoknak az alépítményből bekövetkező felnyomódásának (felpumpálódásának) szennyező hatása, a szállított árukból lehulló anyagok szennyező hatása stb.

A vasúti pályaszerkezet feladata a vasúti járművek vezetése és alátámasztása, így a többi között a járművek terheinek felvétele, szétosztása, illetve továbbítása a földműre. A vasúti pályaszerkezet felső része a vasúti vágányrács, amelyet megfelelő rugalmassággal és szilárdsággal rendelkező ágyazat fog közre és támaszt alá (1. ábra). A klasszikus vasúti felépítmény – sínek, sínleerősítések, keresztaljak, zúzottkő ágyazat – egyik nagyon fontos eleme a zúzottkő ágyazat, amelynek elsődleges funk-



1. ábra. Ágyazati kögerenda a vasúti pálya felépítményében

ciója, hogy – teherhordó szerkezetként – az aljkról átadódó nyomást szétosztva juttassa tovább az alépítmény felületére. A zúzottkő ágyazat további feladata, hogy megfelelő ellenállást adjon a vágány hossz- és keresztirányú mozgásaival szemben, biztosítsa a vasúti vágány irány- és fekszín-

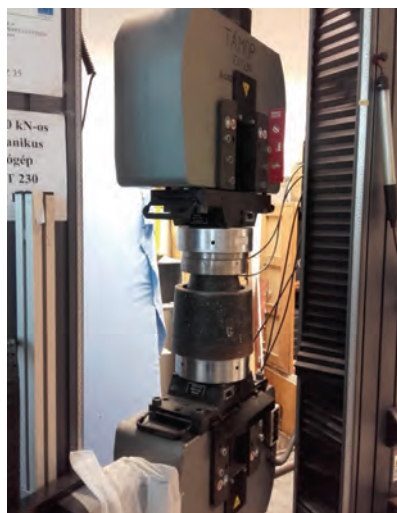
állapotát, valamint a csapadékvizek megfelelő elvezetését.

Az ágyazat meghatározó részei az aljak alatti kögerendák, melyek közetanyaga a terheléseket és hatásokat közvetlenül viselik. Az 1. ábrán a teherviselés szempontjából kiemelten fontos kögerendákat mértük megadásával, és a kögerendában lévő köszemcsék darabszámának megadásával szemléltetjük.

Az ágyazati kögerendával kapcsolatos kutatást megalapozták annak a kutatási munkának az eredményei, melyet „Vasúti ágyazati anyag entrópia tulajdonságainak és azok energia szemléletű hatásainak vizsgálata az MSZ EN 13450:2003 számú szabvány rendjében” című K + F projektalap/INNOVÁCIÓ keretében a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék, illetve az egyetemi átszervezések után a BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék munkatársai végeztek [1], [2], [3]. A kutatási munka során a közettani, közetfizikai, felületi és szemszerkezeti tulajdonságokat külön-külön tulajdonság-csoportként kezeltük annak ellenére, hogy ezek a tulajdonságok mind-mind a közetfizika fogalomkörébe tartoznak.

A kutatási munka során vizsgáltuk az ágyazati kögerenda viselkedését statikus és dinamikus hatások figyelembevételével. A vizsgálatok kiterjedtek az ágyazati kögerenda viselkedésének számítógépes modellezésére, így a viselkedés szimulá-

*A szerző életrajza megtalálható a Sínek Világa 2010/6. számában, valamint a sinekvilaga.hu/Mernokportrek oldalon.



2. ábra. Az ismételt terhelés vizsgálati elrendezés

1. táblázat. Ismételt terhelés hatására létrejövő összenyomódás

Vizsgálati minta	Összenyomódás Δh [mm]	Aprózódási energia [Nm]
LE 10	9,3	463
LE 20	10,3	516
LE 30	9,2	458
LZ 10	6,8	340
LZ 20	10,2	568
LZ 30	13,3	663
LL 10	10,2	511
LL 20	10,0	498
LL 30	12,9	650

2. táblázat. A szemszerkezet minősítő értékei (M_i) ciklikus terhelés után

	10 ciklus	20 ciklus	30 ciklus
	M_i		
Zömök (LZ)	284,8	283,7	264,7
Lemezes (LL)	240,9	240,2	246,4
Eredeti (LE)	282,9	268,7	280,5

ciójára. Az ismételt terhelés vizsgálatra is jó lehetőséget teremtett a számítógépes szimuláció. Az anyagszerkezeti kontinuitás a háromfázisú közetmodell szemléleti rendjében biztosítja a kögerenda viselkedésének értékelését. A kögerendát érő hatásokra bekövetkező változásokat a

kögerendának mint kőhalmaznak a szemszerkezeti és a halmazt alkotó szemcsék szemalakjának változásával tudjuk vizsgálni. A tulajdonságváltozások a teljes halmazra vonatkoznak, és így tudjuk figyelembe venni a halmazt alkotó szemcsék közötti kölcsönhatást. A diszkrét elemes

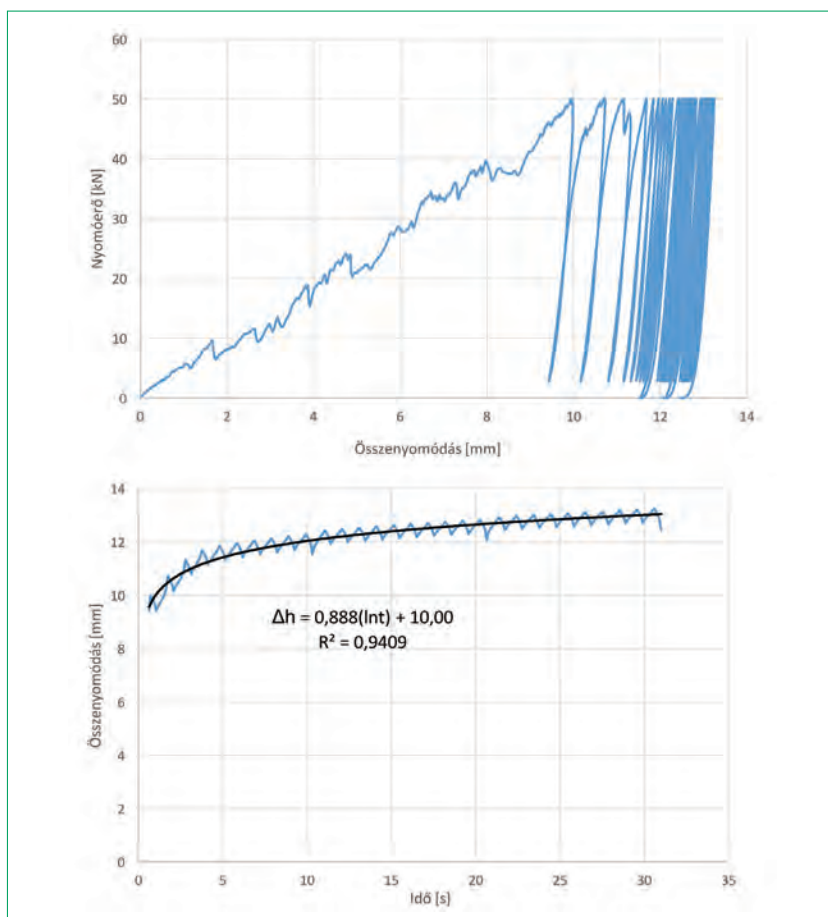
számítógépes szimuláció lehetőséget teremt arra, hogy a halmazban a szemcsék viselkedését virtuálisan követni tudjuk, hiszen a halmaz egészének vizsgálatát nagyban befolyásolja az egyes szemcsék viselkedése. A diszkrét elemek módszerének (DEM) segítségével lehetőség nyílik a szemalak figyelembevételére és a számítógépes modell fizikai paramétereinek meghatározására.

Az ágyazatot alkotó zúzottköveket alakjuk alapján két csoportba soroljuk: zömök (kubikus) és lemezes szemalakú szemcsékre. A zömök szemeknek nagyobb a teherbírási képességük, mint a lemezes szemeknek, viszont utóbbiak fontos szerepet játszanak az ágyazat kiékelődésében. Ez azt eredményezi, hogy a zömök és lemezes szemek számának egymáshoz viszonyítva létezik egy optimális aránya, amely mellett a halmaz terhelhetősége a legnagyobb.

Laboratóriumi vizsgálat ismételt terheléssel

A vizsgálat módszere

Az ismételt terhelés vizsgálatához a vizsgálat céljának megfelelően vizsgálati tervet állítottunk össze, mely egyben a számítógépes program validálását is biztosítja, a program futtatásához szükséges anyagszerkezeti tulajdonságok meghatározásával. Az ismételt terhelés vizsgálatokat a zömök (LZ), az eredeti (LE) és a lemezes (LL) szemalakú részmintákra végeztük el, felvéve a lüktető terhelés hatására bekövetkező ciklusonkénti összenyomódást és az összenyomódás időbeni változását, vala-



3. ábra. Zömök szemalakú szemcséken (LZ) végzett mérések eredményei

mint az ismételt terhelés hatását elszenvedett halmaz szemszerkezetének minősítő értékét (M_f) [4].

A vizsgálathoz használt közetanyag a KÖKA Kő- és Kavicsbányászati Kft. komlói bányüzeméből származó NZ 20/32 mm szemmagyságú andezit volt.

A vizsgálatokat vastag falú acélmozsárban ($d = 170$ mm, $A = 226,87$ cm²), INSTRON univerzális nyomógéppel (Típ.: 5989 L 1217) végeztük max. 50 kN és min. 3 kN közötti lüktető terheléssel. A vizsgálatoknál $N = 10, 20$ és 30 ismétlési számot alkalmaztunk.

A vizsgálatok eredményei

Az ismételt terhelés hatására az ismétlési számhoz tartozó összenyomódás és a minta által elszenvedett külső munka szerepel az 1. táblázatban. A nyomóerő–összenyomódás mért értékeit, valamint az összenyomódás időbeli változását a 3–5. ábra szemlélteti. A mérési időt úgy transzformáltuk, hogy egy másodperc átlagosan egy összenyomódási ciklusnak felel meg.

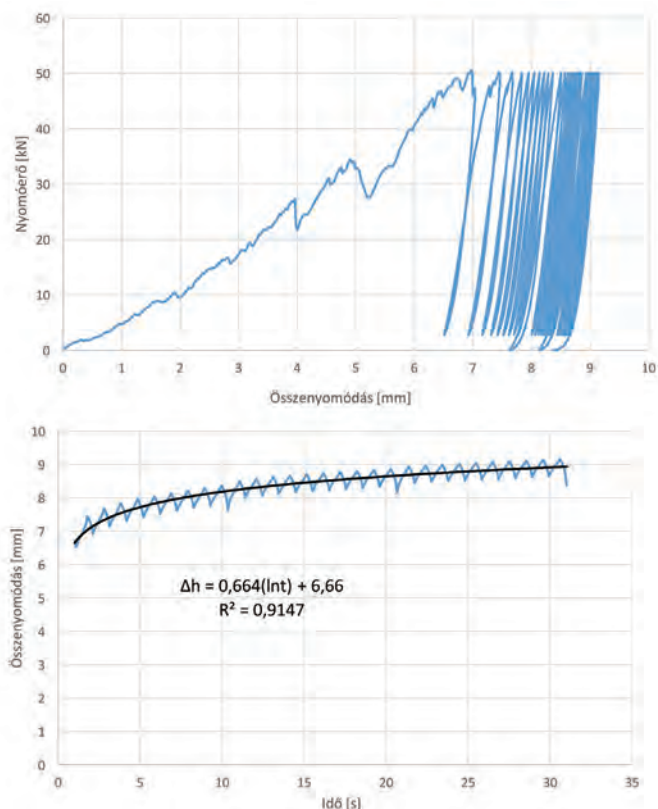
Az $N = 10, 20$ és 30 ismételt terhelési ciklus hatására bekövetkező szemszerkezet változásának minősítő értékeit a 2. táblázatban tüntettük fel. A szemszerkezet minősítő értéke (M) a vizsgált halmaz szemmegoszlási görbéjének metszetösszege, a halmaz „finomsági modulusa”. Az eredeti halmaz 20/32 mm szemmegoszlású halmaz szemszerkezeti modulusa $M = 300$.

Ismételt terheléses vizsgálat diszkrét elemes módszer segítségével

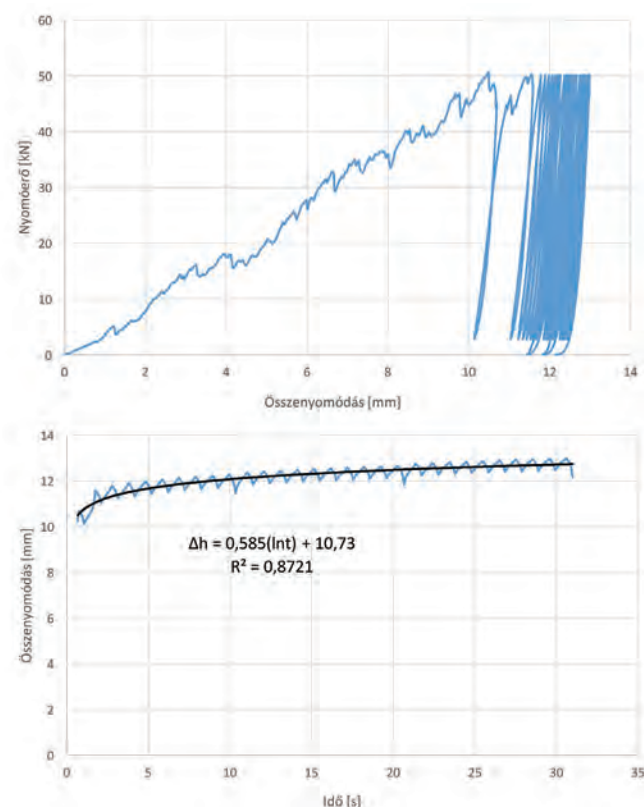
A valóságot jól közelítő szimulációs modell létrehozása összetett feladat, melynek első lépése a módszer kiválasztása. A diszkrét elemes módszer [5] az anyagot részecskékként és a közöttük ébredő kapcsolatokkal, erővel írja le, ami lehetővé teszi a szemcsék modellezését. A szemcséknek önálló elfordulási és elmozdulási szabadságfokaik vannak [6]. Különböző szemcsealakokat és kapcsolati modelleket lehet kiválasztani. A szimulációnál a szemcsék törését nem vettük figyelembe.

A zúzottkő halmaz diszkrét elemes modellje

Az alkalmazott szoftver a Yade [7] diszkrét elemes program. A program Linux-alapú, nyílt forráskódú, így a működése és a benne levő modellek részletesen tanulmányozhatók. A program kezelése Python



4. ábra. Az eredeti mintán (LE) végzett mérések eredményei



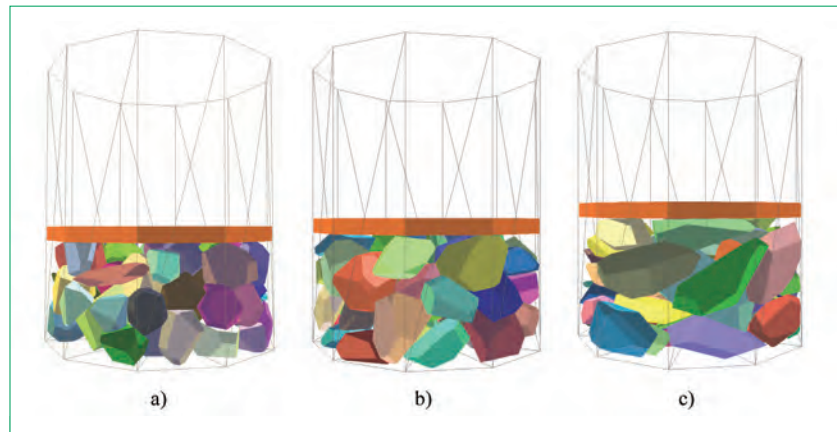
5. ábra. Lemezes szemalakú szemcséken (LL) végzett mérések eredményei

nyelven íródott parancssor alapú. A program a mechanika alaptörvényeit (differenciálegyenleteit) numerikus integrálással oldja meg. A zúzottkővek alakjának közelítéséhez a merev poliéder alakú elemeket tartalmazó modellt [8] alkalmaztuk.

A zúzottkő szemcséket egyszerűsítve, a Voronoi-módszer alapján véletlenszerűen létrehozott poliéder alakokkal [9] írtuk le. A program a megadott alsó és felső szitanyílással meghatározott szemnagysággal és előírt szemalakkal hozza létre a halmazt. A szemcsék mérete (D_i) a 20/32 mm-es szemnagyságtartományt követi. A modellben a zömök szemcsék 2 : 2 : 1, a lemezes szemcsék pedig 4 : 2 : 1 (h : s : v) oldalarányúak.

A szemcsék anyaga a modellben teljesen merevnek feltételezett. Így a valós kövek összenyomhatóságát a modellben a szemcsék közti kapcsolatok veszik figyelembe. Az alkalmazott modellben a szemcsék közt – azok érintkezésekor – normál és nyíró irányú erő lép fel.

A normál erő nagysága egyenesen arányos a poliéderek érintkezése esetén, az elemek átlapolása során létrejövő közös térfogat nagyságával. Az arányossági tényező a normál térfogati merevség (k_n).



6. ábra. Az eredeti (30 db% lemezes szemcsét tartalmazó) (a), 100 db% zömök (b) és 100 db% lemezes halmaz (c) az előterhelés után

A nyíróerő nagysága egyenesen arányos a szemcsék egymáson való elcsúszásával és elfordulásával. Az arányossági tényező a nyíró merevség (k_v). A nyíróerő legnagyobb értékét a Coulomb-féle súrlódási modell határozza meg, az elemek közti súrlódási szög értékének alapján.

A geometria kialakításának módját korábbi kutatásban [10] fejlesztettük ki. A meghatározott szemeloszlású és leme-

zeségi számú halmaz vastag falú mozsárba kerül. A halmaz kezdeti tömörségét a kísérletben alkalmazott fedőelem súlyával megegyező mértékű előterhelés éri el. A kapott geometriákat a 6. ábra mutatja.

Az előterheléssel tömörített halmazokat löktető erő terhelte 30 alkalommal, amelynek értéke mérésel összhangban 3 és 50 kN között változott. A terhelés elmozdulásvezérelt volt, ami stabilabb simulációt eredményezett.

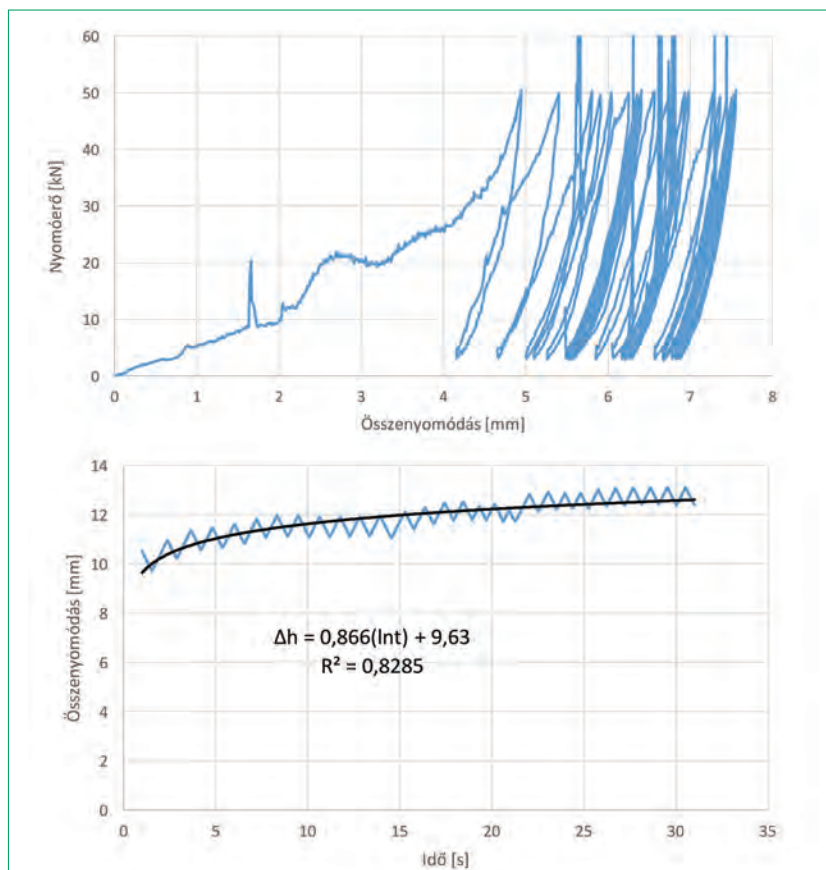
A simuláció eredményei

Mivel a simulációkban a szemcsék törhetetlenek voltak, a halmaz szemeloszlása nem változott a simuláció során. Tömörödés csak a szemcsék elmozdulása miatt jött létre. Ez közelítés, de jellegében helyes, mivel a mérésel összevethető eredményeket jelentett. Ennek oka, hogy a szemcsék törése az első felterhelésnél keletkezett, ezért a simulációk értékelésénél a felterhelési szakaszt nem vettük figyelembe, és a kezdeti összenyomódás a mérési eredményekhez igazítottuk.

A simulációk eredményeként kapott nyomóerő-összenyomódás és összenyomódás-idő grafikonokat a 7–9. ábrán közzéljük.

Eredmények összevetése és értékelése

A laboratóriumi mérések és a simulációk eredményeinek összevetése jól igazolta, hogy a simulációkkal az ismételt terhelés hatása vizsgálható. A különböző szemalakú szemcséket tartalmazó halmazoknál a lemezes szemcsék jelenléte mennyire befolyásolja a halmaz viselkedését. A kü-



7. ábra. Zömök szemalakú szemcsékkel (LZ) végzett simulációk eredményei

lőnböző összetételű halmazok viselkedését lükterő terhelés hatására a különböző ismétlési számmal végzett vizsgálatokat a nyomóerő-összenyomódás és az összenyomódás-ismétlési ciklusszám diagramokkal vetettük össze. Jellemző értékek az összenyomódás-ismétlési ciklusszám diagramra illesztett természetes alapú logaritmikus függvény meredekségét („a” érték) vettük. A mérések és a szimulációk „a” értékeit a lemezes szemcsék arányában a 3. táblázat mutatja.

A mérés alapján validált szimuláció lehetőséget ad arra, hogy egy-egy halmazban a lemezes szemek arányának megfelelően a halmaz viselkedése előre jellemezhető. A 4. táblázat példát mutat arra, hogy a lemezes szemek arányának megfelelően a logaritmikus függvény „a” értéke mérés nélkül, szimulációval meghatározható.

A terhelési ciklusok hatására bekövetkező változásokat az időbeni tulajdonságváltozások analógiájára az alábbi logaritmikus függvény segítségével értékelhetjük a ciklikus terhelés során bekövetkező szemszerkezet minősítő értékeinek változásával, a szemmegoszlás minősítő értékével (M_i):

$$M_N = M_0 - c \ln(1 + N)$$

ahol

M_N n ismételt terhelés után a szemmegoszlás minősítő értéke

M_0 a szemmegoszlás minősítő értékének alapértéke

N a ciklusszám

A laboratóriumi ciklikus terhelés vizsgálati eredményei alapján a közetre vonatkozó „c” jellemző meghatározása:

$$c = \frac{M_0 - M_i}{\ln(1 + N_i)}$$

ahol

M_i az $N_i = 10, 20$ és 30 ismétlési ciklusszám

A változási jellemzőket (λ), mely össze-sítő értékei a terhelési ciklusokat elsenvedett halmaz minősítő értékének (M_i) és az eredeti halmaz minősítő értékének (M_0) százalékban kifejezett hányadosa. A vizsgált 20/32 mm szemnagyságú halmazok esetén az eredeti halmazt $M_0 = 300$ értékű szemmegoszlást minősítő jellemző figyelembevételével határoztuk meg, és a terhelés ismétlési ciklusszáma (N) szerint az 5. táblázatban közöljük.

A változási jellemző (λ) összesítő értékei a különböző számú ciklikus terhelés hatására:

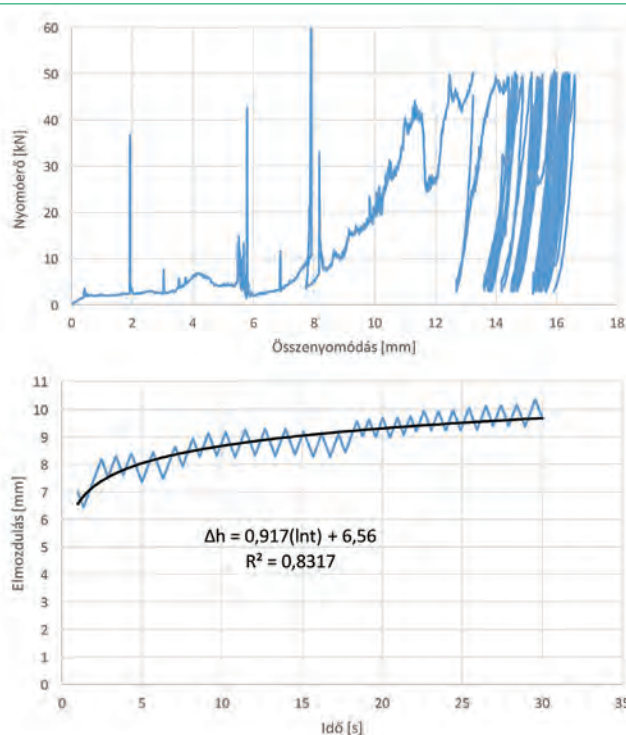
3. táblázat. A vizsgált halmazoknál a közelítés meredeksége („a” érték)

Lemezes szemcsék aránya	0%	30%	100%
Mérések „a” értékei	0,888	0,664	0,585
Szimulációk „a” értékei	0,866	0,917	1,01

4. táblázat. A szimulált halmazoknál a közelítés meredeksége („a” érték)

Lemezes szemcsék aránya	0%	10%	20%	30%	100%
Szimuláció „a” értékei	0,866	1,37	1,26	0,917	1,01

8. ábra.
Az eredeti
halmazzal
(LE) végzett
szimulációk
eredményei



5. táblázat. A szemszerkezet változásának értékei ciklikus terhelés után

	10 ciklus	20 ciklus	30 ciklus
	$\lambda = M_i/M_0$		
Zömök (LZ)	94,9	94,6	82,2
Lemezes (LL)	80,3	80,0	82,1
Eredeti (LE)	94,3	89,6	93,5

6. táblázat. A vizsgált részalmazoknál az ismétlési szám „c” anyagállandója

	„c”
Zömök (LZ)	5,36
Lemezes (LL)	19,7
Eredeti (LE)	5,69

$N = 10$ ciklus hatására $\lambda_{\text{átlag}} = 89,8$

$N = 20$ ciklus hatására $\lambda_{\text{átlag}} = 88,1$

$N = 30$ ciklus hatására $\lambda_{\text{átlag}} = 85,9$

A különböző szemalakú szemcséket tartalmazó részalmazok vizsgálati eredményeiből meghatározott „c” ciklusszám állandót a 6. táblázat tartalmazza.

Az ismétlési szám anyagállandójával, az

$N_i = 100, 100\,000, 1\,000\,000$ terhelési ciklusszámhoz tartozó szemmegoszlás minősítő értékei (M_{ni}) számolhatók.

Összefoglaló megállapítások és javaslatok

Az ismételt terhelés laboratóriumi vizsgálatokban az azonosított kockázatot, a vizsgálati eredményekben tapasztalt mérési bizonytalanságot a berendezések geometriai méretei és az ismétlési szám jelentik. A vizsgálatokhoz a 20/32 mm szemnagyságú vizsgálati halmazzal a 32/50 mm szemnagyságú vasúti ágyazati köanyagot tudtuk jellemezni.

Orosz Ákos okleveles gépészmérnök, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) Gép- és Terméktervezés Tanszék PhD-hallgatója. BSc és MSc tanulmányait szintén ezen a tanszéken végezte, 2012 és 2018 között. Kutatási területe a diszkrét elemes modellezés, ezen belül a zúzottkővek leírása és a gép-kő kapcsolat modellezése.

A vizsgálat eredményei alkalmasak arra, hogy a különböző ismétlési számmal terhelt kőanyag viselkedését a változási jellemzővel értékelni tudjuk.

A diszkrét elemes numerikus szimulációk képesek az ismételt terheléses mérések reprodukálására:

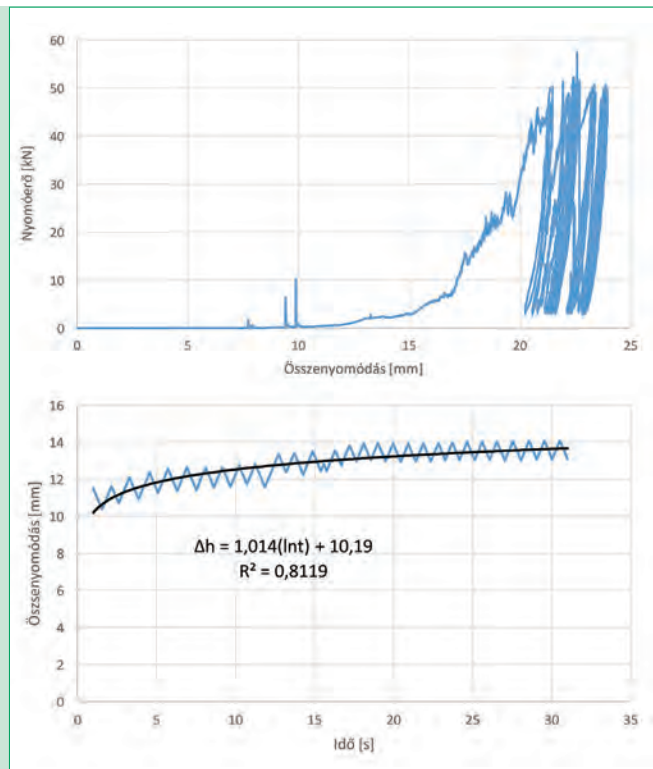
Az eredmények a laboratóriumi vizsgálatokkal jó összhangban vannak. A számítógépes szimuláció alkalmas arra, hogy a hosszan tartó és költséges laboratóriumi kísérletek számát csökkentse. Ehhez arra van szükség, hogy a számítógépes szimulációhoz szükséges paramétereket célorientált laboratóriumi kísérlettel határozzuk meg. Az így kialakított modell alkalmas arra, hogy bármely ciklusszámhoz és összetételhez az ágyazati kőanyaghalmoz viselkedését értékelhessük. A szimulációs modell továbbfejlesztésénél javasoljuk figyelembe venni a terhelés hatására bekövetkező szemcseaprózódást.

Javasoljuk továbbá, hogy a hazánkban alkalmazott vasúti ágyazati kőanyagféleségek viselkedésének megismerésére a szimulációk elkészüljenek, és ezek eredményei a vasúti pályák építése és karbantartása során az ágyazati kőanyagokkal kapcsolatos kérdések megválaszolásánál hasznosuljanak.

Köszönetnyilvánítás

Az ágyazati kőanyagok ismételt terheléses vizsgálatát a MÁV Zrt. K+F Kutatásfejlesztési Innovációs Programja tette lehetővé. Nevezetesen „A vasúti zúzottkő ágyazati kőgerenda vizsgálata dinamikus és egyéb igénybevételek hatására” című (36895/2015/MÁV) K+F kutatás. A szerzők köszönettel tartoznak *Emszt Gyula* ny. tanszéki mérnök és *Pálinkás Bálint* laboráns (BME Geotechnika és Mérnökgeológia, korábban Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék munkatársai), *Molnár Péter* okl. építőmérnök (Struktúra Kft.), továbbá *dr. Rádics János Péter* és *dr. Tamás Kornél* (BME Gép- és Terméktervezés Tanszék) adjunktusainak segítőkész, ön-

9. ábra.
Lemezes
szemalakú
szemcsékkel
(LL) végzett
szimulációk
eredményei



zetlen munkájáért, valamint *Nagy István* és *Szekeres Dénes* MÁV Zrt. projektfelelősöknek munkánk támogatásáért. «

Irodalomjegyzék

- [1] Dr. Gálos M., Kárpáti L., Szekeres D.: Ágyazati kőanyagok. Kutatás és vizsgálatok (1. rész). *Sínek Világa*, 2010/6, 2–9. o.
- [2] Dr. Gálos M., Kárpáti L., Szekeres D.: Ágyazati kőanyagok. A kutatás eredményei (2. rész). *Sínek Világa*, 2011/1, 6–12. o.
- [3] Dr. Gálos M., Kárpáti L., Szekeres D.: Ágyazati kőanyagok. A kutatás eredményeinek hasznosítása (3. rész). *Sínek Világa*, 2011/2, 2–5. o.
- [4] Dr. Gálos M., dr. Szabó J., Szekeres D.: Zúzottkő ágyazat viselkedésének megítélése szemszerkezeti tulajdonságai alapján. *Sínek Világa*, 2016/4, 15–20. o.
- [5] Cundall, P.A. and Strack, O.D.L.: A discrete numerical model for granular assemblies. *Geotechnique* (1979) Vol. 29, No. 1, pp. 47–65.
- [6] Bagi Katalin: A diszkrét elemek módszere. *BME Tartószerkezetek Mechanikája Tanszék*, 2007.
- [7] Šmilauer, V. et al.: Yade Documentation 2nd ed. The Yade Project. DOI 10.5281/zenodo.34073 (<http://yade-dem.org/doc/>), 2015.
- [8] Eliáš, J.: Simulation of railway ballast using crushable polyhedral particles.

Powder Technology, (2014) Vol. 264, pp. 458–465.

[9] Asahina, D. and J.E. Bolander: Voronoi-based discretizations for fracture analysis of particulate materials. *Powder Technology* (2011) Vol. 213, pp. 92–99.

[10] Dr. Gálos M., Orosz Á., dr. Rádics J. P., dr. Tamás K.: Diszkrét elemes számítógépes módszer a vasúti zúzottkő ágyazat viselkedésének modellezésére. *Sínek Világa*, 2017/5, 22–28. o.

Summary

The crushed rocks of the railway ballast are subjected to repeated loads as the result of train traffic. In this study, a combined experimental and simulation method is suggested that applies periodic normal force on the aggregate, which is disposed in a mortar. The effect of different grain shapes was studied on the behaviour of the aggregate with the examination of the force–displacement and the change in the sieve curve. We also introduce, how the number of time and cost demanding measurements can be reduced by the usage of discrete element numerical simulation.

Vasúti zúzottkő ágyazati kőanyagok laboratóriumi fárasztásos aprózódásvizsgálatai

Ez az írás a Sínek Világa 2015/3. számában megjelent, A vasúti zúzottkövek aprózódásvizsgálata egyedi laboratóriumi módszerrel című cikk eredményeinek kiegészítéseit foglalja össze. A világ vasútjainak jelentős része vasúti zúzottkő ágyazati anyaggal épült, ami a felépítmény jelentős tömegét teszi ki. A jelenlegi gyakorlatban természetesnek vesszük, hogy a megfelelő minőségű kőanyag rendelkezésünkre áll. Azonban a közelmúltban a szabályozásokban bekövetkezett változások, szigorítások következtében mindössze néhányra csökkent azoknak a magyarországi kőanyaggyerő helyeknek a száma, melyek a hazai pályakorszerűsítési munkákhoz ágyazati kőanyagot szolgáltatnak.



Juhász Erika

PhD-hallgató, okl. infrastruktúra-építőmérnök
SZE ÉÉKK Közlekedésképzési és Vízmérnöki Tanszék

✉ juhasz.erika@sze.hu

☎ (20) 381-8782



Dr. habil. Fischer Szabolcs*

egyetemi docens
SZE ÉÉKK Közlekedésképzési és Vízmérnöki Tanszék

✉ fischersz@sze.hu

☎ (30) 630-6924

A kőbányászati iparágat évről évre szigorodó környezet-, örökség- és természetvédelmi szabályozások sújtják, amelyek az ásványvagyon-hozzáférést jelentős mértékben korlátozzák. Ez a minőségi elvárásokkal már középtávon anyagellátási és minőségi kockázatot jelent. Kutatásunk fő célja, hogy az ágyazati kőanyagot érő hatásokat valóságúen és objektív módon szimuláljuk laboratóriumi körülmények között. A cikk bemutatja az egyedi fárasztással végzett laborvizsgálatok pontos felépítését, valamint a korábbi kutatásainkhoz képest elért legújabb eredményeket.

Bevezetés, a kutatási probléma bemutatása

A vasúti kőanyag alkalmasságát a hazai és a nemzetközi gyakorlatban ugyanazon termékszabványban előírt vizsgálatokkal állapítják meg. Ezek a vizsgálatok az MSZ EN 1097-1:2012 szerinti Micro-Deval kopási [2] és az MSZ EN 1097-2:2010 szerinti Los Angeles aprózódási [3] vizsgálat, amelyet a vasúti zúzott kőanyagokra vonatkozó termékszabvány rögzít [4]. A vizsgálatok kiválóan alkalmasak egy adott kőanyagalmaz-minta kopási és aprózódási ellenállásának megállapítására, valamint a zúzottkő termékek gyártási termékállandóságának biztosítására – ami a kivitelezési munkálatokhoz, továbbá a megépült

vágányok minőségéhez, a paraméterek teljesülésének utólagos ellenőrzéséhez elengedhetetlen. Kutatási munkánk során egyedi laboratóriumi vizsgálatot dolgoztunk ki [1], [5]. A jelenleg rendelkezésre álló, és az iparban, valamint a kutatók által alkalmazott laboratóriumi vizsgálatoknál valós körülmények között a vasúti járművek mozgása által okozott erőkből, rezgésekből eredő kopást és aprózódást, továbbá az ágyazatot érő igénybevételeket nem lehet megfelelően szimulálni.

Az ágyazati szemcsék eredeti, alapközet-től függő aprózódási és kopási tulajdonságait technológiai módszerekkel sajnos csak korlátozott mértékben lehet változtatni, ezek főként a közetek mechanikai jellemzőitől függenek.

Korábbiakban érintőlegesen utaltunk azokra a paraméterekre [1], [5], melyek szükségessé tették, hogy – a rendelkezésre álló kőanyagminőségek korlátait figyelembe véve – az ágyazatot érő igénybevételeket, az ágyazat viselkedését a közetfizikai vizsgálatoknál a valóságot jobban szimuláló, új laboratóriumi módszer alkalmazásával ítélhessük meg.

A vizsgálatok eredményeit összevetettük a termékszabványban előírt aprózódási és kopási vizsgálatokban meghatározott minősítő paraméterekkel, valamint a MÁV 102345/1995. PHMSZ az „Alépítményi létesítmények és az ágyazat minőségi átveteli előírásai utasítás” 2010. januárban

kiadott 4. számú módosításaiban rögzített határértékekkel. Ezek figyelembevételével a későbbiekben meghatározhatók az ágyazatrostálási ciklusidők is.

Kutatási előzmények

A kutatási témának hazai és nemzetközi szinten számottevő irodalma van. Alapvetően az aprózódásvizsgálathoz kapcsolódóan különböző területeket érintettek, módszereket dolgoztak ki a külföldi kutatók:

- laboratóriumi vizsgálatok,
- diszkrét elemes szimulációk, modellezés (DEM) és/vagy 3D-s szemcsealak-felvételek,
- végeselemes szimulációk, modellezés (FEM),
- terepen (vasúti pályán) történő vizsgálatok.

A külföldi kutatók a különböző módszereik kidolgozásával olyan indexeket, állandókat és paramétereket alkalmaztak és hoztak létre (BBI index, Marsal-, Hardin-, Lee- és Farhoomand-féle aprózódás), melyek nagyban segítették a kutatásunkat.

A nemzetközi irodalomkutatás alapján – a teljesség igénye nélkül – az alábbi fő részterületek módszereit és laboratóriumi vizsgálatait vettük alapul:

- összefüggés keresése a vasúti ágyazati kőanyag aprózódása, valamint a kohézió, a halmaz belső súrlódási szöge és a réteg vízáteresztő képességének változása között;

*A szerző életrajza megtalálható a Sínek Világa 2012/6. számban, valamint a sinekvilaga.hu/Mérnökportrék oldalon.

- az „angularity breakage” (azaz a szemcsék élének, csúcsainak letörése) jelenőség vizsgálata;
- a halmaz szemeloszlása és az ágyazat aprózódása közötti összefüggés, illetve a valós igénybevételeknek jobban megfelelő szemeloszlás meghatározása;
- a diszkrét elemes számítógépes szimulációk terén a szemcsék valóságos térbeli alakjához legjobban illeszkedő elemek generálása és a modellek validálása;
- laboratóriumi és terepi vizsgálatok végrehajtása geoműanyag-erősítéssel és anélkül, ezekben az esetekben a zúzottkő ágyazati anyag aprózódásának mérése;
- az ágyazat keresztalakja alávérese okozta aprózódásának mértéke;
- ragasztott ágyazati kialakítás vizsgálata.

A vizsgált részterületek irodalomkutatása során az alábbi releváns megállapításokat gyűjtöttük a teljesség igénye nélkül és nem fontossági sorrendben:

- az LA_{RB} határértékek Kanadában max. 20%, Ausztráliában max. 25%, Brazíliában max. 40%, míg Indiában max. 25–35%, amelyek jelentősen eltérnek az Európában alkalmazottól: pl. Ausztriában az LA_{RB} -re 13%, M_{DERB} -re 10% van meghatározva;
- a 250, 500, 750 és 1000 fordulat Los Angeles vizsgálatnál a vizsgált minták vízáteresztő képessége a normál ágyazati anyagra megkövetelt 3×10^1 cm/s értékhez képest ezek töredéke volt (rendre $6,11 \times 10^1$, $2,7 \times 10^1$, $1,32 \times 10^1$ és $1,27 \times 10^1$ cm/s);
- a növekvő aprózódás a halmaz kohézióját csökkenti, viszont nincs hatással a belső súrlódási szög értékére;
- a szilárdság-teherbírási értékek mind az új, mind az újrahaznosított ágyazati anyagnál a kiindulási aprózódási értéktől függenek;
- körülbelül 800 fordulatnyi Los Angeles dobban forgatást követően a zúzottkő ágyazati minta kohéziója körülbelül 0-ra csökken;
- szilárdsági teherbírási értékeket tekintve egy 30%-ban új és 70%-ban újrahaznosított zúzottkőből összekevert minta megközelíti a 100%-ban új zúzottkőből állót;
- az „angularity breakage” a zúzottkő szemcsék élének, sarkainak (csúcsainak) letörését jelenti, ami alacsonyabb feszültségi szinteken alakul ki;
- a „confining stress” és a deviátorfeszültség között lineáris összefüggés van;
- monoton triaxiális vizsgálatnál az apró-

zódás először az alsó és a felső síkon jelenik meg, mivel itt vannak a legnagyobb szemcsekölcsönhatások;

- 5 év üzem után a pályából kivett minta az új zúzottkő ágyazattal összehasonlítva kevésbé volt hajlamos az aprózódásra, ami a szemcsealakokkal volt magyarázható; pályából kivett mintánál a belső súrlódás kisebb volt (a szemcsék közötti elcsúszásokat jobban tapasztalták);
- ciklikus triaxiális vizsgálatnál az 1,8-nál nagyobb egyenlőtlenségi mutatójú szemcsehalmozban volt a legkisebb mértékű az aprózódás, amit 3D szkenneléses mérésekkel is alátámasztottak, ezek alapján az aprózódásnak jobban ellenálló szemeloszlási görbéjű anyagokat terveztek;
- új polimer alapú ragasztóanyagot teszteltek, amivel az ágyazati anyag mechanikai viselkedését lehet javítani;
- vasúti pályában, üzemszerű használat közben a vasúti zúzottkő ágyazat aprózódása az első 10 000 tengelynél nem jelentős; amennyiben az LA_{RB} értékét 24-ről 12-re javítjuk, az aprózódás 50%-kal fog csökkenni; a használt zúzottkő ágyazati anyagoknál a Los Angeles aprózódásvizsgálat nem ad objektív eredményt;
- az új ágyazati kőanyag kb. 40 alávérest visel el rostálás/tisztítás nélkül;
- új zúzottkő ágyazati kőanyag esetén, amelynek kb. 1,5-ös az egyenlőtlenségi mutatója, mind a deformációk, mind az aprózódás nagyobbak voltak, mint az 1,8-as egyenlőtlenségi mutatójú újrahaznosított ágyazati anyagnál; ezek a kialakuló kontaktfeszültségek értékével is magyarázhatók;
- DEM-es modellezésre és ciklikus triaxiális vizsgálatokra alapozva az ágyazat

deformációja 3 jól elkülöníthető zónára bontható: plasztikus „összerázódás” (shakedown), plasztikus kúszás (creep), növekvő tönkremenetel;

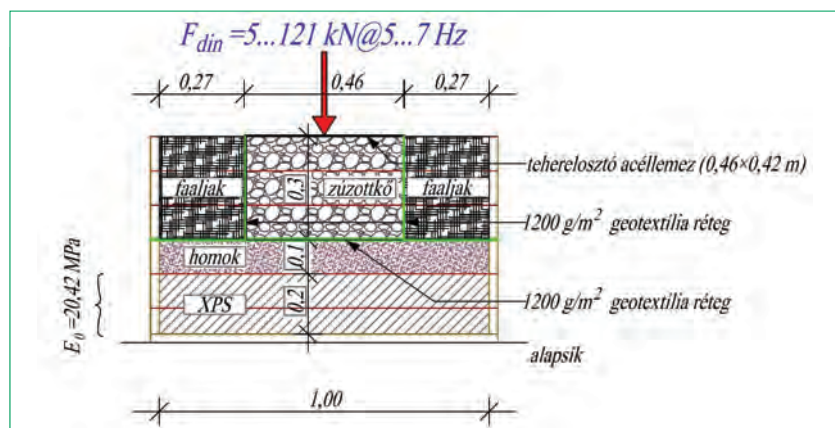
- a plasztikus „összerázódás” állapotban az alakváltozási ráta hirtelen lecsökken 10^{-6} alá, és néhány eltört szemcse lesz;
- a növekvő tönkremenetelnél aprózódás és plasztikus deformáció is tapasztalható, ami főként a gyors nyírási tönkremenetel miatt jön létre.

A laboratóriumi vizsgálatról

A kutatás-fejlesztési munka során egy egyedi fárasztásos vizsgálatot dolgoztunk ki és alkalmaztunk. A vizsgálatról 2014-ben a Colas Északke Kft. finanszírozásában elkészült egy K+F jelentés, valamint ezt követően több publikáció is [5], [6].

A vasúti zúzottkő ágyazati kőanyagok valóságoshoz közelebb álló igénybevételeinek megfelelően az új laboratóriumi aprózódási vizsgálatban az alábbi tulajdonságú kőanyagokat használtuk fel:

- két halmaz, különböző bányából származó andezit anyagú zúzottkő minta (MSZ EN 13450:2003 szerinti A típusú, 31,5/50 mm, a mintákat a Colas Északke Kft.-től kaptuk);
- Los Angeles aprózódás és Micro-Deval kopás mérése a mintákon (a Colas Északke Kft. végezte):
 - o 1. minta: $LA_{RB} = 19\%$, $M_{DERB} = 17\%$
 - o 2. minta: $LA_{RB} = 16\%$, $M_{DERB} = 4\%$
- a kőanyaghalmozokon szemeloszlás vizsgálata a laboratóriumi fárasztás előtt;
- 5 millió ciklusú fárasztás több „részletben” (azaz 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 3,0 és 5,0 millió ciklusig új kőanyag vizsgálata), kizárólag a 22,4 mm-nél nagyobb



1. ábra. A vizsgálat szerkezeti felépítése



2. ábra. A 20 cm XPS réteg elhelyezése



3. ábra. A 10 cm-es homokrég elhelyezése



4. ábra. A faaljak elhelyezése körben

szemcsehalmazon (a fárasztás előtti szemeloszlás-vizsgálatnál leválasztottuk

a $d < 22,4$ mm-es szemcsehalmazt);
 • a kőanyagalmazokon szemeloszlás vizs-

gálata a laboratóriumi fárasztások után. Az egyedi laboratóriumi mérés pulzatoros vizsgálatot jelent, melyhez egy 10 szintes nyíróláda alsó 6 keretét használtuk. A kereteket csavarral erősítettük egymáshoz, hogy megelőzzük a vízszintes relatív elmozdulásokat. A nyíróládához tartozó görgőket nem szereltük fel a láda alsó részéhez.

A nyíróládában felépített rétegszerkezet az alábbi (alulról felfelé haladva), melyet az 1. ábrán szemléltetünk:

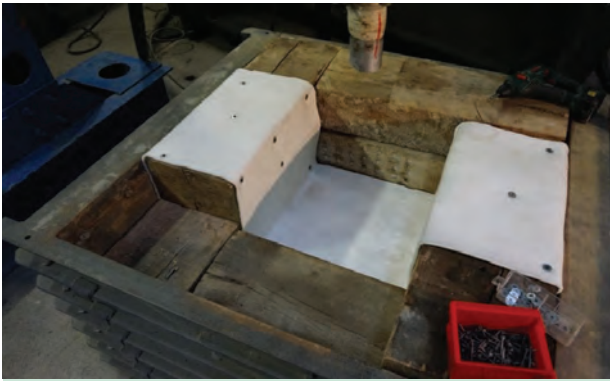
- 20 cm vastagságban a teljes $1,0 \times 1,0$ m felületen elterített Austrotherm Thermopan XPS hőszigetelő lapok;
- 1 rtg. Naue Secutex 151 GRK geotextília a teljes $1,0 \times 1,0$ m felületen elterítve;
- 10 cm homok (E₂, XPS + 10 cm homok = 20,42 MPa);
- 1 rtg. Viacon GEO PP TC 1200 típusú hőkezelt nem szőtt, nagy nyomóképeségű geotextília a teljes $1,0 \times 1,0$ m felületen elterítve + az oldalfalakon is;
- 30 cm vastag zúzottkő (felület: 46×46 cm);
- 46×42 cm-es acél terhelőlemez + D = 300 mm-es acél körtárcsa.

A zúzottkő mintákat a láda közepén, vasúti fa kereszthaljakkal történő kirekesztéssel kialakított, 46×46 cm-es alapterületű, 30 cm mély „dobozba” helyeztük el. A falhatás csökkentése és esetleges kizárása érdekében a doboz belső négy oldalfalát (ahol a zúzottkő szemcsék a faaljakkal érintkeznének) 1 rtg. 1200 g/m^2 -es geotextíliával burkoltuk. A zúzottkő mintákra 460×420 mm felületű, vastag acél terhelőlemezt tettünk a terhelés egyenletesebb elosztása érdekében. Az összeállítást a terhelő lemez nélkül a 2–7. ábrák szemléltetik.

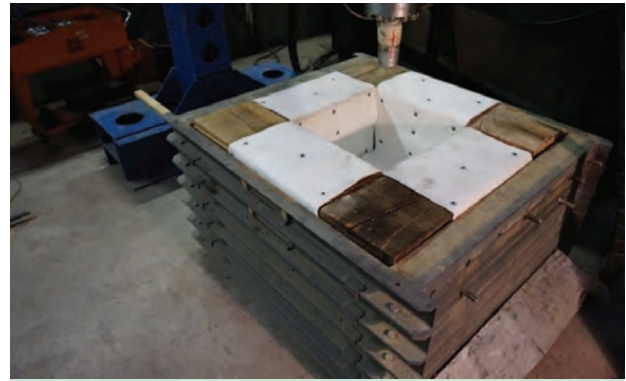
A laboratóriumi vizsgálatot a pulzator segítségével hajtottuk végre, előre megadott ciklusszámban. A vizsgálat elvégzése után lemértük a minták szemeloszlását, ezeken kívül az alábbi számított értékeket kalkuláltuk, amelyek jelentését az [1] irodalomban ismertettük:

- F_V (%),
- BBI,
- $d < 22,4$ mm (tömegszázalék),
- $d < 0,5$ mm (tömegszázalék),
- $d < 0,063$ mm (tömegszázalék),
- d_{60}/d_{10} ,
- M paraméter, M arány [7],
- λ paraméter, λ arány [7].

Az értékek segítségével a prognosztizálható ágyazatrostálási ciklusidőket is meghatároztuk.



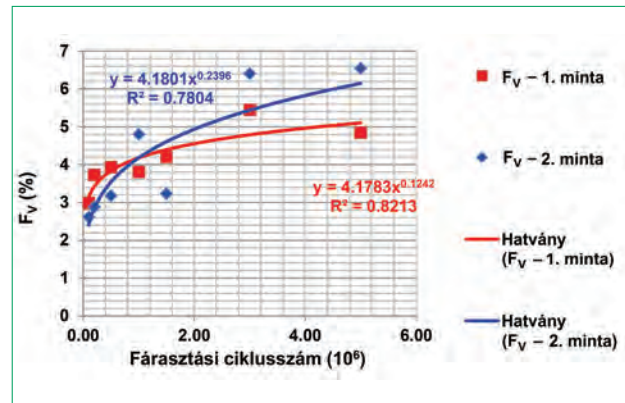
5. ábra. A geotextília fektetése az egyik irányba



6. ábra. A geotextília fektetése a másik irányba



7. ábra. A zúzottkő minta elhelyezése

8. ábra. Az 1. és 2. zúzottkő minták aprózódási eredményei – F_v (%)

A legújabb mérések eredményei, összefoglalás

A két különböző bányából származó andezit kőanyag mintát a laboratóriumi vizsgálattal 5-5 millió ciklusig fárasztottuk. Az előző bekezdésben számított értékeket és a fárasztási ciklusszámot diagramokban ábrázoltuk. Három paraméter esetében lehetett korrelációt megállapítani az adathalmazokon belül.

A diagramokat a 8–12. ábrákon mutatjuk be.

A 8–12. ábrák alapján az alábbi megállapítások tehetők az 5 milliós maximális fárasztási ciklus figyelembevételével:

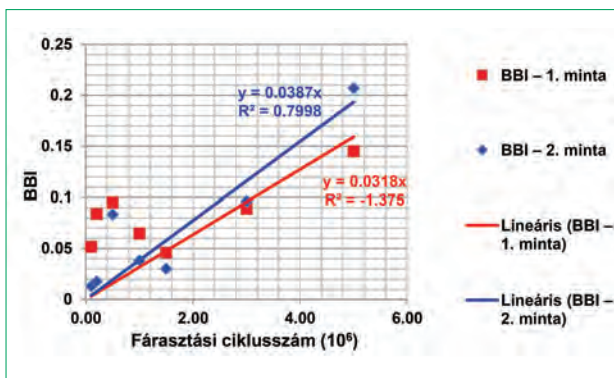
- mindkét vizsgált andezit anyagú zúzottkő minta fárasztása alapján a 8 számított paraméterből 4 esetén adódott szignifikáns – hatvány- és lineáris függvénnyel közelített – korreláció a fárasztási ciklusszám mint független változó szerint, ezek rendre:

- o F_v , azaz a Dél-afrikai Vasúttársaság által – az ágyazatrostalás szükségességének előrejelzésére – javasolt paraméter [8], ez az érték hatványfüggvénnyel

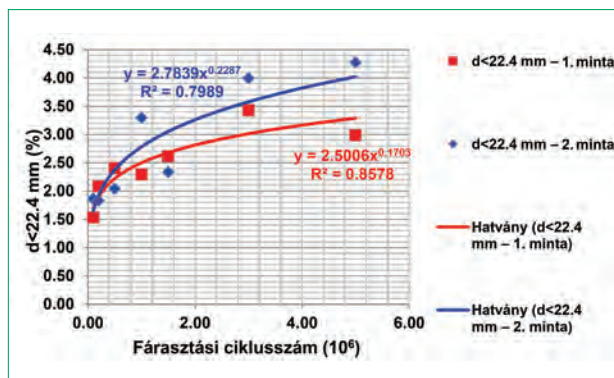
közelíthető a növekvő ciklusszámok esetén. 5 milliós fárasztási ciklusnál kb. 5 és 6,5%-os F_v értékek adódtak a vizsgált zúzottkő anyagainkon. Érdekes tény, hogy a közetfizikailag jobb minőségű (a Los Angeles aprózódási és Micro-Deval kopási paraméterek alapján minősítve) 2. minta aprózódása gyorsabb volt, amit a 8. ábra hatvány regressziós függvénye bizonyít. Szakirodalom alapján az ágyazatrostalást az $F_v = 80\%$ értéknél szükséges elvégezni [8]. Amennyiben a kapott hatvány regressziós függvényekkel kalkulálunk, és meghatározzuk az $F_v = 80\%$ -hoz tartozó ciklusszámot, az 1. minta esetében $2,1 \times 10^{16}$, míg a 2. minta esetében $2,24 \times 10^{11}$ ciklus adódik. Látható, hogy ezek irreálisan magas értékek (összehasonlítva pl. a Kelenföld–Hegyeshalom oh. 1. számú MÁV fővonal terhelésével (évi kb. 15 millió elegytonna, azaz nagyjából 667 000 tengelyáthaladással), és az Európában elvárt, a TMK-ban is rögzített 12–15 éves, ágyazattisztításra vonatkozó munkáltatási és élettartam

ciklusidővel, ez 8–10 millió ciklushoz (tengelyáthaladáshoz) tartozik [8]. Ilyen módon az ebből kapott ágyazatrostalási ciklusidőket nem lehet használni.

o BBI (Ballast Breakage Index) ágyazataprózódási index, melyet *Indraratna* és *Lackenby* vezetett be annak számíthatóságára, hogy az ágyazati anyag minősége miképpen változik az avulás során. Az index számításához szükség volt a fárasztás előtti és utáni szemmegoszlási görbék ismeretére. A BBI index alakulása a fárasztási ciklusszám szerinti, ellenben az 1. minta esetén negatív determináltsági koefficiens adódott (ennek a matematikai statisztikai jelentése, hogy a mérési adatsorra illesztett regressziós függvény rosszabb illeszkedést mutat, mint egy $y = c$ (konstans) függvény) (9. ábra). Megemlítendő, hogy a $BBI(0) = 0$ értéket peremfeltételként kezeltük. Amennyiben megvizsgáljuk az 1 millió fárasztási ciklus előtti mért értékeinket, ezek láthatóan és jelentősen „kilógnak” a



9. ábra. Az 1. és 2. zúzottkő minták aprózódási eredményei – BBI



10. ábra. Az 1. és 2. zúzottkő minták aprózódási eredményei – $d < 22,4$ mm (%)

mérési adatsorra illeszthető lineáris trendből. A korrektebb értékelés érdekében a mérések megismétlésére lehet szükség. Az 5 millió fárasztási ciklusnál kb. 0,15 és 0,20 BBI értékek adódtak a vizsgált zúzottkő anyagainkon. Érdekes tény ebben az esetben is, hogy a közetfizikailag jobb minőségű (a Los Angeles aprózódási és Micro-Deval kopási paraméterek alapján minősítve) 2. minta BBI trendje meredekebb (figyelman kívül hagyva a negatív R^2 értéket, mert 1,5 millió ciklus után a megadott lineáris trend feltételezhető). Szakirodalom alapján az ágyazatrostálást a BBI = 1,0 érték-nél szükséges elvégezni. Amennyiben a kapott lineáris regressziós függvényekkel kalkulálunk, és meghatározzuk a BBI = 1,0 értékhez tartozó ciklusszámot, az 1. minta esetében 31,45 millió, míg a 2. minta esetében 25,84 millió ciklus adódik. Ez az előző példánknál maradván, körülbelül 47 és 39 éves rostálási ciklusidőt jelent.

o $d < 22,4$ mm tömegszázalékban kifejezett paraméter a fárasztás utánra értendően és a fárasztási ciklus-

szám között hatvány regressziós kapcsolat állapítható meg a 10. ábra szerint. Az 5 millió fárasztási ciklusnál kb. 3% és 4,25% körüli értékek adódtak a vizsgált zúzottkő anyagainkon. Érdekes tény ebben az esetben is, hogy a közetfizikailag jobb minőségű (a Los Angeles aprózódási és Micro-Deval kopási paraméterek alapján minősítve) 2. minta romlási trendje meredekebb. Szakirodalom alapján [8] az ágyazatrostálást 30%-os érték-nél szükséges elvégezni. Amennyiben a kapott hatvány regressziós függvényekkel kalkulálunk, és meghatározzuk a 30%-os értékhez tartozó ciklusszámot, az 1. minta esetében $2,17 \times 10^{12}$, míg a 2. minta esetében $3,27 \times 10^{10}$ ciklus adódik. A kapott értékek – az F_V -ből számolt ciklusidőkhöz hasonlóan – irreálisak [8].

o az M arány, valamint a λ arány paraméternél [7] a lineáris függvénnyel közelített regresszió esetében (11., 12. ábra) a kiadódott trendek szerint a jobb közetfizikai paraméterekkel jellemezhető 2. minta avulása szignifikánsan nagyobb, mint az 1. minta esetében (a sebességek előjelei is eltérnek, a 2. mintánál pozitív, az 1. minta esetében negatív). Amennyiben részletesebben megvizsgáljuk a mérésből számított adatokat, azt tapasztaljuk, hogy az 5 millió ciklusszámhoz tartozó M arány és λ arány esetén a 2. mintánál a trendből „kiugró” érték adódott, ennek okát további vizsgálatokkal lehet megállapítani a jövőben.

– a további 4 paraméter esetében sem a lineáris, sem a hatványfüggvénnyel közelített regresszió nem szignifikáns.

Szükséges megemlíteni, hogy a rostálási ciklusidők számításánál és az aprózódások

értékelésénél nem vettük figyelembe az alábbiakat:

- a gépi és a kézi aláverés okozta aprózódást;
- alépítményi és felépítményi rendellenesség miatti gyorsuló romlási hatást;
- egyéb ágyazatszennyező hatást (pl. por, vasbeton keresztalj kopása, vízsákoknál az ismétlődő dinamikus terhelés következtében kialakuló pumping hatás okozta finomszemcse-tartalom növekedése);
- valós körülmények között a teljes keresztmetszetben nem alakul ki ilyen mértékű aprózódás, mint amekkorát mértünk a laborvizsgálatok során (pl. ágyazati rézsű és váll esetében szinte alig aprózódnak a szemcsék);
- csak 225 kN-os tengelyterhelést vettünk figyelembe (ez inkább a tehervonatoknál teljesül, személyvonatoknál kb. 180 kN a reális);
- az egyéb dinamikus többletterhelések (pl. hegesztések, sínillesztések, kitérő keresztelési középprészek) hatását figyelman kívül hagytuk.

Távlati célok

Távlati célunk, hogy tovább keressük a korrelációt a termékszabványban alkalmazott Los Angeles és Micro-Deval vizsgálatok, a prognosztizálható rostálási ciklusidők és az új laboratóriumi eredmények között. Reményeink szerint a fárasztási ciklusszám korábban megfogalmazott változtatásával a kőanyag aprózódását precízebben meg lehet állapítani. 2019 februárjától újabb próbát teszünk a rétegrendszerkezet módosítására, mivel a vizsgálatok során az XPS lapok rendkívüli mértékben deformálódtak, így egy merevebb réteg (pl. szemcsés kiegészítő réteg

Juhász Erika 2016-ban végzett a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Karán, majd 2018 januárjában fejezte mesterszakos tanulmányait infrastruktúra-építőmérnökként a Széchenyi István Egyetemen. 2018 szeptemberétől a Multidiszciplináris Műszaki Tudományi Doktori Iskola PhD-hallgatója. Kutatási területe a vasúti zúzottkő ágyazat fárasztással végzett aprózódásvizsgálata. Emellett szakértőként tevékenykedik vasúti infrastruktúra területén.

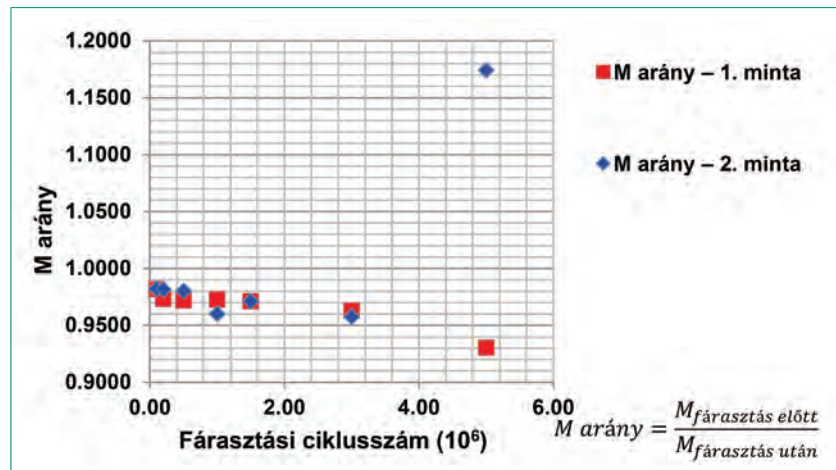
Summary

This paper summarizes the supplementary results of an article published in *Sínek Világa* in 2015/3, its title is „Crumbling examination of railway crushed stones by individual laboratory method”. In the last few years there have been started and finished a lot of large railway track development and maintenance project in Hungary and abroad, as well. The significant part of the world's railways is ballasted track, the railway ballast layer gives the main quantity of mass of railway superstructure. In the nowadays practice it is an obvious fact that there are enough ballast stones in adequate quality. However, due to the modified regulations and their restrictions, there are only few quarries in Hungary that can product railway ballast materials for lines with velocity $V = 120 \dots 160$ km/h. The access of mineral wealth is significant restricted because of the environmental and natural heritage regulations related to stone mining. It concludes quality risk in medium term due to quality specifications. The scope of the authors' research is to simulate the stresses and strains of railway ballast particles more realistic and in objective manner. This paper introduces the laboratory pulsating test executed by the authors very detailed form, as well as the up-to-date results and international literature review in the comparison of the last article, published in *Sínek Világa*. The authors give short outlook about the perspective aims and research directions in the near future.

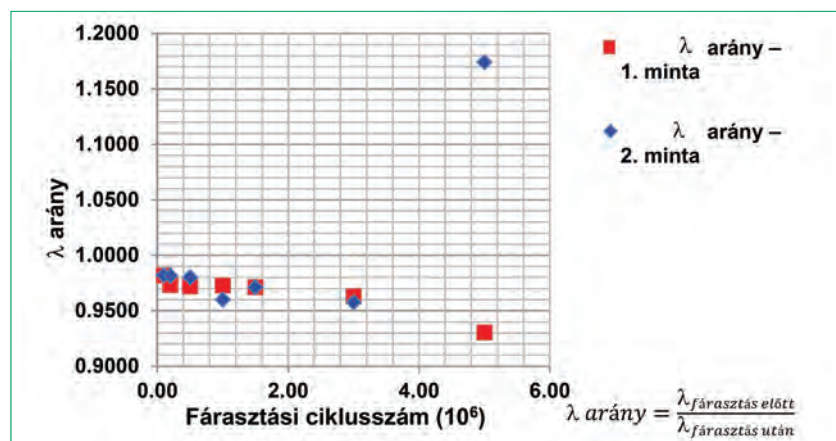
vagy akár acéllemez) beépítésével elvégzett fárasztással összehasonlítható eredményeket lehet publikálni a közeljövőben.

A kidolgozott új fárasztásos vizsgálat időigénye igen nagy, ezért a közeljövőben tervezzük, hogy a különböző származású ágyazati anyagok szemcséin kisebb időigényű szemcsehasító vizsgálatokat is elvégezzünk, mivel így hamarabb tehetünk közetmechanikai szempontból is fontos megállapításokat.

Az eddigi eredményeink alapján a számított aprózódási értékek arányaiban jóval magasabbak, mint a valós vágányokban mérhető, már beavatkozást igénylő vasúti ágyazatokban. Ennek oka a labora-



11. ábra. Az 1. és 2. zúzottkő minták aprózódási eredményei – M arány



12. ábra. Az 1. és 2. zúzottkő minták aprózódási eredményei – λ arány

tóriumi körülmények között megvalósult egyféle igénybevételi forma. Egy olyan módszert szeretnénk kidolgozni, melynek segítségével meghatározható ennek az értéknek a maximuma, valamint az egyéb vasúti ágyazatot érő hatások és igénybevételek arányainak becslése.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás az EFOP 3.6.1-16-2016-00017 projekt támogatásával készült. «

Irodalomjegyzék

- [1] Fischer Sz.: A vasúti zúzottkövek aprózódásvizsgálata egyedi laboratóriumi módszerrel. *Sínek Világa*, 2015/3, 12–19. o.
- [2] MSZ EN 1097-1. Kőanyagalmazatok mechanikai és fizikai tulajdonságainak vizsgálata. 1. rész: A kopásállóság vizsgálata (mikro-Deval), 2012.
- [3] MSZ EN 1097-2. Kőanyagalmazatok

mechanikai és fizikai tulajdonságainak vizsgálata. 2. rész: Az aprózódással szembeni ellenállás meghatározása, 2010.

[4] MSZ EN 13450:2003. Kőanyagalmazatok vasúti ágyazathoz, 2003.

[5] Juhász E., Fischer Sz.: Investigation of railway ballast materials' particle degradation with special laboratory test method, 14th Miklós Iványi International PhD & DLA Symposium, Fülöp Attila and Iványi Péter (szerk.), Pécs, 2018.10.29–2018.10.30., ISBN: 978-963-429-284-5, 2018 (megjelenés alatt).

[6] Fischer, Sz.: Breakage Test of Railway Ballast Materials with New Laboratory Method. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, Vol. 61, No. 4, 2017, 794–802. o.

[7] Gálos M., Kárpáti L., Szekeres D.: Ágyazati kőanyagok. A kutatás eredményei (2. rész). *Sínek Világa*, 2011/1, 6–13. o.

[8] Lichtberger, B.: Track compendium. Eurailpress Tetzlaff-Hestra GmbH & Co. KG, Hamburg, 2005, 634 o.



Felsővezeték-tartó oszlopok alapozásának tervezése az Eurocode 7 szerint

Kondor János

okleveles mérnök

ny. osztályvezető

✉ kondorj08@gmail.com

☎ (30) 944-5014

Mint ismert, 2010. március 1-jén az akkor hatályos nemzeti szabványaink érvényüket veszítették, és ezzel hazánkban is hatályba léptek a tartószerkezeti Eurocode-ok (EC-k). A közbeszerzési projekteknel e szabványok magyar megfelelője szerint kell terveznünk és ezekre lehet hivatkozni. Eurocode-októl való eltérés az alkalmazni kívánt módszer bemutatásával, részletes indoklásával és külön szakértői igazolással lehetséges. A szakértőnek igazolnia kell, hogy a módszer legalább az EC-kkel egyenértékű műszaki megoldást és biztonságot nyújt.

A MÁV Zrt.-nél 2014-ben közel öt éves szerkesztőmunka eredményeként vezették be az új – kétkötetes – D.11.-s Utasítást, amely az EC-kkel összhangban szabályozza a vasúti alépítménnyel kapcsolatos építési, tervezési, fenntartási munkákat, és azt a vasúti alépítményt érintő közbeszerzési eljárásoknál is kötelezően alkalmazni kell.

A jelen írás legfőbb célja, hogy segítsen és tájékoztatást nyújtson – elsősorban a nem építőmérnök végzettségű – tervezőmérnököknek a geotechnikai szabványok értelmezéséhez, alkalmazásához a

címében megjelölt tervezéssel összefüggő kérdésekben.

Amit az Eurocode-okról érdemes tudni

A geotechnikai tervezést – több részből álló tartószerkezeti Eurocode-program részeként – az MSZ EN 1997-1:2006 1. rész: Általános szabályok, valamint az MSZ EN 1997-2: 2008 2. rész: Geotechnikai vizsgálatok megnevezésű szabványok szabályozzák.

Az MSZ EN 1990:2002/A1:2008 szab-

vány rögzíti a tartószerkezetek tervezési alapjait, a biztonságot, a kockázatkezelést, a hatáskombinációkat, az egyidejűségi tényezők alkalmazását, a tervezési állapotokat, a teherbírási és használhatósági állapotokat.

A tartószerkezeteket érő hatásokkal-terhekkel az MSZ EN 1991 jelzésű szabványsorozat foglalkozik, így a geotechnikai szerkezetek tervezésénél is az abban ismertetett módszereket, eljárásokat kell alkalmazni. A beton-, acél- és faanyagú, továbbá az öszvérszerkezeteket is az említett – az anyagnak megfelelő – szabvány szerint kell tervezni.

A tartószerkezetek szeizmikus hatásokra történő méretezését az MSZ EN 1998-1:2008 szabvány ismerteti. E szabvány előírása szerint az általajta földrendésvészély szempontjából minősíteni kell, ezt a minősítést az EN 1997-1 EC7 szerinti talajvizsgálati jelentésnek kell tartalmaznia. Az MSZ EN 1998-5:2009 tartalmazza – az MSZ EN 1997-1 kiegészítéseként – az alapozásokra, megtámasztószerkezetekre és az általajra vonatkozó vizsgálati rendelkezéseket, valamint a földrendésszállóságra történő tervezés sajátos követelményeit.

A tartószerkezeti szabványokhoz nem-

1. táblázat. Geotechnikai kategóriák a D.11. I. kötet 5. táblázata szerint

Geotechnikai kategória	1.	2.	3.
Építmény	kis méretű, egyszerű	hagyományos, átlagos	nagy, szokatlan
Talajkörnyezet	nem kedvezőtlen	szokványos	kedvezőtlen
Épített és természetes környezet	nincs veszélyeztetve	veszélyeztetése lehetséges, vizsgálandó	védelme külön intézkedéseket kíván
Természeti hatás	jelentéktelen	szokványos	nagy
Kockázat	kicsi	közepes	nagy
Vizsgálatok	egyszerű (azonosító)	rutin labor és terepi	speciális, kiegészítő
Tervezés	rutinmódszerek	szokásos eljárások	speciális módszerek
Speciális mélyépítési technológiák	nem alkalmaznak	alkalmaznak	alkalmaznak újszerűeket is
Felügyelet, megfigyelés	szemrevételezéssel is	szokványos mérések is	speciális mérések is
Vasúti pálya tervezési, illetve üzemi sebessége	$V \leq 100$ km/h	100 km/h $< V \leq 160$ km/h	$V > 160$ km/h
Példák	sík terepen, nyugodt talajrétegződés, 3–5 m-es töltés/bevágás	változatos, esetleg dombvidéki terepen, 5–10 m töltés/bevágás	változatos, esetleg hegyvidéki terepen > 10 m töltés/bevágás mellett

zeti mellékletek (NA) tartoznak, melyek tartalmazzák a hazai viszonyokhoz igazított előírásokat.

A geotechnikai tervezés

A geotechnikai tervezési követelményekhez a projekteket az MSZ EN 1997-1 szabvány 2.1. pontja, a vasútépítési tervezésnél a D.11. Utasítás I. kötet 4.4. pontja geotechnikai kategóriákba sorolja. A helyszíni körülményektől, a környezeti kölcsönhatásoktól, a talajviszonyoktól és a geotechnikai szerkezet bonyolultságától, méretétől függően három kategóriát értelmez.

A besorolástól függően kell megválasztani [1]:

- a feltárások és laboratóriumi vizsgálatok módszereit, jellegét és mennyiségét;
- a tervezési módszereket, a vizsgálandó határállapotokat;
- a geotechnikai szerkezeteket, a kivitelezési technológiát.

A kategóriákat mind a szabvány, mind a D.11. részletesen tárgyalja. A vasútépítési projektek vonatkozásában a kategóriákról jó áttekintést nyújt az 1. táblázat.

A besorolásra a vállalkozó és a geotechnikus mérnök tesz javaslatot, melyet a megrendelő és az üzemeltető közösen fogad el. A geotechnikai kategóriát a tervezési szerződésben ajánlott/kell rögzíteni, mivel jelentős pénzügyi és határidővonzata van, valamint a közreműködők körét is meghatározza.

A kategóriabesorolást a geotechnikai információk növekedésével időről időre, de egy-egy tervezési fázist követően mindenképpen felül kell vizsgálni, és amennyiben szükséges, módosítani kell. Vonalas létesítményeknél a besorolást kisebb jellemző egységekre érdemes bontani.

A címbeli tervezési feladatnál javasolható a következő felosztás:

1. kategóriába sorolhatjuk: az egyenes pályán, 50 kNm-nél kisebb nyomatékkal terhelt, alacsony töltésben vagy sekély bevágásba kerülő alapokat, kevésbé változó-

kony talajviszonyok közötti, víztelenítés nélkül megépíthető alapokat.

A 3. geotechnikai kategóriába ajánlott/kell sorolni, ha az alábbiak valamelyike teljesül: ha a talajviszonyok kedvezőtlenek: különösen tözegek, puha szerves talajok vagy folyósodásra hajlamos talajok jelenléte esetén; ha a munkagödör víztelenítés és megtámasztás nélkül nem emelhető ki; 90 kNm-nél nagyobb nyomatékkal terhelt sákalapokat, magas töltésbe vagy mély bevágásba kerülő alapokat, mélyalapozással készülő alapokat.

A 2. kategóriába kell sorolni az 1. és 3. kategóriákba nem sorolt alapok tervezési projektjeit.

A kategóriákat a D.11. I. kötet 4.4. pont (6) bekezdése részletesen ismerteti, kétség esetén az abban foglaltakat kell figyelembe venni.

A tapasztalatok alapján a vasútépítési projektek meglehetősen mostohán kezelik a felsővezeték-tartó oszlopok alapozásához szükséges talajfeltárásokat. Többnyire megelégednek a vasúti pályához készített feltárásokkal. Ezek sűrűsége, mélysége és főleg a helye – szerencsés esetben – közel eshet a tervezési követelményekhez. A projektek a kiegészítő feltérési és laborvizsgálati igényeket a költségekre és a szoros határidőkre hivatkozással ritkán tolerálják. Emiatt a tervezők kompromisszumos, többnyire gazdaságtalan megoldásra kényszerülnek. Valamelyest jobb helyzetben vannak az önálló villamosítási projektek, mivel az engedélyezési tervek oszlopkiosztása kevésbé változik, így ezek alapján kijelölt feltérások helye, mélysége jobban illeszkedik az igényekhez.

A talajfeltérások mennyiségére, sűrűségére és mélységére az MSZ EN 1997-2:2008 szabvány B melléklete és a D.11. Utasítás tartalmaz tájékoztatást.

Az alapozási tervezés kulcskérdése a talajjellemzők ismerete. A tervezéshez szükséges geotechnikai adatokat a talajvizsgálati jelentésnek kell tartalmaznia olyan módon, hogy abból a karakterisztikus értékek meghatározhatóak legyenek.

Az MSZ EN1997-1 szabvány 2.4.5. pontja, egyéb más lényeges szempont mellett, az alábbiak szerint rendelkezik: „A geotechnikai paraméterek karakterisztikus értékét a vizsgált határállapot bekövetkezésére kiható érték óvatos becslésével kell megválasztani.”

A térszín karakterisztikus értékére mért vagy tervezett szinteket lehet elfogadni. A talajvízszint karakterisztikus értékét általában mérésekből becsült maximális talajvízszintre vehetjük fel, de mindig mérlegelni kell az adott körülményeket.

Az alapok viselkedését meghatározó talajzónák mérete jóval nagyobb, mint a feltérásokból vett talajminták által képviselt térfogat, tehát a laborvizsgálatok adatai csak az ezekre vonatkozó átlagértékeknek tekinthetők. A fentiekből következik, hogy a karakterisztikus értékeket ezen „átlagok óvatos becslésével” szabad felvenni.

A szilárdsági és alakváltozási jellemzőinek karakterisztikus értéke a tervezett szerkezet vizsgált határállapotára vonatkozó viselkedésétől is függ: Ha az alaptest (pl. egy darupálya gerendája) talajtörés esetén képes áthárítani a terheléseket a szomszédos keresztmetszetekre, akkor a karakterisztikus értékeket a gerenda egész hosszára vonatkozó átlagértékek figyelembevételével lehet kiválasztani. Azoknál a szerkezeteknél, melyek nem képesek a szomszédos alapokra hárítani a terhelést (ilyeneknek kell tekinteni a felsővezeték-tartó oszlopok alapjait is), a karakterisztikus értékekhez csak az alap alatti és melletti talajzóna átlagos adatait vehetjük figyelembe.

Az MSZ EN 1997-1 ajánlása szerint, ha statisztikai módszereket alkalmazunk, akkor „...a karakterisztikus értékeket célszerű úgy származtatni, hogy a vizsgált határállapotot meghatározó kedvezőtlen érték számított valószínűsége ne legyen nagyobb 5%-nál.” A statisztikai számításokhoz részletes útmutatót az [1]-ben találunk.

A továbbiakban a legtöbbször alkalmazott, befogott – a felsővezetési szakmai elnevezés szerint – „hasábalapok” vizsgálatát ismertetem.

Sákalapok méretezése

Az MSZ EN 1997-1: 2006, (EC 7) 6. fejezete foglalkozik a sákalapok vizsgálatával.

A 6. fejezet részletesen ismerteti a tervezési és kivitelezési szempontokat, melyek

2. táblázat. Parciális tényezők a hatások (γ_F) vagy az igénybevételek (γ_E) (az MSZ EN 1997-2:2006 A3 táblázata)

A hatás		Jel	Értékcsoport	
			A1	A2
Állandó	kedvezőtlen	γ_G	1,35	1,0
	kedvező		1,0	1,0
Esetleges	kedvezőtlen	γ_Q	1,5	1,3
	kedvező		0	0

közül – tekintettel e cikk terjedelmi korlátaira – most csak a hasábalapok határállapotainak vizsgálatával foglalkozunk. Külön is bemutatjuk a vasúti forgalomból adódó hatásokat és igénybevételeket.

A méretezést a 2. módszerrel végezzük el. Ennél a módszerrel a parciális tényezőket a hatásokhoz vagy az igénybevételekhez rendeljük. Az ellenállások tervezési értékét a nyírószilárdság karakterisztikus értékeiből és a hozzájuk rendelt parciális tényezőkből számítjuk (lásd még az NA 9.1.1.-ben). A parciális tényezők értékeit a 2., 3., 4. táblázat tartalmazza.

Az MSZ EN 1997-1 6.4. pontja szerint sákalapok vizsgálatára a közvetlen tervezési eljárás alkalmazható, ahol az egyes határállapotokra a hatásnak megfelelő számítási modelleket használunk.

A felsővezeték-tartó oszlopok alapjait érő hatások

A felsővezeték-ről és az oszlopról átadódó terheket a MÁV jelenlegi 61-es előírás terhelési eseteire a szaktervező határozza meg, a terheket az MSZ EN 50119 szerint csoportosítják:

Állandó terhek: önsúly, állandó feszítőerők, kigyózás és az ezekből származó nyomtatékok, iránytörés, kihorgonyzás.

Változó terhek (meteorológiai terhek): szél, jég és az ebből származó nyomtatékok.

A csoportosítás rendszerint három terhelési esetet jelent, ezekből kell kiválasztani a kedvezőtlen teherkombinációt.

Az MSZ EN 1997-1 megengedi, hogy a földnyomásokból származó terheket és ellenállásokat függőleges falu szerkezeteknél a Rankine-féle feszültségekből határozzuk meg. A terheléseket az 1. ábrán látjuk.

A vasúti forgalomból származó vízszintes terhelést az LM71 helyettesítő járműterheléséből adódó földnyomás vízszintes összetevőjéből kapjuk, melyet egyenes pályán a 2. ábra szerint kell számítani (D.11. Utasítás I. kötet 5.4. [10–11.] pont):

$$e_{hq} = \frac{q}{h_q}$$

$$Q = E_{aq} + H_{sz}$$

$$E_{aq} = b \cdot q \cdot K_{ah}$$

Q : a vízszintes erők eredője

E_{aq} : $q = 52$ kPa helyettesítő vonatteherből számítható vízszintes földnyomás ($b = 3,0$ m)

K_{ah} : az aktív határállapot vízszintes földnyomási szorzója

3. táblázat. Az ellenállások (γ_R) parciális tényezői sákalapok esetében
(Az MSZ EN 1997-1:2006 szabvány A5. táblázatának nemzeti változata)

Az ellenállás típusa	Jel	Értékcsoport	
		R2	R3
Talajtörési ellenállás	$\gamma_{R;v}$	1,4	1,0
Elcsúszási ellenállás	$\gamma_{R;h}$	1,1	1,0

4. táblázat. Talajparaméterek parciális tényezői (γ_M)
(Az MSZ EN 1997-1:2006 szabvány A2. táblázatának nemzeti változata)

Talajparaméter	Jel	Érték
Hatékony súrlódási szög ^a	$\gamma_{\phi'}$	1,35
Hatékony kohézió	$\gamma_{c'}$	1,35
Drénezetlen nyírószilárdság	γ_{cu}	1,5
Egyirányú nyomószilárdság	γ_{qu}	1,5
Térfogatsúly	γ_t	1,0

^a Ez a tényező a $\tan \phi'$ -re alkalmazandó.

$$K_{ah} = \tan^2(45^\circ + \frac{\phi}{2})$$

H_{sz} : A vasúti járműre ható széllelkést helyettesítő teher

Ives pályaszakaszok külső oldalára kerülő alaptesteknél a D.11. Utasítás I. kötet 18.2.2. pontja szerint a Q erő kiegészül a centrifugális, a hőmérsékleti, az oldallökő és az indítási-fékezési erőkkel.

Az alaptestre ható vízszintes erőket rendszerint a sínkorona szintjén vagy a befogási szinten értelmezzük.

Az indexeknél a k a karakterisztikus, d a tervezési értéket jelenti.

A függőleges erők karakterisztikus értéke: $V_k = G_a + G_o - F_f + V$

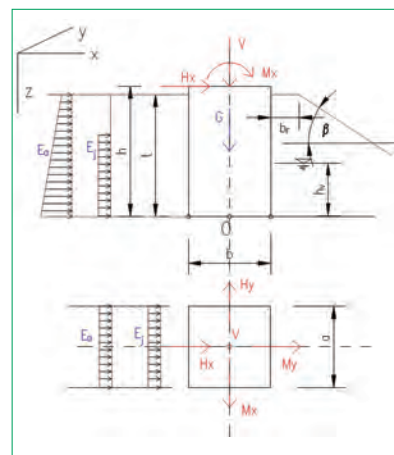
A függőleges terhek tervezési értéke:

$$V_d = \gamma_G (G_a + G_o - F_f) + \gamma_Q V$$

A képletekben:

γ_G : az állandó hatások parciális tényezője az A1-s értékcsoportból ($\gamma_G = 1,35$)

γ_Q : az esetleges hatások parciális tényezője az A1-s értékcsoportból ($\gamma_Q = 1,5$)

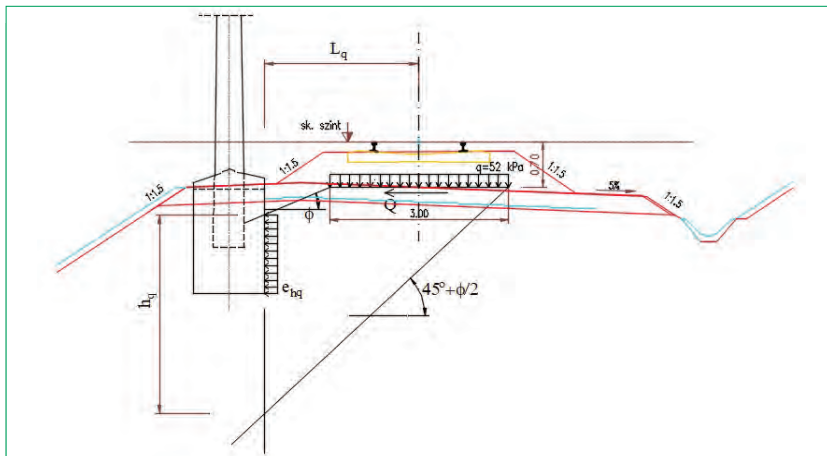


1. ábra. Az alapra ható terhelés

zöje az A1-s értékcsoportból ($\gamma_Q = 1,5$)

G_a : az alaptest súlya

G_o : a terhelőerőkből az állandó teher rész



2. ábra. Vasúti járműteherből származó vízszintes földnyomás

F_c : a felhajtóerő

V : az esetleges függőleges terhek eredője

Hasonlóan számítjuk a vízszintes erők, nyomatékok karakterisztikus és tervezési értékeit a pályára merőleges és párhuzamos irányokba.

A további hatások a részletek mellőzésével:

$$\begin{aligned} H_{xk} &= E_a + H_x + H_{vx} \\ H_{xd} &= \gamma_G(E_a + H_x) + \gamma_Q(E_j + H_{vx}) \\ H_{yk} &= H_y + H_{vy} \\ H_{yd} &= \gamma_G H_y + \gamma_Q H_{vy} \\ M_{xk} &= M_x + M_{vx} + h H_{xk} + z_a E_a + \psi_0 z_j E_j \\ M_{yk} &= M_y + M_{vy} + h H_{yk} \\ M_{xd} &= \gamma_G(M_x + z_a E_a + h H_x) \\ &+ \gamma_Q(M_{vx} + z_j E_j + h H_{vx}) \end{aligned}$$

ψ_0 : a járműteher egyidejűségi szorzója, melyre az EN 1990 szabvány 0,7-et, a VH 0,8-at ír elő.

A külpontosságot a terhek karakterisztikus értékéből határozzuk meg, így – feltételezve, hogy az x irányú terhelés a kedvezőtlen teherkombináció – $e_x = M_{xk}/V_k$ lesz.

A sákalapokat a következő határállapotokra kell vizsgálni:

1. általános állékonyság elvesztése;
 2. alap alatti talajtörés, átfúródás, kipréselődés;
 3. tönkremenetel elcsúszás miatt;
 4. tartószerkezet és az altalaj együttes tönkremenetele;
 5. tartószerkezet tönkremenetele az alap mozgása miatt;
 6. túlzottan nagy süllyedések;
 7. túlzottan nagy megemelkedés duzzadás, fagy vagy más ok miatt;
 8. elfogadhatatlan mértékű rezgések.
- Az 1–5. sorszámú határállapot teher-

bírási határállapotnak, a 6–8. sorszámú pedig használhatósági határállapotnak minősül.

1. Az általános állékonyság vizsgálata (GEO teherbírási határállapot)

Erre a teherbírási határállapot-vizsgálatra az alábbi esetekben van szükség:

Ha az alaptest töltésbe vagy bevágási részübe, vagy azok közelében, földkiemlések, támfalak, bevágások szélére kerül, és az alapsík a rézsű talppontja fölött helyezkedik el, akkor az alapot külső tehernek modellezve rézsűállékonysági vizsgálattal kell igazolni a töltés és az alap együttes állékonyságát.

A vizsgálatot a 3. módszerrel végezzük, amikor a parciális tényezőket a hatásokhoz rendeljük, az ellenállást a nyírószilárdságok tervezési értékéből határozzuk meg. A nyírószilárdság tervezési értékét a karakterisztikus érték és a hozzájuk rendelt parciális tényezők szorzatából számítjuk (lásd még az NA 9.2.-ben).

Az állékonysági vizsgálat homogén talajú részükben és kisebb magasságkülönbség esetén egyszerűbb módszerrel, például a Taylor-grafikonokkal is elvégezhető. Magasabb részüknél a pontosabb lamellás eljárások valamelyike vagy végeselemes módszer alkalmazása javasolt.

2. Az alap alatti és az alap melletti talajtörés (GEO teherbírási határállapotok)

A hasábalapok a talajba való befogás révén a függőleges erők egy nagyobb részét az alapozási síkon, a vízszintes erők és a nyoma-

tékok egy nagyobb részét az oldalfalakon adják át a talajnak. A terhelések jellemzője a viszonylag kicsiny függőleges erő és az oszlopok miatti nagyobb nyomaték. Ez a sajátosság a függőleges irányú talajtörés vizsgálatokor megtevesztő lehet, mivel a jelentős hajlítási merevség miatt a terhelések felhordása után az alapsík a függőleges tengellyel együtt azonos mértékben elfordul, ezáltal növeli a külpontosságot, ami a függőleges teherbírási csökkenéséhez vezet. Ezért a függőleges irányú talajtörést együtt kell vizsgálni az oldallapokon keletkező passzív földellenállás kimerülésével.

Az alap alatti talajtörés

Erre a GEO típusú teherbírási határállapotra a következő egyenlőtlenség teljesülését kell kimutatni:

$$V_d \leq R_d$$

V_d : az alapot terhelő függőleges erő tervezési értéke, melyben szerepelnie kell az összes függőleges erőnek. Értékét az erők karakterisztikus értékéből a parciális tényezőkkel való szorzás útján kapjuk (lásd feljebb).

R_d : a talajtörési ellenállás függőleges erőként értelmezett tervezési értéke, melyet drénezett vagy drénezetlen körülményekre számítunk.

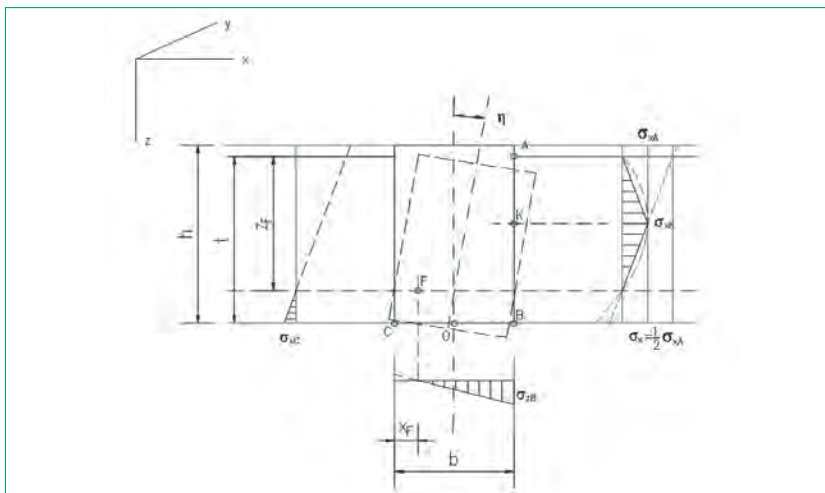
Mind a drénezetlen, mind a drénezett viszonyokra az MSZ EN 1997-1 D melléklete tartalmaz számítási módszert.

A talajtörési ellenálláshoz rendelt parciális tényezőt az R2-s értékszoportból választjuk, értéke: $\gamma(R,v) = 1,4$.

Töltésbe kerülő nagyobb méretű alaptestek esetében fordulhat elő, hogy a törési ellenállás rézsű felé eső csúszólapja a rézsűn kívülre ér. Ilyen esetekben a talajtörési ellenállás az alapsíkról indított kör vagy logaritmikus spirális csúszólapokon számított legkisebb nyírási ellenállással lesz egyenlő. A minimális nyírási ellenállást több csúszólap vizsgálatával kell megkeresni. Frekventált, nagy terhelésű oszlopok alapjainak méretezését célszerű végeselemes módszerrel készíteni.

Az alap melletti talajtörés (nyomatéki teherbírási, GEO határállapot)

Ebben a vizsgálatban ellenőrizzük, hogy az alapra működő külpontos erők hatására bekövetkező billenés nem okoz-e talajtörést az alaptest oldalfelületén. A billenés-kor keletkező talajreakciókat a 3. ábrán láthatjuk.



3. ábra. Feltételezett talajreakciók

A vizsgálat során kis elmozdulásokat tételezünk fel, ekkor fennállnak a következő összefüggések: $\eta \approx \sin \eta \approx \tan \eta$

Feltételezzük továbbá, hogy billenéskor a talajfeszültségek a rugalmas tartományban maradnak, ezért a keletkező feszültségek arányosak az elmozdulásokkal (Winkler–Zimmermann-féle rugalmas ágyazási modell) $p = C \cdot y$

A függőleges ágyazási tényező az alaptest alatti feszültség és a süllyedés hányadosából számítható:

$$C_z = \frac{p_z}{s}$$

A vízszintes ágyazási tényező:

$$C_x = 2 \cdot \sigma_K \cdot (b - x_F) \cdot \frac{C_z}{z_F \cdot \sigma_{zB}} \quad (1)$$

Az összefüggésben σ_K a K pontban keletkező vízszintes feszültség, melyet a passzív földnyomás arányossági feltételéből lehet meghatározni.

A billenés:

$$\eta = \frac{2 \cdot V_k}{a_0 \cdot (b - x_F)^2 \cdot C_z} \quad (2)$$

Az összefüggésben az a_0 az alaptest pályával párhuzamos, külpontossággal csökkentett dolgozó hossza. A billenés ismeretében számítható a talajreakciókból keletkező nyomaték, az M_η . Az $M_\eta = M_{xd}$ feltételből pedig iterációval meghatározható a billenés tervezési értéke, az: η_d . A K pontban keletkező vízszintes feszültség tervezési értékét a

$$\sigma_{Kxd} = \eta_d \cdot \frac{z_F}{2} \cdot C_x$$

szorzatból kapjuk, melyre teljesülni kell a

$$\sigma_{Kxd} \leq \frac{z_F \cdot \gamma}{2 \cdot \gamma_{Rv}} \cdot (K_p - K_a)$$

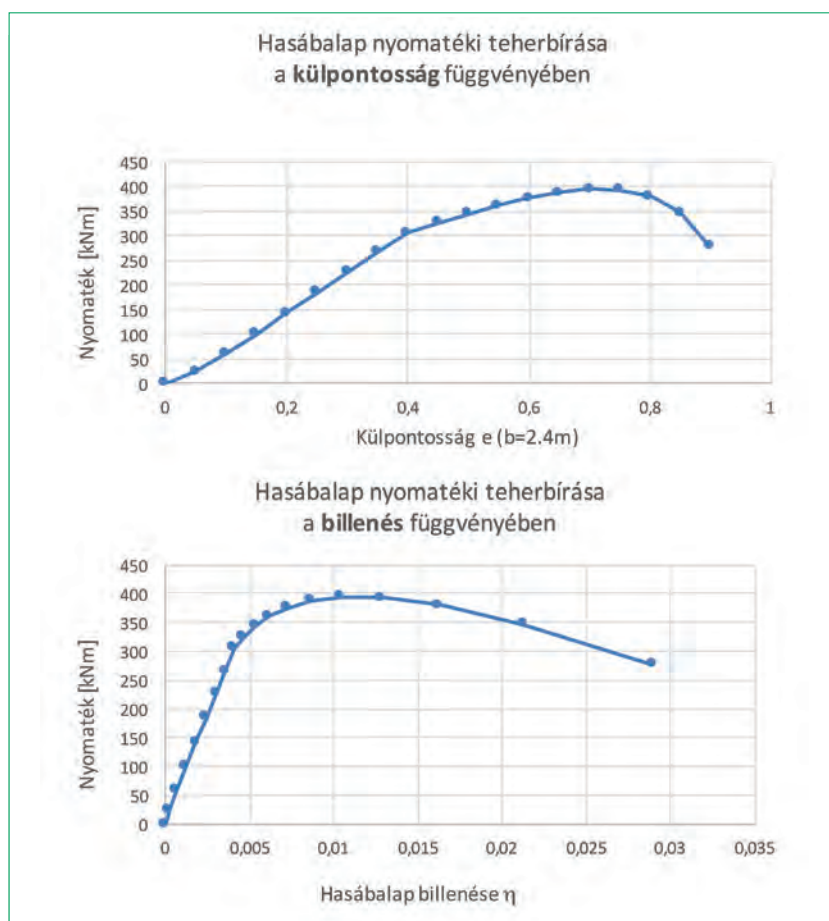
feltételnek.

A feltétel teljesítésével egyidejűleg teljesül az $M_{\eta d} \geq M_{xd}$ nyomatéki egyensúlyi követelmény is. Megemlítem, hogy az oldallapon működő talajreakcióra parabolikus eloszlás is megengedhető, mint azt a 3. ábrán szaggatott vonallal ábrázoltam.

Ha a rézsű felé eső törési feltételt vizsgáljuk, akkor figyelembe kell venni, hogy a rézsű miatt csak csökkentett passzív földnyomás keletkezhet, melyet közelítően az alábbi összefüggésből számíthatunk:

$$E_{rp} = t \cdot \gamma \cdot \tan \varphi_k \cdot (b_r + \frac{t}{2 \cdot \tan \beta}) + c_k \cdot (b_r + \frac{t}{\tan \beta}) \quad (3)$$

Itt ϕ_k és c_k a talaj hatékony súrlódási szö-



4. ábra. Hasábalap nyomatéki teherbírása

gének és hatékony kohéziójának karakterisztikus értékeit jelöli. A 4. ábra felső diagramján egy nagy terhelésű hasábalap nyomatékát ábrázoltam a külpontosság függvényében. A diagramon jól megfigyelhető, hogy a függvény irántangense $e = b/6 = 0,4$ m-nél és $e = b/4 = 0,6$ m-nél szignifikánsan csökken, kb. $e = b/3,2 = 0,75$ m külpontosságnál pedig a nyomatéki teherbírás kimerül.

Az alsó diagram ugyanezen alaptest nyomatéki teherbírását mutatja a billenés függvényében, érdemes megjegyezni, hogy a nyomaték cca. $\eta = 0,004$ értékig egyenesen arányos a billenéssel.

3. Elcsúszás miatti tönkremenetel és a külpontosság ellenőrzése (GEO teherbírasi határállapot)

Amennyiben a terhelőerő az alapozási síkra nem merőleges (ez a felsővezeték-tartó oszlopok alapozásánál mindig így van), akkor ellenőrizni kell az „elcsúszási ellenállást”. Most a következő egyenlőtlenség teljesülését kell kimutatni:

$$H_d \leq R_d + R_{pd}$$

H_d : az alapsíkon működő vízszintes erők eredőjének tervezési értéke, itt kell szerepeltetni az alaptestre működő valamennyi aktív földnyomási értéket is. Az aktív földnyomások az alaptest pálya felőli oldalára működnek.

R_d : az alapsíkon fellépő nyírási ellenállás tervezési értéke, ami drénezetlen viszonyok esetén az alábbi összefüggésből adódik:

$$R_d = \frac{A_0 \cdot c_{uk}}{\gamma_{Rh}}$$

A_0 a nyomott alapfelület, c_{uk} a drénezetlen nyírószilárdság karakterisztikus értéke, γ_{Rh} pedig a nyírási, elcsúszási ellenálláshoz rendelt A5. táblázatban szereplő parciális tényező.

A széllökések miatt előfordulhat, hogy az alap és talaj között hézag keletkezik, melynek következtében víz vagy levegő juthat az alapfelület és a talaj közé, ezért még a következő korlátozást is be kell tartani: $R_d \leq 0,4 \cdot V_d$

R_{pd} : az alaptest mozgási irányában, az oldalfalon fellépő földnyomási ellenállás (passzív földnyomás), ha a mozgás iránya

a rézsű felé mutat, akkor a passzív földellenállást most is a (3) egyenletből számítjuk.

Drénezett viszonyok esetén az

$$R_d = V_k \cdot \frac{tg \delta_k}{\gamma_{RH}}$$

A V_k az alapra működő függőleges erők eredője, de csak olyan esetleges hatások vehetők benne figyelembe, amelyek a H_d -vel együtt bizonyosan működnek.

δ_k a talaj hatékony súrlódási szögéből számítható, helyszíni betonozásnál azzal egyenlő, előregyártott sima felületeknél annak 2/3-ával vehető figyelembe.

A vízszintes erők nemcsak elcsúszást, hanem ha magasan működnek, akkor külpontosságot is okoznak. Az MSZ EN 1997-1 előírja, hogy külön óvintézkedések szükségesek, ha az alapsíkon átadódó erő külpontossága derékszögű négyszög alaprajzú alapok esetén a szélesség 1/3-át meghaladja. Az $e \leq b/4$ egyenlőtlenség teljesülése azt a feltételt is biztosítja, hogy legalább az alapfelület fele nyomott lesz.

4–5. Tartószerkezet és a talaj együttes tönkremenetele, tartószerkezet törés az alapok mozgása miatt (STR teherbírési határállapotok)

A síkalapok tartószerkezeti határállapotának (STR határállapot) ellenőrzésekor merev alaptestek esetében MSZ EN 1997-1 szerint szabad lineáris talpfeszültség-eloszlást feltételezni. A beton és vasbeton alaptesteket erre a feszültségeloszlásra kell ellenőrizni.

Az agresszív környezetbe kerülő beton- és vasbeton alapokat az MSZ 4798-1:2004 szabvány 4.1. pont 2. táblázata szerint kell besorolni a megfelelő kitéti osztályba, és a védekezést e szerint kell megtervezni.

Nagy terheléseknél előfordulhat, hogy a méretezésből kiadódó nagy méretek miatt az alaptest betonozáskor tömegbetonnak minősül. Ilyen esetekben az előkészítésre és a betonozásra elő kell írni a következőket:

- A betonhoz alacsony kötőhőjű cementet kell használni;
- A betonösszetételt a lehető legalacsonyabb v/c tényezővel kell megtervezni;
- A lehető legnagyobb szemcseméret alkalmazása $D_{max} = 32$ mm helyett $D_{max} = 50$ mm;
- Az egy rétegben elterített betonréteg vastagságának korlátozása $v_{max} \leq 80$ cm;

- Az alsó rétegek kötésének késleltetésével biztosítható a legfelső réteggel való összevibrálás;
- Gondos utókezelés;
- Szükség esetén hűtött adalékanyagot kell bekeverni;
- Szükség esetén hűtőcsövek elhelyezése a betonozott tömb belsejében, és abban hűtővíz cirkuláltatása;
- Ha szükséges, betontechnológus bevonása a betonozási munka megtervezésébe és előkészítésébe.

Az MSZ EN 1997-1 előírja, hogy ellenőrizni kell az alapok vízszintes és függőleges mozgáskülönbségeit, hogy ezek ne okozhassanak tartószerkezeti törést (STR határállapot-túllépést) az alátámasztott tartószerkezetben. Ennek a határállapotnak főleg vázszerkezetes épületek, csarnokok esetében van jelentősége.

Az egymást követő felsővezeteki oszlop-alapok túlzott mértékű mozgáskülönbsége (süllyedés- és billenéskülönbség) az alátámasztott felsővezeték káros mozgását vagy tönkremenetelét, esetleg szakadását okozhatja.

Ennél a vizsgálatnál a süllyedést (s_d) és az eltolódást (x_{vd}) a hatások tervezési értékéből kell számolni. E határállapot ellenőrzése a felsővezeteki tervező és a geotechnikai tervező együttműködésben végzett feladata.

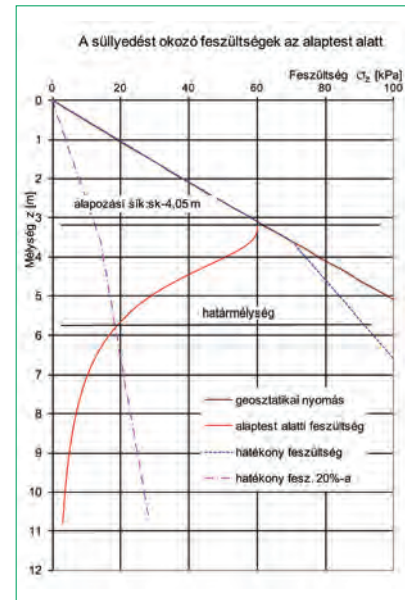
6. Túlzottan nagy süllyedések. Az alakváltozások ellenőrzése (GEO használhatósági határállapotok)

Süllyedések

A süllyedéseket okozó hatásokat a terhelések karakterisztikus értékéből, felhajtóerő nélkül számoljuk.

A hazai gyakorlatban az alapok süllyedését feszültség-alakváltozás módszerrel határozzuk meg. Az alaptest alatt valamely elfogadott – rendszerint rugalmasságtanra alapozott – módszerrel kiszámoljuk a terheléskeltette feszültségeloszlást. Ezt követően az altalaj laboratóriumban vagy más közvetett módon meghatározott alakváltozási jellemzőjéből (összenyomódási modulusa E_s vagy rugalmassági modulusa E) számoljuk a feszültség által keltett összenyomódásokat.

Az 5. ábrán bemutatam az alaptest alatt a keletkező feszültségeket, melyeket Steinbrenner módszerével határoztam meg [4]. A feszültségekből számolt összenyomódásokat a határmélységig kell össze-



5. ábra. Az alaptest alatti feszültségek

gezni. Határmélységnek azt a mélységet tekintjük, ahol az alaptest alatti feszültség eléri a hatékony geosztatikai nyomás 20%-át. Az összenyomódások összege adja az alaptest süllyedését.

$$s = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta h \cdot \sigma_{zi}}{E_{si}}$$

Egyes szerzők szerint, ha a kiemelt gödör alaprajza egyezik az alaptest alakjával, akkor a terhelés csökkenthető lenne a kiemelt föld súlyával. Ez a feltevés csak részben igaz, ugyanis a kompressziós vizsgálatokból megállapítható, hogy a tehermentesítés görbéje nem vízszintes, az újratelheléskor talajtól függően mindig lesz valamennyi süllyedés.

A hazai gyakorlat az alaptest süllyedését egyszerűbb esetekben Jaky határmélység-elméletéből [4] zárt alakban határozza meg a következők szerint:

A határmélység:

$$m_o = \frac{2 \cdot a \cdot b}{a + b}$$

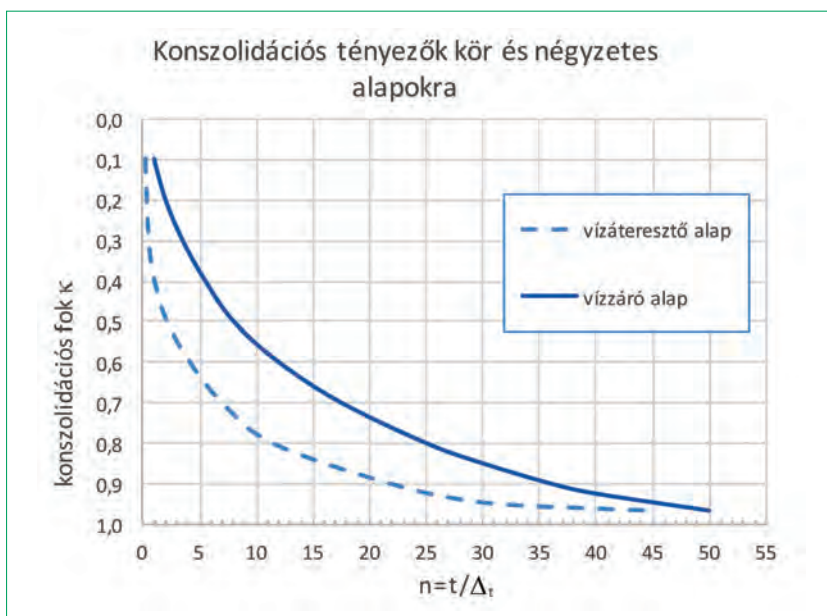
az alap alatti feszültség z mélységben:

$$\sigma = \frac{m_o - z}{m_o} \cdot p$$

a süllyedés:

$$s = \frac{p}{2 \cdot E_s} \cdot m_o$$

Hogy melyik módszert alkalmazzuk, mindig az adott körülmények döntenek el.



6. ábra. Konszolidációs tényezők

Több talajréteg esetén célszerű a feszültséget az előbbi módon számolni, és az összenyomódást rétegenként pontosabban tudjuk meghatározni.

Dőlés (billenés)

Az oszlop dőlését az alaptest billenése határozza meg. A billenést most is (2)-vel jelölt összefüggésből határozzuk meg. $M_{xk} = M_{\eta}$ feltételt szintén iterációval teljesítjük, az így kapott η billenési szög lesz a billenés karakterisztikus értéke η_k . A terhelő nyomatek karakterisztikus értéke a járműterhelés egyidejűségi tényezőjét nagy forgalommal terhelt pályákon $\psi_0 = 0,8$ -ra ajánlott felvenni.

A felsővezeteki szakmai előírások sem az oszlopok süllyedésére, sem a dőlésükre nem határoznak meg betartandó határértéket, ezért a felsővezeteki oszlopok dőlésére – az MSZ EN 1997-1 és a D.11. Utasítás szerint – a merev alapozású építményekre megengedett határérték vonatkozik: $tg\beta_0 = 0,01 b/H$.

A képletben a b az alap kisebbik szélességét, a H pedig az oszlop térszín fölötti magasságát jelenti.

A süllyedésre több megbízó is $s \leq 0,05$ m feltételt írt elő.

A munkavezeték eltolódására a billenésből $x_{mv} = \eta_k \cdot (H_{mv} + \Delta z)$ összefüggés vezethető le, ahol H_{mv} a munkavezeték magassága a sínkorona fölött, Δz a sínkorona és a befogási szint közötti magasságkülönbség.

Megjegyzem, hogy a fenti billenési határértéket több esetben csak szokatlanul nagy alapterekkel lehetett volna tartani. Ekkor a megbízóval egyetértésben $tg\beta_0$ értékét – az észlelhetőségi határnál $tg\beta_0 \leq 0,004$ – állapítottuk meg. A $tg\beta_0 \leq 0,004$ feltétel betartásával az alaptest billenéséből származó vízszintes munkavezeték-eltolódások normál keresztmetszvénykialakításoknál $x_{mv} = 25\text{--}35$ mm közé adódnak.

Az alaptest alatti talaj konszolidációjának számítása

Konszolidáción az alaptest süllyedésének időbeni lefolyását értjük. A süllyedések nagy részét a talaj szemcséi között lévő hézagok összenyomódása, így a hézagokban lévő víz kinyomódása okozza. A terhelés hatására létrejövő vízkinyomódás – a konszolidáció – sebessége függ egyebek között:

- a szemcseméretől,
- a terhelés körülményeitől,
- az alaptest méreteitől,
- az összenyomódó talajréteg vastagságától,
- az összenyomódási modulustól,
- a talaj vízáteresztő képességétől (tömörségétől), valamint
- a víz áramlási lehetőségeitől, körülményeitől (lineáris, síkbeli vagy térbeli konszolidáció).

A durva szemcséjű talajokban (homok, homokos kavics) a szemcsék nagy mérete

miatt a vízkinyomódás gyorsan, szinte a terhelés felhordásával egy időben lezajlik. Iszap, de főleg agyagtalajokban a szemcseméretől, valamint a fentiekől függően a konszolidációs idő több naptól több hónapig is eltarthat.

A konszolidációs időre elfogadható becslést kapunk az 6. ábráról, melyet az [5] alapján szerkesztettem. A grafikonról az alap vízáteresztésétől függően az adott konszolidációs fokhoz leolvassuk az $n = t/\Delta t$ arányt. Ezután az alábbi képlet segítségével képezzük a Δt időkülönbséget, melyből a konszolidációhoz szükséges t idő számítható.

$$\Delta t = \frac{\gamma_v \cdot b^2}{80 k E_s}$$

A képletben

γ_v : a víz térfogatsúlya

b : az alap szélessége

k : a talaj vízáteresztő képessége

E_s : a talaj összenyomódási modulusa

Az alaptest akkor számít vízáteresztőnek, ha az alá legalább 20 cm vastag homokos kavicsréteg kerül.

7. Az alaptest megemelkedése (GEO teherbírási határállapot)

A fagy miatti megemelkedést az alapsík fagyhatár alá történő helyezésével kell elérni.

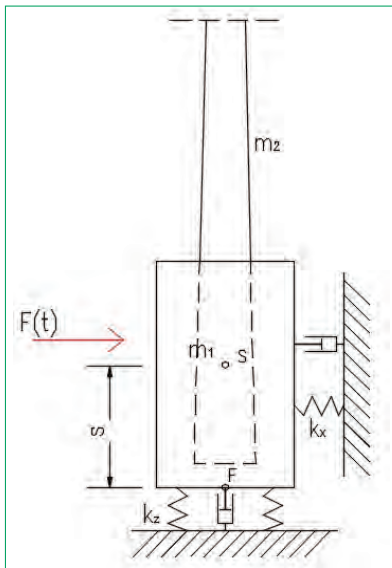
Az alapok megemelkedésének egyik leggyakoribb oka a részben telített, térfogatváltozásra hajlamos talajok vízfelvelele miatti térfogat növekedése, másképpen fogalmazva a térfogatváltozásra veszélyes talajok, főleg az agyagok duzzadása. A kis függőleges terhelésű alapokat a duzzadási nyomás megemelheti.

Ha a víztartalom a szezonális hatások miatt csökken, akkor a zsugorodás miatt előfordulhat, hogy az alaptest és a talaj között jelentős hézag keletkezik, ami az alaptest meg nem engedhető mozgásához vezet.

A védekezés elsősorban az alapsík mélyítése lehet. A tapasztalatok szerint a szezonális víztartalom-változás az alapozási sík 2,5 m mélységre helyezésével elkerülhető.

8. Az alaptest elfogadhatatlan mértékű rezgései (GEO teherbírási határállapot)

Rezgési hatásnak kitett tartószerkezetek



7. ábra. A hasábalap dinamikai modellje

alapjait vagy a rezgő tehernek kitett alapokat úgy kell megtervezni, hogy a rezgések ne okozzanak túlzottan nagy süllyedéseket és egyéb káros alakváltozásokat. A rezgést esetünkben a vasúti járműteherből keletkező – a jármű tengelyrendezésétől és sebességétől függő – pulzáló földnyomás, valamint az esetenként felerősödő hosszlánc lengése, illetve ritkábban a kedvezőtlen ütemben érkező szélhökés és a földrengetés okozhatja.

Az alapok rezgését az alaptestet elérő – a vasúti járművek által keltett – transzverzális és longitudinális hullámok energiája hozza létre. Egy adott keresztmetszetet tekintve minél messzebb van az alap a vágánytól, annál kisebb az alappal közölt energia. Gyenge teherbírású talajok ezt a hatást felerősítik, tözeget, mocsaras talajoknál a megfigyelések szerint több száz méterről is érezhetők a rezgések.

A hosszlánc lengéseiről a [6], [7] a szakirodalom a következőket tartja:

A karbantartási tapasztalatok szerint a hosszlánc lengéseit a viszonylag kis sebességű szél okozza. A vezetékről leszakadó légörvények indíthatják el a folyamatot, de a kiváltó ok még nincs teljesen tisztázva. A lengés amplitúdója kezdetben kicsi, majd egyre növekszik. Ha a lengés frekvenciája eléri a rendszer saját frekvenciáját, akkor a fellépő rezonancia a hosszlánc tönkremeneteléhez, vezetékszakadáshoz is vezethet. A tervezők a megelőzés érdekében három egymást követő oszlop után az oszlopok távolságát megváltoztatják.

A rezgések káros hatása ellen úgy véde-

kezhetünk, hogy a hosszlánc-oszlop-alap rendszer saját frekvenciáját elhangoljuk a gerjesztő frekvenciától. Mivel a hosszlánc és az oszlopok mérete adott, ezért csak az alaptest méretének racionális megválasztása biztosítja az elhangolást.

Nézetem szerint rezgéseknél a hosszláncnak normál esetben inkább stabilizáló, csillapító szerepe van, kivéve a hosszlánc lengés esetét.

Ismereteim szerint ezt a hatást a felsővezeték-tartó oszlopok alapjainál még nem vizsgálták. A kérdést azonban nem szabad megkerülni, mivel gyanítható, hogy a hosszlánc lengéseket kiváltó okok között szerepe lehet az alapok és az oszlopok rezgésének is. A rezgéseknek továbbá szerepük lehet a gyengébb teherbírású talajba épített alaptestek elferdülésében. Még a kisebb amplitúdójú rezgés is ismétlődő teherként jelenik meg az alaptest talajjal érintkező felületein, ahol víz- és talajszemcse mozgást generál. A mozgás révén a felületen megjelenő víz szilárdságromlást, a szemcsemozgás pedig helyi tömörödést és/vagy talajkitérést okoz.

Az itt bemutatott vizsgálat közelítéseket tartalmaz, ennek ellenére segíthet elkerülni a rezgések káros hatásait.

A gerjesztési frekvenciát $f_j = v_j / t_j$ hányadosból számoljuk, t_j a jármű tengelytávolsága, például forgószámlóknál $t_j = 7,4$ m, v_j pedig a pályára engedélyezett sebesség/vagy a leggyakoribb sebesség lehet.

Ha az elcsúszással szemben elég nagy az ellenállás, akkor a rezgés η forgási elfordulás formájában jön létre (lásd a [2]-ben). Mivel esetünkben az ellenállás elegendő nagy, továbbá az oszlopok tömege körülbelül egy nagyságrenddel kisebb az alaptestnél, így – figyelemmel a fentiekre – elfogadható közelítő megoldást kapunk az alábbi egytömegű, egy szabadságfokú, csillapítás nélküli rezgőmozgás differenciálegyenletből:

$$\theta \frac{d^2 \eta}{dt^2} + (C_x I_x + C_z I_z - Qs) \eta = F(t)$$

A jelöléseket a 7. ábra szerinti dinamikai modellen értelmezhetjük. A vasúti jármű gerjesztő hatását egyenletes járműsebesség esetén harmonikus gerjesztésnek tekinthetjük: $F(t) = M_0 \sin \omega t$.

A [3] szakirodalom szerint a mélyépítési szerkezeteknél fellépő súrlódás kb. 10%-os csillapítás t. okoz. Mivel a súrlódás nem viszkozus csillapítás, a rezgésidőt kevésbé befolyásolja, ezért körfrekvencia becslésé-

nél elhanyagolható. A rezgés körfrekvenciája:

$$\omega_\eta = \sqrt{\frac{C_x I_x + C_z I_z - Qs}{\theta}}$$

a sajátfrekvencia:

$$f_\eta = \frac{\omega_\eta}{2\pi}$$

Az összefüggésben:

C_x, C_z : a vízszintes és függőleges dinamikus ágyazási együttható

I_x, I_y : a felületek tehetetlenségi nyomatéka a forgástengelyre

Q : az alap súlya és a súlypont távolsága a forgástengelytől

θ : a tömeg tehetetlenségi nyomatéka a forgástengelyre

A dinamikus ágyazási tényezőt az alábbi képletből kapjuk:

$$C_{din} = \frac{2E_{din}}{m_0}$$

A dinamikus rugalmassági moduluszt kohéziós talajok esetében $E_s = 3\text{--}30$ MPa tartományban

$$\frac{E_{din}}{E_{stat}} \cong 30 \cdot E_s^{-0,55}$$

hatványfüggvénnyel közelíthetjük.

Folytonos tömegeloszlású, befogott rudak sajátfrekvenciája a [3] nyomán:

$$\omega_{12} = B \sqrt{\frac{EI}{\mu l^4}}$$

B : az első rezgésalaknál 3,52, a második rezgésalaknál 22,4, további rezgésalakok a rövidebb gerjesztési idő miatt ritkán alakulnak ki.

μ : a rúd fajlagos tömege,

EI : az oszlop merevsége,

l : az oszlop befogás fölötti hossza

Bár a porgetett technológiával készülő vasbeton oszlopok enyhén kúpos kialakításúak, a fenti képlet a körfrekvenciára elfogadható közelítést ad. A rácsos szerkezetű acéloszlopok sajátfrekvenciáját tartószerkezeti végelelemes szoftverrel ajánlott számítani, vagy a gyártóüzemben mérésekkel lehet meghatározni.

Mint azt korábban már jeleztem, a hosszlánc hatása a rezgés szempontjából normál esetben inkább csillapításnak számít, így a körfrekvenciát kevésbé befolyásolja.

Az alap-oszlop rendszer saját frekvenciáját közelítőleg a Dunkerley-egyenletbe való helyettesítéssel kapjuk, a 7. ábra jelölés-

Kondor János a BME Építőmérnöki Karán diplomázott 1976-ban. Pályafutását a fővárosi metróépítés Hátár úti munkahelyén kezdte, majd Szombathelyen a Nyugat-dunántúli Vízügyi Igazgatóságon vízepítési-árvízvédelmi tervezőként dolgozott. 1985-ben a BME Építőmérnöki Karán geotechnikai szakmérnöki oklevelet szerzett. MÁV-os szakmai munkáját a szombathelyi vasútigazgatóság hídszoportjában kezdte, ezután a MÁV Tervezőintézet Talajmechanikai osztályán dolgozott. 1997-től nyugdíjazásáig a talajmechanikai osztály vezetőjeként a vasúttervezési projektek geotechnikai tervezője és tervezésirányítója volt. A *Mélyépítéstudományi Szemlében* és más folyóiratokban több publikációja is megjelent.

léseihöz igazodva:

$$\omega_o = \sqrt{\frac{\omega_\eta^2 \omega_z^2}{\omega_\eta^2 + \omega_z^2}} \quad f_o = \frac{\omega_o}{2\pi}$$

A fentiek ismeretében az elhangolás már elvégezhető. A közelítések miatt az alap méreteit úgy célszerű megválasztani, hogy az f_o és f_j között legalább 20% különbség legyen.

A próbaszámítások szerint egy B20 8,8/12 jelű porgetett vasbeton oszlop és $a = b = 1,6$ m, $h = 3,15$ m méretű hasábalap esetében 2 m-es befogásnál (viszonylag kis teherbírású talajban):

a sajátfrekvenciára az 1. rezgésalaknál $f_{o1} = 0,74$ s⁻¹, a 2. rezgésalaknál $f_{o2} = 4,51$ s⁻¹.

A járműgerjesztési frekvenciák $V = 60$ – 120 km/h sebesség között $f_j = 1,39$ – $2,78$ s⁻¹.

Összefoglalás, javaslatok

A bevezető részben röviden ismertettem a kérdéskörrel kapcsolatos Eurocode-szabványok címbeli tervezést érintő előírásait, ajánlásait. Majd a hasábalapok határállapotait tárgyaltam, elsősorban a geotechnikai feladatokra fektetve a hangsúlyt. Foglalkoztam az eddig elhanyagolt billenés vizsgálatával és a rezgések problémájával, azzal a meggyőződéssel, hogy az alapok elhangolás nélküli rezgései hozzájárulhatnak a gyengébb teherbírású talajokra épített alapok megengedhetetlen elferdüléséhez.

A bemutatott megoldást gondolatébresztőnek szántam, abból a megfontolásból, hogy a közeljövőben elkerülhetetlen lesz a felsővezeték-tartó oszlopok alapozá-

sához egy korszerű – az EC-vel és a D.11. Utasítással harmonizáló – tervezési segédlet/utasítás elkészítése, amelyben foglalkozni kell majd a földrengésre történő méretezés kérdéseivel is.

Megkerülhetetlen lesz az alapok süllyedéseire, dőlésére betartandó – felsővezetési szempontokat érvényesítő – határértékek megállapítása.

Az 1. geotechnikai kategóriában érdemes lenne megtartani a jelenleg használt méretezési eljárást, ami a régi MSZ 15004 szabvány előírásain alapszik, és az 1. kategóriába javasolt talajoknál megfelelő biztonságot adhat, lásd a [8]-ban.

A jövő feladatai közé tartozik az eddig kevésbé tisztázott geotechnikai megoldások pontosítása, azok kiváltó okainak tisztázása, hogy elkerülhető legyen a gazdaságtalanul túlméretezett, illetve a túlzottan nagy kockázatot tartalmazó alapok tervezése és építése.

Ilyen feladatok elsősorban:

- vasúti járműterhek talajban történő terjedésének végeselemes vizsgálata;
- a felsővezetési oszlopok rezgésének vizsgálata statisztikailag is értékelhető, helyszíni rezgismérésekkel és geotechnikai/tartószerkezeti végeselemes modellezéssel;
- töltések padkájába kerülő alapok teherbírásának és a töltés deformációjának vizsgálata 3D-s geotechnikai végeselemes modellezéssel;
- hasábalapok befogási modelljének pontosítása, billenésének geotechnikai végeselemes vizsgálata, figyelemmel a részükből kialakuló földellenállásra is.

Az új anyagmodelleket (HSS, PS) alkalmazó 3D-s végeselemes vizsgálatok eredményeire alapozva [9] a befogott alapok méretezése megbízhatóbb lesz. «

Szabványok

MSZ EN 1997-1 EC 7-1 Geotechnikai tervezés 1. rész: Általános szabályok.

MSZ EN 1997-2 EC 7-2 Geotechnikai tervezés 2. rész: Geotechnikai vizsgálatok.

MSZ EN 1998-1 EC 8:2008 Tartószerkezetek tervezése földrengésre 1. rész: Általános szabályok, szeizmikus hatások és az épületekre vonatkozó szabályok.

MSZ EN 1998-5 EC 8:2008 Tartószerkezetek tervezése földrengésre 5. rész: Alapozások, megrámasztószerkezetek és geotechnikai szempontok.

MSZ 4798-1:2004 szabvány, Beton 1. rész Műszaki feltételek, teljesítőképesség...

D.11. Utasítás I–II. kötet., Magyar Államvasutak Zrt., 2014.

ÚT 2.-1.222:2007 Útügyi Műszaki Előírás: Utak és autópályák létesítésének általános geotechnikai szabályai.

Irodalomjegyzék

[1] Szepesházi Róbert: *Geotechnikai tervezés. Tervezés az EC7 és a kapcsolódó európai geotechnikai szabványok alapján*. Business Media Magyarország Kft., Budapest, 2008.

[2] Kézdi Árpád: *Talajmechanika II. Tankönyvkiadó, Budapest, 1975.*

[3] Dr. Vértés György: *Építmények dinamikája*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1976.

[4] Dr. Szécsy Károly – dr. Varga László: *Alapozás I. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1971.*

[5] Karafiáth László: *Alkalmazott talajmechanika*. Építésügyi Kiadó, Budapest, 1953.

[6] Rónai Endre: *Vasúti villamos felsővezeték*. MÁV Rt., Szakjegyzet, 1997.

[7] Rónai Endre: *Vasúti villamos felsővezeték*. MÁV Rt., Szakjegyzet kivonat, 2009.

[8] Új rendszerű villamos felsővezeték, Tsz: 50.996. Hasáb alakú beton alapteszek méretezése. Tervező: Berecz Tibor. MÁVTI, 1973. február.

[9] Szepesházi R. és Tsai: *Geotechnikai végeselemes modellezés*. MMK Geotechnikai Tagozat, 2018.

Summary

In the introductory section, I briefly describe the Eurocode standards related to this issue. Then I discuss the boundary states of the funds, focusing primarily on geotechnical tasks. I also deal with the tilting and vibration of the foundations. In the near future, a modern design guide/instruction harmonizing with the EC and the D11 will be inevitable for the foundation of the overhead line support columns. The new instruction will also include scaling the earthquake. It will be inevitable to set the limits to be applied to the sinking and tilting of the foundations, which validate the aspects of the overhead line. Future tasks include refining less clear solutions so as to avoid the planning of funds that are oversized or too risky.



Megszűnt főnökségek

(2. rész)

Az egykori Pápai Osztálymérnökség

Polgár Antal

okl. építőmérnök

ny. mérnök főtanácsos

✉ antal.polgar@freemail.hu

☎ (20) 921-7360

A megszűnt főnökségek bemutatása nem előzmény nélküli. Lapunk 2013/2. számában *Képes Gábor* a Mátészalkai Osztálymérnökség történetét mutatta be, Húsz éve szűnt meg a Pályafenntartási Főnökség Mátészalkán címmel. Szerkesztőségünk úgy gondolta, hogy érdemes a megszűnt főnökségekre visszaemlékezni *Képes Gábor* írásának folytatásaként, ezért kapta a 2. rész jelölést *Polgár Antal* a Pápai Osztálymérnökség egykori vezetőjének írása. A kiegyezés utáni gazdasági fellendülés a vasútépítést országszerte felélénkítette. Különösen nagy lendületet kapott ez a tevékenység a millennium éveiben, a honfoglalás ezeréves évfordulójának idején, és ez a lendület kitartott még a XX. század első éveiben is.

A kiegyezés utáni évtizedekben épültek meg a dunántúli vasútvonalak is a nyugati országrészben, köztük a Győr–Szentgotthárd közötti fővonal (1871) és a Porpác–Hegyeshalom (1891), Pápa–Csorna (1895), Bánhida–Pápa (1902), Győr–Veszprém (1896), Veszprém–Alsóörs (1909) közötti vasútvonalak. A megépült vonalak üzemeltetéséről, fenntartásáról gondoskodni kellett, ezt a célt szolgálták az osztálymérnökségek, amelyek egyike a Pápai Osztálymérnökség lett 1902-ben, a Bánhidai HEV forgalomba helyezésével egyidejűleg. Vonalhálózata kezdetben a

Bánhida–Pápa, Pápa–Csorna és Csorna–Hegyeshalom közötti vonalszakaszokból állt, és az épülő vonalak függvényében többször is változott.

Pápan MÁV-lakótelep is létesült, amelynek központi épülete az osztálymérnökség irodaháza volt (1. ábra), benne az osztálymérnök és helyettese számára egy-egy lakás, továbbá egy gondnoki (altiszti) lakás állt rendelkezésre. A további három lakóépületben 4-4 kétszobás lakás készült el, amelyeket vasúti tisztviselők kaptak meg. Minden lakást térítési díj nélkül használhattak a lakók mindaddig, amíg szolgálati viszonyban álltak.

A trianoni „békeszerződés” alapvetően befolyásolta a vasúthálózatot, ám ez az osztálymérnökség területét alapjában nem érintette. A két világháború közötti időszak a meglévő vasútvonalak fejlesztésére koncentrált, és kialakította azt a vonalszerkezetet, amely gyakorlatilag a második világháború utáni évekig jellemző maradt. Ebben az időszakban a Győr–Szentgotthárd fővonalat Győr és Szombathely között 100 km/h sebességre fejlesztették, a Bánhida–Pápa és Győrszabadhegy–Alsóörs közötti vonalakat bányakavics ágyazatú „i” felépítményről zúzottkő ágyazatra

fektetett „c” rendszerűre építették át, a sebességet pedig – figyelembe véve a geometriai adottságokat – 40 és 60 km/h-ra emelték.

Természetesen változtak az egyes osztálymérnökségek területi határai is, számuk is változott. A második világháborúban megrongált vasútvonalak és főleg vasúti hidak helyreállítása indokoltá tette ideiglenes osztálymérnökségek felállítását, hogy a szükséges munkákat minél közelebbről tudják irányítani. Ezek egyike volt a Csornán alapított osztálymérnökség, amely elsősorban a Pápa–Csorna vonalon lerombolt szanyi Rába-hidak pótlásának munkáit volt hivatva elvégeztetni (2. ábra), természetesen a vonal felügyelete is feladatává vált. Az 1946-ban átadott ideiglenes híd provizóriumok mind a mai napig a pályában vannak, és biztosítják a forgalom zavartalan lebonyolítását.

A Szombathelyi MÁV Igazgatóság területén, az országos helyzethez hasonlóan, ebben a háború utáni időszakban sok változás történt az osztálymérnökségek számában és területi elosztásában, stabilnak tűnő helyzet csak az ötvenes évek elejére jött létre. Ezekben az években megszűnt a csornai és celldömölki osztálymérnökség, és létrejött a tapolcai. Ezzel megalkult az igazgatóság területén az a hat osztálymérnökség, amelyek ellátták a há-



1. ábra. Az egykori Pápai Pályafenntartási főnökség központi épülete 2018-ban (Fotó: Kiss Sándor)



2. ábra. A szanyi Rába-híd provizórium egy szakasza (Fotó: Pulisch József)

lázat fenntartási feladatait. Ezek Pápán, Sopronban, Szombathelyen, Tapolcán, Veszprémben és Zalaegerszegen működtek 1952-ig.

Ekkor került sor az osztálymérnökségek átnevezésére, helyettük létrehozták a pályafenntartási főnökségeket. A korábbi egyetemi végzettségű osztálymérnökök helyére megbízható emberek (munkáskádereket) állítottak, helyettesük pedig a korábbi osztálymérnök lett. Helyet kapott a vezetésben a párt és a szakszervezet is. 1953-ban végeztek a felsőfokú kádérképző tanfolyam első hallgatói, az innen kikerülők lettek a pályafenntartási főnökségek vezetői, de természetesen nem oda kerültek vezetőnek, ahonnan beiskolázták őket.

A vázolt átalakítások megtörténtek Pápán is, ám ezt megelőzően az osztálymérnökség még 1951-ben új épületet kapott, a régi helyén lakásokat alakítottak ki. Ebben az 1935-ben épített és 1948-ban államosított épületben alakították ki a központ irodáit, ekkor még lakás nélkül. 1953-ban lakás kellett a főnökség új vezetőjének, aki Sztálinvárosból érkezett. Lakását a központi épületben alakították ki, csökkentve ezzel az irodák területét.

A Pápai Pályafenntartási Főnökség vonalhálózata ekkor a következő volt (3. ábra):

- Győr–szentgotthárdi vonal; Győr kizárva, Porpác kizárva.
 - Felépítménye: 48 rendszerű, hagyományos, engedélyezett sebesség 100 km/h. Kiemelt csomópont Celldömölk személy- és rendező pályaudvar.
- Pályamesteri szakaszok: Győrszabadhegy, Gyömöre, Pápa, Celldömölk (Vinár kizárva, Celldömölk személypályaudvar bezárva), Celldömölk (rendező pályaudvar bezárva, Ostffyasszonyfa kizárva), Sárvár.
- Tatabánya alsó–pápai vonal; Kisbér kizárva, Pápa kizárva.
 - Felépítménye: „c” rendszerű, hagyományos pálya zúzottkő ágyazaton, 50 km/h sebességgel.
- Pályamesteri szakaszok: Tápaszentmiklós, Pápateszér, Pápa.
- Győrszabadhegy–alsóörsi vonal; Győrszabadhegy kizárva, Eplény bezárva.
 - Felépítménye: „c” rendszerű, hagyományos pálya zúzottkő ágyazaton, engedélyezett sebesség Győrszabadhegy és Veszprémvarány között 60 km/h, Veszprémvarány és Bakonyszentlászló között 50 km/h, Bakonyszentlászló és Eplény között 40 km/h.



3. ábra. A főnökség vonalhálózata (zöld színnel) 1953-ban

– Pályamesteri szakaszok: Veszprémvarány, Bakonyszentlászló, Zirc.

- Zirc–Dudarbánya vonal felépítménye „C” és 48 rendszerű sínekkel álló hagyományos pálya, zúzottkő ágyazaton, engedélyezett sebesség 40 km/h. Pályamesteri szakasz Zirc.

- Pápa–csornai vonal; Pápa kizárva, Csorna kizárva.

– Felépítménye: „i” rendszerű, hagyományos, bányakavics ágyazat, engedélyezett sebesség 40 km/h.

– Pályamesteri szakaszok: Pápa, Szany-Rábaszentandrás.

A főnökség feladata ennek a hálózatnak az üzemeltetése, felügyelete és fenntartása volt a területen lévő műtárgyak – hidak és alagutak –, valamint magasépítmények fenntartásával együtt.

A feladat nagysága indokolta egy magasépítményi-pályamesteri szakasz felállítását – ez Celldömölk székhellyel működött –, továbbá ugyancsak Celldömölkön jött létre egy kertészeti szakasz, amely az állomások területén a virágosítást, parkosítást végezte, de feladata kiterjedt a szomszédos főnökségek területére is.

Később kezdett kialakulni egy elsősorban építési, beruházási feladatokra létrehozott egység is, amely a Celldömölki Építési Főnökséggé fejlődött. Újabb változást hozott 1956, miután a főnökség addigi vezetőjét, *Huszár Mihályt Gázso József* váltotta fel, aki 1975-ig, nyugdíjazásáig látta el a főnöki teendőket. Helyettese továbbra is *Kovács Tihamér* vezetőmérnök volt, megtartva korábbi beosztását.

A hatvanas évek elején megkezdődött a hézag nélküli felépítmény kialakítása a pápai területen is. Ennek keretében átépült a győr–szentgotthárdi fővonal Győrsza-

badhegy és Celldömölk között 100 km/h sebességre alkalmas, 48 rendszerű, vasbeton aljas hézag nélküli pályává, amelyen Vaszar és Celldömölk között mind a mai napig – csökkentett sebességgel ugyan – bonyolódik a forgalom. Kísérletképpen több helyen, az állomási átmenő fővágányokban a pályában fekvő 36 m hosszú sínek összehesztésével alakítottak ki hézag nélküli szakaszokat. Ez történt Tokorcs, Ostffyasszonyfa és Sárvár állomásokon is, azonban a pályában hagyott koros talpfák fokozott romlása miatt ez a megoldás sok problémát okozott, ezért 1971-ben az akkor kinevezett vezetőmérnök a hézag nélküli vágányszakaszokat – a sebességcsökkentés elkerülése érdekében – hagyományossá alakította.

A pályamesteri szakaszok területén is több változtatás történt:

- Önálló főnökségként megalakult a Celldömölki Építési Főnökség.
- Felállították a Gépesített Mozgó Pályamesteri Szakaszokat (GMPSZ), ezzel egyidejűleg a korábbi kb. 15-20 km hosszú pályamesteri szakaszokat összevonták, helyettük kb. 30 km hosszú szakaszok jöttek létre.
- Megépült a keskeny nyomtávú vasútvonal kiváltására a Zirc–Dudarbánya közötti vasútvonal (1947), majd ennek 2 km-rel való meghosszabbítása (1955), ezzel az építése alatt működő önálló pályamesteri szakasz megszűnt, és beolvadt a zirci pályamesteri szakaszba, addigi vezetője *Szántai Aladár* a főnökség központjába került, ő lett a GMPSZ vonalkezelője.

Ebben az időben, 1966-ban kerültem én Pápará a Soproni Pályafenntartási Főnökségről, mivel itt egyértelműen mérnökhány volt, és ezért lakást kínáltak,

amit elfogadtam. Érkezésemkor 15 pályamesteri szakasz működött a területen, a főnökség vezetője Gazsó József, vezetőmérnöke Kovács Tihamér volt.

A pályamesteri (pm.) szakaszok és irányítóik a következők voltak:

– **Erős Rezső szakaszmérnök**

I. sz. pm. szak. Győrszabadhegy, *Sztankovics Pál* pm.

II. sz. pm. szak. Pápa, *Szűr Ferenc* pm.

VI. sz. pm. szak. Veszprémvarsány, *Tóth Lajos* pm.

– **Csuka József vonalkezelő**

III. sz. pm. szak. Celldömölk, *Horváth József* pm.

IV. sz. pm. szak. Celldömölk, *Sebestyén Ernő* pm.

V. sz. pm. szak. Sárvár, *Lukács Béla* pm.

X. sz. pm. szak. Pápa, *Rosta Jenő* pm.

XII. sz. pm. szak. Szany-Rábaszentandrás, *Huszár Gábor* pm.

– **Csima László vonalkezelő**

VII. sz. pm. szak. Bakonyszentlászló, *Tátrai József* pm.

VIII. sz. pm. szak. Zirc, *Kovács Zoltán* pm.

– **Somogyi Elek vonalkezelő**

IX. sz. pm. szak. Pápa, *Dárdai Miklós* pm.

X. sz. pm. szak. Tápaszentmiklós, *Garamhegyi Ferenc* pm.

XIII. sz. pm. szak. Celldömölk magasépítési szakasz, *Nagy Miklós* pm.

– **Szántai Aladár vonalkezelő**

XIV. sz. pm. szak. Celldömölk kertészet, *Prieger József* pm.

– **Szabó Lajos vonalkezelő**

XV. sz. pm. szak. GMP SZ Pápa, *Léránt László* pm.

Területünkön a beruházási munkákat – kavicszsákos pályarészek átépítését, kiterőcseréket, hídmunkákat – a GMP SZ végezte, létszáma 120 fő volt. A főnökség létszámába tartozott mintegy 200 fő pályőr, akik jegykiadóori, térközőri, sorompókezelői feladatokat láttak el.

Emlékezetes volt számomra az első pályamesteri értekezlet, amelyen 1966 októberében még mérnök-gyakornokként vettem részt. Ezen az értekezleten hangzott el Kovács Tihamér vezetőmérnök szájából a kétségbeesett mondat: „Minden pályamester és központi dolgozó figyelmét felhívom, hogy létszámunk 700 fő alá csökkent. Ez feladataink megvalósíthatóságát már komolyan veszélyezteti.” Kifakadása teljesen érthető, ha figyelembe vesszük, hogy a munkákat szinte kizárólag kézi erővel végeztük, a gépesítést jószerevével 2 db TVG jelentette, és csak ekkor kezd-

tek megjelenni az első csavarozógépek. Visszatekintve, a lassú fejlődés mellett mégis nyugodtnak és szép feladatokat adó időszaknak tartom ezt a periódust, amely sajnos nem tartott sokáig.

A feladatok közül kiemelem a kavicszsákos pályarészek feltárását, kijavításukra tervek készítését és a munkák kivitelezését. Átszállásos vágányzár szinte nem létezett, így több száz méteres, ideiglenes vágányokat építettünk a meglévő pálya mellett, hogy a vízsákokat megszüntethessük. A munka végén visszakötöttük a pályát az ideiglenesről a kijavítottra, erre a feladatra alig-alig kaptunk háromórás vágányzárát.

A viszonylagos nyugalom csak 1968 nyaráig tartott. Ekkor megkezdődött a MÁV „korszerűsítése”, kezdett éledezni, majd kezdetét vette a *Csanády György*-féle közlekedéspolitikai koncepció.

Ennek keretében elsőként a Pápa–Csorna vonalon egyszerűsítették a forgalmi szolgálatot, utána sor került a többi vonalra is, közülük sok a felszámolás sorsára jutott. Elbontották például a Veszprém–Alsóörs, Sárvár–Répcelak, Sárvár–Zalabér–Batyk, Celldömölk–Fertőszentmiklós, Szombathely–Rum, Szombathely–Bucsu közötti vasútvonalakat a térségben.

A felsorolásból látszik, hogy a pápai vonalhálózat nem sínylette meg túlságosan ezeket az intézkedéseket, annyi történt, hogy át kellett adnunk a Sárvár–Porpác vonalszakaszt a szombathelyi, a Zirc–Eplény és Zirc–Dudar vonalszakaszokat pedig a veszprémi főnökségnek. A mérővonat által mért nyílt vonalak és átmenő fővágányok hossza 231 km-re csökkent.

A következő jelentős változás 1971-ben következett be, ekkor Kovács Tihamér vezetőmérnök családi okokból Veszprémbe került, helyére engem neveztek ki. Ekkor a főnökségen rajtam kívül csak egy erdőmérnök végzettségű idős szakaszmérnök

volt, emiatt ismét égetővé vált a mérnök-kérdés.

Ez az időszak egybeesett a nagygépes pályafenntartás beindulásával, az ASA típusú gépek, később rosták megjelenésével. A gépek számára szükséges pályafelmérésekhez, előkészítéshez technikusokra volt szükség. Felkészítésükre nem volt sok időnk, mert már 1971-ben megjelent területünkön az első ASA Celldömölk és Sárvár között. A szabályozást forgalmi okokból éjszaka végeztük, és a 36 m hosszú, torlódott sínekkel álló hagyományos pálya nappal a nyári nagy melegben kimozdult, kinyomódott. Ezért itt az éjszakai gépi szabályozást rövid idő múlva éjszakai kilejeleztetések, kivágások követték. Igen nagy leterhelést jelentett ez a pályamesterek és a pályán dolgozók mellett a központ műszaki dolgozóinak számára is, de szerencsére baleset nélkül sikerült rendbe tenni a 21 km hosszú vágányszakaszt.

Lassan-lassan a nagygépes pályafenntartás általánossá vált, a rostálások is beindultak, de a pályakorszerűsítésekből térségünk rendre kimaradt. Kísértett a múlt, az ötvenes években meghatározott koncepció, ami talán még a mai napig is érvényes. Lényege, hogy a Budapest–Miskolc–Záhony vonal rendbetétele után az óramutató járásával egyező irányban kell a vonalakat felújítani, korszerűsíteni. Ez néhány vonalon azóta már többször is megtörtént, a mi vonalaink azonban rendre kimaradtak.

1975-ben változás történt a vezetésben, Gazsó József pályafenntartási főnök nyugdíjba vonult. A vezetői megbízást én kaptam, de nem volt vezetőmérnökünk (4. ábra). Ezért gyorsan leigazoltuk *Tőke Lászlót* az Építési Főnökségtől, így a következő változásokat már ketten dolgoztuk ki, hajtottuk végre, mert hamar elérkezett 1977, a következő fordulat éve.

Ekkor az ún. tiszta profil érdekében létrehozták az Épület- és Hídfenntartó

4. ábra.
A központ munkatársai 1975-ben, a főnökség udvarában (Fotó: A szerző archívumból)



Főnökségeket (ÉHF), igazgatóságokként egyet. Nálunk Szombathelyen alakult meg az ÉHF, ezért az addig ott működő PFT Főnökség vonalhálózatát szét kellett osztani a maradék öt pályafenntartási főnökség között. Hozzánk ekkor került a Győr–Szentgotthárd vonalból a Sárvár (kizárva)–Szombathely (kizárva) és a Porpác–Hegyeshalom vonalból a Porpác (kizárva)–Csorna (kizárva) vonalszakasz, viszont át kellett adnunk a Győr–Veszprém vonalból a Veszprémvarsány (kizárva)–Zirc szakaszt a veszprémi főnökségnek. Ez utóbbit igen sajnáltuk, mivel ez az ország egyik legszebb vasútvonala, tipikus hegyi pálya, alagutakkal, viaduktokkal, kis sugarú ívekkel, meredek emelkedőkkel. Fenntartása szép mérnöki feladat volt. Időközben a pályaoőrök a forgalomhoz kerültek át, ezért feladatunk és létszámunk is csökkent.

Ugyanebben az évben megtörtént a most már csak a pályával foglalkozó pályamesteri szakaszok összevonása, a főpályamesteri szakaszok kialakítása. A főnökség területén a következő főpályamesteri szakaszokat állítottuk fel:

- I. sz. főpályamesteri szakasz, Pápa, GMPSZ
Vonalkezelő: *Somogyi Elek*
Főpályamester: *Fejes Károly*, pályamester: *Horváth József*
- II. sz. főpályamesteri szakasz, Pápa
Vonalkezelő: *Folta László*
Főpályamester: *Léránt László*, pályamester: *Józsa Zoltán, Károlyi János, Inhaizer Zoltán, Huszár Gábor, Szűr Ferenc*
- III. sz. főpályamesteri szakasz, Celldömölk
Vonalkezelő: *Győri Elemér*
Főpályamester: *Sebestyén Ernő*, pályamester: *Hajba Tibor, Pázsai András, Nagy József*
- IV. sz. főpályamesteri szakasz, Veszprémvarsány
Vonalkezelő: *Jäger Tibor* szakmérnök
Főpályamester: *Radányi Károly*, pályamester: *Galambos István, Szűr József, Sztankovics Pál*
- V. sz. főpályamesteri szakasz, Répcelak
Vonalkezelő: *Szabó Lajos*
Főpályamester: *Nagy Ferenc*, pályamester: *Garab László, Csüri László*

Ezzel a műszaki személyzettel dolgoztunk 1978-ig, ekkor Töke László vezetőmérnök Szombathelyre ment. Helyére *Kónya László* került, aki 1985-ig töltötte be munkakörét. Ekkor követte elődjét Szombathelyre, mindketten az igazgató-

ság Építési és Pályafenntartási Osztályára kerültek, vezetőmérnökké pedig *Kiss Sándor* neveztük ki.

Természetesen az eltelt másfél évtized alatt sokat erősödött a felsőfokú végzettségű gárdánk. 1974-ben megérkezett a győri főiskoláról *Győri Elemér*, 1976-ban Kiss Sándor, majd később a Budapesti Műszaki Egyetemen végzett *Molnár István* és *Császár Terézia*.

Saját dolgozóink közül biztatásunkra és támogatásunk mellett többen is levelező képzés keretében szereztek főiskolai diplomát. *László István, Radányi Károly, Süle Béla* Győrben, *Somogyi Valéria, Szabó Zsuzsanna* és *Jánosfalvi Ferencné* a Budapesti Gazdasági Főiskola Számviteli karán diplomázott sikeresen. A korábbi ínséges évek után főnökségünk felsőfokú végzettségű szakembereiből már igen jól állt, a létszámcserék során főpályamesteri, sőt pályamesteri munkakörbe is ilyen képzett szakembereket tudtunk állítani.

A látványos fejlődés a munkánkon is megmutatkozott. Megkezdjük az elhanyagolt, nehezen fenntartható pályáink átépítését, elsőként a Pápa–Csorna vonal „i” rendszerű felépítményét cseréltük a fővonal átépítéséből kikerült 24 m hosszú, 48 rendszerű, vasbeton aljas mezőkkel, így jó minőségű, 60 km/h sebességre alkalmas pályát építettünk. A 60 km/h sebesség tarthatóságának érdekében átépítettük a Győrszabadhegy és Pannonhalma közötti vágányt is 54 rendszerű, 21 m hosszú sínekkal, zúzottkő ágyazatban fekvő vasbeton aljakkal. Ezt a munkát az Építési Főnökség folytatta Porva–csesznek állomásig. Pápa állomás átmenő fővágányán 40 km/h, a többi vágányon 10 km/h sebességkorlátozás volt a rendkívül rossz műszaki állapotok miatt. Ezeket a vágányok átépítésével megszüntettük. Az átmenő fővágányt 100 km/h sebességre, a többi 40 km/h sebességre tettük alkalmassá.

Időközben előbb átépült a Celldömölk–Szombathely közötti vonalszakasz is 54 rendszerű, 120 km/h sebességre alkalmas hézag nélküli pályára, és Porpác–Szombathely között megépült a második vágány is. Érdekes feladat volt az egyvágányú Sárvár–Porpác szakaszról átvezetni kiterőívben a 100 km/h sebességű gyorsvonatokat a kétvágányú szakasz helyes vágányára Porpác állomás kezdőponti oldalán sebességcsökkentés nélkül. Ezt megoldandó először 1800 m sugarú kiterőívekkel próbálkoztunk. Sajnos a metszőköríves kialakítású csúcssínek miatt a keletkező



5. ábra. A sárvári nagy Rába-híd
(Fotó: Molnár István)

oldalerők felvételére a szerkezet nem volt alkalmas. Próbálkoztunk az aljzatra ellenállás-növelő sapkákat felhelyezni, az ágyazatot felpóposítani az ívek külső oldalán, de hiába. A sebességet előbb 80, majd 70 km/h-ra kellett módosítani. Végleges megoldást csak a 2200 m sugarú kiterőírek beépítése hozott.

Így érkezünk el 1993-ig, amely ismét nagy változást hozott. Megszűnt a többi között a Szombathelyi MÁV Igazgatóság is, területét a Pécsi Igazgatósághoz csatolták. Ugyanakkor megszűnt a Celldömölki Építési Főnökség, belőle MÁVÉPCCELL néven Kft. alakult. A Kft.-hez nem kerülő dolgozóit és a géppályáját mi vettük át, hozzánk került az ugyancsak megszüntetett Soproni PFT Főnökségtől a GYSEV magyarországi hálózata, összesen 112 vkm, és a Csorna–Hegyeshalom közötti vágányszakasz, a Veszprémi PFT Főnökségtől pedig a Veszprémvarsány–Veszprém közötti szakasz mintegy 42 km-e. Ezzel a bakonyi vonal teljes egészében az állagunkat képezte.

Az átalakítással vonalhálózatunk meghaladta a 700 vkm-t a mellékvágányokkal és iparvágányokkal együtt, létszámunk 650 főre emelkedett. 1993. május 1-jén a GYSEV magyar hálózata a győri Pályagazdálkodási Főnökséghez (PGF) került, ezzel kialakult a főnökség 600 km-es vonalhálózata, amelyből a mérővonat 402 vkm-en végezte a felépítményi méréseket.

A Pécsi Igazgatóság – nagyon helyesen – felügyeletünk alá helyezte a sárvári hidász szakaszt (5. ábra), amelyet addig Zalaegerszeg irányított, így az Igazgatóság területén végzendő hidász tevékenység is hozzánk került, miután székhelye a mi területünkön volt.

A változásokat átvezettük természetesen a főpályamesteri szakaszokon is, de továbbra is öt főpályamesteri szakasszal dolgoztunk. Ezek székhelye Pápa I. és II. szakasz, Celldömölk, Veszprémvarsány, Csorna és Sárvár lettek. Minden szakaszt

Polgár Antal 1966-ban az ÉKME Mérnöki Karán szerzett mérnöki diplomát Budapesten. MÁV-ösztöndíjasként a Soproni Pályafenntartási Főnökségre irányították, ahonnan alig két hónap után Pápára helyezték. Pápán 2004-ig dolgozott, 1971-ig szakaszmérnökként, 1975-ig vezetőmérnökként, végül nyugdíjba vonulásáig a főnökség vezetőjeként. Közben 1973-ban a BME-n gazdasági mérnöki, majd 1980-ban ugyanott vasútépítési és pályafenntartási szakmérnöki diplomát szerzett. Több éven keresztül végzős mérnökhallgatók szakdolgozatainak konzulenseként, illetve bírálójaként tevékenykedett.



6. ábra. Galériás sziklavédőmű
(Fotó: Molnár István)



7. ábra. Répás-völgyi viadukt
(Fotó: Molnár István)

szakaszmérnök irányított, név szerint: *Molnár István, Foltai László, Győri Elemér, Huszár Anna, Jáger Tibor és Csiszár Terézia.*

A főpályamasteri szakaszok közül a II. és IV. számú szakaszokat főiskolai végzettségű kollégák vezették, de volt a beosztott pályamesterek között is felsőfokú végzettségű dolgozónk, aki bejárasi nehézségek miatt nem tudott más munkakört vállalni.

Komoly gondot okozott a visszakapott bakonyi vonal, amelynek műszaki állapota az át nem épített Porva-Csesznek-Eplény közötti szakaszon igen leromlott (6., 7. ábra). Felmerült a vonal bezárásának szükségessége is. Ezt nem vállalhatuk, ezért haladéktalanul megkezdjük a vonalon az elengedhetetlen munkákat. Sürgősen elvégeztük az átépített szakaszok kis sugarú íveiben az igen kopott külső sínek cseréjét, majd megkezdjük a „c” rendszerű, teljesen avult szakaszon az átépítést saját kivitelezésben. Nem volt egyszerű ezekben a kis sugarú, 200-250 m-es ívekben Platov daruval vágányt bontani és fektetni. A biztosított 24 m hosszú, 48 rendszerű vágánymezőkkel, a MÁVGÉP Kft. és a MÁVÉPCELL sokrétű tevékenységével sikerült rövid idő alatt elvégezni a munkát, amiért partnereinknek ezúton, utólag is köszönetet mondok.

Csak az érdekesség kedvéért említem, hogy bontottunk mi 24 m hosszú, vasbeton aljas „i” rendszerű sínmezőket is a Pápa-Csorna vonalon Platovval, ez a tevékenység is igen nagy figyelmet és körültekintést igényelt, de megoldható volt. Büszkéek lehetünk arra, hogy mind a Pápa-Csorna, mind a bakonyi vonal esetében munkánkkal és segítő partnereinkkel összefogva vonalbezárásokat sikerült elkerülnünk.

Mindkét vonalon a mai napig is üzemszerű vonatforgalom van, nem úgy, mint



8. ábra. A főnökség vonalhálózata (kék színnel) a megszűnés évében

a kisbér–pápai vonalon, ahol a közlekedés már évek óta ideiglenesen szünetel. Ez utóbbi vonalon Franciavágás és Pápa között esetenként teherforgalom van, továbbá itt van lehetőség a pápai repülőtér vasúti kiszolgálására is, ezért a reptéri iparvágány kiágazásáig átépítettük a pályát 48 rendszerű hagyományos szerkezetre, biztosítva a 21 t tengelyterhelést.

A kissé hosszúra nyúlt történetből már csak egy mozzanat van hátra. Ez 2003. július 1-jén következett be, amikor a főnökséget osztálymérnökségre keresztelték. Az osztálymérnöki megbízatást én kaptam meg, de nem élhettem vele sokáig, mert 2003. december 31-én az osztálymérnökséget bezárták, vonalhálózata részben Veszprémhez, részben Zalaegerszeghez került (8. ábra). Pápán nemcsak az osztálymérnökség, de mára már a pályamasteri szakaszok is megszűntek. Emléküket csupán az egykori PFT főnökség központi épülete őrzi.

Pápán az osztálymérnökségtől osztálymérnökségig történet több mint 100 évig tartott. Ez az évszázad számos okszerű és számos nem kellő körültekintéssel végrehajtott átszervezést hozott. Valamennyit szinte lehetetlen lenne alaposan ismertet-

ni, de igyekeztem a legfontosabbakat sorra venni. A Pápai Osztálymérnökség mindenkor kollektívája igyekezett feladatait mindig a legjobb tudása szerint ellátni, és megfelelt feladatainak. ◀

Summary

Presentation of the terminated offices is not without precedent. In the volume of 2013 /2. of our journal *Gábor Képes* presented the history of Railway Division of Mátészalka with the title of „Track Maintenance Office in Mátészalka was terminated twenty years ago”. Our editorial office thought that it's worth to remember about the terminated offices as a continuation of *Gábor Képes*'s paper, therefore the present paper of *Antal Polgár* who was the erstwhile head of Railway Division of Pápa received the Part 2 marking. After the Compromise of 1867 the economic prosperity vivified the railway construction all over the country. This activity received a special impulse in the years of Millenium, at the time of millenial anniversary of Hungarian Conquest but this élan sustained even in the first years of the XXth century.

Vasúti Építészeti és Magasépítmenyi Napok 2018

Beszámoló a XXIV. vasúti építészeti konferenciáról

A XXIV. Vasúti Építészeti és Magasépítmenyi Napok konferenciának 2018. szeptember 26–28. között Zamárdiban a Hotel Wellamarin adott helyet. Az 1955-ben indult konferenciasorozat a MÁV magasépítmenyi szervezetének többszöri átszervezése miatt pár év kihagyással, 2016-ban kapott új lendületet. A legutóbbi konferencia szervezői a MÁV Zrt. Ingatlanfejlesztési irodája, Ingatlanüzemeltetési és magasépítmenyi igazgatósága, Pályavasúti területi igazgatósága Pécs, valamint a Vasúti Építészeti Alapítvány voltak.

A konferencia első napján Kovácsik József műszaki igazgatóhelyettes (MÁV Zrt. Pályavasúti területi igazgatósága Pécs) megnyitóbeszédét követően a vasúti ingatlanok fejlesztésével, gazdálkodásával kapcsolatos kérdésekről tartott egy-egy előadást Madácsi Gábor (1. kép) ingatlanfejlesztési irodavezető és Braun Zoltán ingatlanhasznosítási vezető, majd Éberling György működéstámogatás-vezető a MÁV-Start Zrt. ingatlanokkal összefüggő igényeit ismertette.

Ezután az ingatlanfejlesztési és üzemeltetési terület fejlődő szabályozási hátteréről hangzott el négy előadás. Madácsi Gábor ingatlanfejlesztési irodavezető az ingatlanracionalizálási projektről, Vikár László magasépítési osztályvezető az ingatlanüzemeltetési programról, Beke Dorottya projekt-előkészítési szakértő (Ingatlanfejlesztési iroda) pedig az akadálymentesítési stratégiáról és a műemlékvédelmi szabályzat tervezett módosításáról tájékoztatta a jelenlévőket. Végül Kerényi Attila (2. kép) projekt-előkészítési szakértő (Ingatlanfejlesztési iroda) a vasúti építészet területén alkalmazott mobil és ideiglenes építményekről tartott előadást.

Másnap délelőtti több megvalósult jelentős vasútállomási fejlesztés ismertettek a tervezők. Ezek között volt, ahol a műemlékek megóvása, helyreállítása kapott hangsúlyt. Elsőként Keszthely felvételi épület komplex felújításáról számolt be Flachner Szilvia tervezőmérnök (Műszaki tervezési főosztály), ahol a hatvanas években épült állomásépület modern, a mai igényeknek megfelelő átépítésére került sor. Ezt követően Korényi Balázs építész (LAB5 Építésziroda Kft.) a vasútállomásokon létesített kormányablakok sorában a Budapest-Keleti pályaudvaron kialakított kormányablakról tartott előadást. Végül Karcag felvételi épület komplex felújítását mutatta be Strak-



1. kép. Madácsi Gábor
(Fotó: Kummer István)

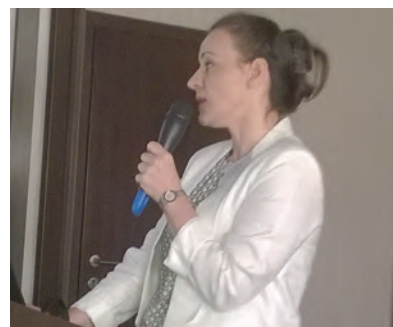
Takács Orsolya (3. kép) tervezőmérnök (Műszaki tervezési főosztály).

Bauman Mihály épületgépész (Bausoft Kft.) előadásában bemutatta számítógépes programját (Win-Watt Optimum modul), mely épületek hőszigetelésének tervezését, az optimális megoldás kiválasztását segíti. Ezután Markó András (4. kép) kiemelt tervezőmérnök (Műszaki tervezési főosztály) ismertette Kaposvár felvételi épület komplex felújítását. (Az előadás anyaga lapunk e számában, a 2–9. oldalon olvasható.) A felújításnál igen nagy hangsúlyt kapott a műemléki értékek visszaállítása és megőrzése, az építészeti időszakhoz képest a mai üzemi funkcióknak, a társadalmi változásoknak megfelelően. A délelőtti előadás után délután a felújított Kaposvár felvételi épületet tekintették meg a konferencia résztvevői Markó András és Ábrahám Péter kiemelt tervezőmérnökök (Műszaki tervezési főosztály) vezetésével, így meggyőződhetek az értékmegőrzés sikerességéről.

A harmadik nap előadásai túlmutattak a szűk értelemben vett vasúti építészetben. Az első előadásban Erő Zoltán, a Palatium Stúdió Kft. ügyvezetője és vezető tervezője a Millenniumi Földalatti Vasút meglévő és tervezett állomásainak építészeti kérdéseit tárta fel a hallgatóság előtt. Ezután Ther Tamás építész és tartószerkezet-tervező, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tan-
székének tanársegédje igen szemléletes előadásban ismertette az általában Eiffel-csarnokként emlegetett – de valójában Feketeházy János által tervezett – egykori vasúti járműjavító épület operaházi próbateremmé való átépítésének körülményeit. A következő előadást Csapó Balázs,



2. kép. Kerényi Attila
(Fotó: Káplár Tünde)



3. kép. Strak-Takács Orsolya
(Fotó: Kummer István)



4. kép. Markó András
(Fotó: Kummer István)

a Palatium Stúdió Kft. építésze tartotta az M4 metró állomásairól; bemutatta az építészeti programot, a tervek fejlődését, a folyamat kihívásait. A konferencia záró előadását Dávid Gábor grafikus tartotta „A BKK utastájékoztatási reformja 2013–2014: elvek, megoldások, implementáció” címmel.

A sikeres konferencia zárásaként a stafétabotot jelképező kőműveskanalat a következő konferencia szervezője, a miskolci Pályavasúti Területi Igazgatóság vette át.

Átadták az idei Zelovich Kornél-díjat

A díjat a VAMAV Vasúti Berendezések Kft. 2017-ben alapította a győgyösi kiterőgyártás megkezdésének 65., illetve az új cégformában – immár VAMAV Kft. néven 1992 januárjában – megkezdett gyártás 25. évfordulóján.

A díj névadója *Zelovich Kornél* (1869–1935), aki mérnöki oklevelét Budapesten, a Műegyetemen szerezte 1891-ben. 1894-től különböző beosztásokban a MÁV-nál dolgozott, 1910-től igazgatóhelyettesként. 1914-től a Műegyetemen a közlekedésügy és vasútépítéstan tanára, 1921 és 1923 között a Műegyetem rektora volt. Akadémiai székfoglalója témájául a vasutak üzemi költségeinek elemzését választotta, amely 1923-ban nyomtatásban is megjelent.

A VAMAV Kft. számára egy közel száz éve írt alapmű (Vágánykapcsolások és vasúti állomások, 1919) jelenti a vele való kapcsolatot. A mű egy olyan korszak szakmai tudásáról és nivójáról tanúskodik, amikor a magyar vasút világszínvonalúvá vált.

A 2017-es jubileumi évben hárman vehették át az elismerést: *Dávid Ilona*, a MÁV Zrt. akkori elnök-vezérigazgatója,



Dr. Homolya Róbert, Virág István, Piszkor Attila és dr. Joó Ervin a díjátadás után (Fotó: FAMAV)

Dieter Fritz, a VAE GmbH elnöke és *Kellemen Árpád*, a vállalat nyugalmazott ügyvezető igazgatója.

2018-ban a Zelovich Kornél-díj kitüntetettjei: *Sándor Ferenc*, a VAMAV Kft. nyugalmazott ügyvezető igazgatója, valamint *Béli János*, a MÁV KfV Kft. ügyvezető igazgatója.

Idén a Tápiógyörgyei projekt (melyről a *Sínek Világa* 2018/1. számának 10. oldalán számoltunk be – a szerk.) elő-

készítésében és megvalósításában nyújtott munkájáért a Zelovich Kornél-díjat a MÁV pályalétesítményi igazgatójának, *Virág Istvánnak* és a VAMAV Kft. nyugalmazott, korábbi osztályvezetőjének, *Piszkor Attilának* adta át *dr. Homolya Róbert*, a MÁV Zrt. elnök-vezérigazgatója és a díjat alapító VAMAV Kft. ügyvezetője *dr. Joó Ervin* a Kft. Vevőtalálkozóján, 2019. január 24-én.

Gratulálunk a díjazottaknak!

Szendrey András 1951–2018

Szendrey András a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola elvégzése után, 1970-ben gyakornokként kezdte meg vasutas pályafutását. Három évvel később már villamos üzemmérnöki munkakörben tevékenykedett a MÁV Keleti pályaudvar Vontatási Főnökségén, e szervezeti egységnek hosszú évekig oszlopos tagja volt. 1980-tól vezetői pozíciókat töltött be a fenntartási csoportvezetőtől a műszaki szolgálati főnökiig. MÁV-os pályafutását 1993. június 30-án fejezte be, majd a MÁV Nostalgia Kft. alkalmazásába került, ahol ügyvezető igazgatóként szűnt meg a munkaviszonya 2014. május 31-én. Kapcsolata a Kft.-vel haláláig megmaradt, hiszen tulajdonosi jogokkal is rendelkezett a társaságban. A 2000-ben megnyitott Magyar Vasúttörténeti Park létrehozásában elvitathatatlan érdemei voltak. Egész munkássága alatt



kiemelten fontosnak tartotta a vasúti értékek megőrzését, így a gépészeti relikviák mellett a pálya-, híd- és magasépítmény emlékeinek bemutatását is a szíven viselte. Kiváló kapcsolatot tartott a Vasúti Hidak Alapítvánnyal, számos nyugdíjas-találkozót és egyéb rendezvényt szerveztünk közösen. Aktív nyugdíjas éveiben hozta létre a Vasutazz Velünk! elnevezésű közösséget, amelynek segítségével sok embert juttatott el vonattal (Herkules expressz, Admirális-Fiume expressz, Madách expressz) számos csodálatos európai helyszínre.

Elismertségét és munkatársai szeretetét mi sem bizonyítja jobban, mint hogy végső búcsúztatásán számos tisztelő vett részt 2018. november 15-én Budapesten, a Farkasréti temetőben.

Vörös József



MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA
KÖZLEKEDÉSI TAGOZAT



BUDAPEST ÉS PEST MEGYEI
MÉRNÖKI KAMARA

Konferenciaelőzetes

Ne akard a lehetetlent, de tegyél meg mindent az elérhetőért!

A Budapesti és Pest Megyei Mérnöki Kamara a Magyar Mérnöki Kamara Közlekedési Tagozatának szakmai támogatásával az idén

21. alkalommal,

KÖZLEKEDÉSFEJLESZTÉS MAGYARORSZÁGON

címmel szakmai továbbképzést és konferenciát rendez, **a 2017 előtti évektől eltérően Balatonföldvár helyett**

Siófokon, 2019. május 14–16-án

az alábbi fő témakörökben:

Nyitó előadás: A közlekedésfejlesztés aktuális kérdései, feladatai

1. A közlekedés gazdasági, szociológiai, társadalmi környezete
2. Az innováció és a forgalombiztonság összefüggése
 - 2.1 Mobilitás és szolgáltatás
 - 2.2 Ember és gép
3. A közlekedés alakulására ható tényezők, a közlekedés visszahatása
 - 3.1 Társadalmi folyamatok
 - 3.2 A közlekedés várható általános hatásai
4. A közlekedési ágazatok aktuális kérdései
 - 4.1 Kitekintés a jövő közlekedési trendjeire
 - 4.2 Új kezdeményezések a közlekedési ágazatban

A konferencia első napján délután szakmai kirándulás lesz.

Kérdéssel Hamarné Szabó Máriához lehet fordulni. Elérhetőségei: e-mail: hamarne@progan.hu, telefon: +36 20/980-5554.

A KONFERENCIA „A KÖZLEKEDÉSI KULTÚRA NAPJA 2019” RENDEZVÉNYEK RÉSZÉ, és egyben kötelező szakmai éves továbbképzés.

Végleges programja és minden további tudnivaló (költségek, jelentkezési lap stb.) a

- Magyar Mérnöki Kamara Közlekedési Tagozatának saját honlapján (www.fomterv.hu/mmk/),
- Budapesti és Pest Megyei Mérnöki Kamara honlapján (www.bpmk.hu/),
- Mérnöki Kamara Nonprofit Kft. weboldalán (www.mknonprofitkft.hu/siofok/),
- CE Plaza Hotel honlapján (www.ceplazahotel.hu/Ajanlatok-Arak/) tekinthető meg.



KTE-kitüntetések 2019

A Közlekedéstudományi Egyesület (KTE) 2019. január 29-i kibővített országos elnökségi ülésén kitüntetések adtak át az előző évben az egyesületben végzett kiemelkedő tudományos-társadalmi munka elismeréseként. A kitüntetettek között több jelenlegi vagy volt kollégánk is van, akikre büszkék vagyunk.

Széchenyi István-emlékplakett

Bátyi Zsolt; Hajdú-Bihar Megyei Területi Szervezet

Kerkápoly Endre-díj

Szőke Ferenc; Fejér Megyei Területi Szervezet

Czéze Béla-díj

(Közlekedéstörténeti pályázat)

Dr. Horváth Csaba Sándor, Imre Lászlóné,
Dr. habil. Majdán János, Varga Gábor
Az „Ezerarcú vasút II. Fókuszban a vasúti építé-
szet” c. könyvért

KTE-ért emlékplakett

Zsuzsi Erdei Vasút Nonprofit Kft.
Hajdú-Bihar Megyei Területi Szervezet

Ifjúsági díj

Pomázi Gábor
Borsod-Abaúj-Zemplén megyei Területi Szervezet

Örökös tag

Vukman József; Baranya Megyei Területi Szervezet

Diplomaterv-pályázat II. helyezett

Kovács Gábor Balázs (Budapesti Műszaki és
Gazdaságtudományi Egyetem); A 80-as vasúti
fővonal Rákos–Hatvan szakaszának rekonstruk-
ciója utáni menetrendi koncepciók a fővonalból
elágazó másodrendű és mellékvonalakra

Diplomaterv-pályázat III. helyezett

Hajnal Attila Brúnó (Széchenyi István Egyetem)
A 86-os sz. és a 75-ös sz. másodrendű főutak
csomópontjának és a 86-os sz. másodrendű
főút, valamint a 23-as sz. vasútvonal szintbeni
átjárójának tanulmányterve

Arany jelvény

Szilágyi Sándor
Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Területi Szervezet

Mondi Miklós

Csongrád Megyei Területi Szervezet

Pozsonyi Mihály

Vas Megyei Területi Szervezet

Ezüst jelvény

Lengyel-Darcsi Valéria

Vasúti Tagozat

Sándorné Óré Erzsébet

Békés Megyei Területi Szervezet

Török Gergely

Fejér Megyei Területi Szervezet

Csók László

Hajdú-Bihar Megyei Területi Szervezet

Dr. Kovács Róbert

Hajdú-Bihar Megyei Területi Szervezet

Tari László; Vas Megyei Területi Szervezet

A díjazottaknak gratulálunk, és további jó munkát kívánunk!



A VAMAV Vasúti Berendezések Kft. a kötőpályás felépítményi szerkezetek hazai piacvezető gyártója.

Fő termékeink:

- kitérők
- vágányátszelések
- vágánykapcsolatok
- dilatációs szerkezetek
- vágánylezáró szerkezetek
- átmeneti sínek
- ragasztott szigetelt kötések
- kapcsoló- és kötőszerek

Legfontosabb szolgáltatásaink:

- kitérők első karbantartása
- előszerelt kitérők szállítása
- jármű- és kitérő diagnosztikai berendezések telepítése
- sínmarás és csiszolás

Célunk, hogy termékeink és szolgáltatásaink versenyképes, folyamatosan bővülő kínálatával segítsük a vasút modernizációját és folyamatos fejlődését a vevői igények mind teljesebb kielégítése mellett.

3200 GYÖNGYÖS, Gyártelep utca 1.
Tel.: +36 37/312-270, +36 37/311-077
Fax: 37/316-179, +36 37/316-226
web: www.vamav.hu



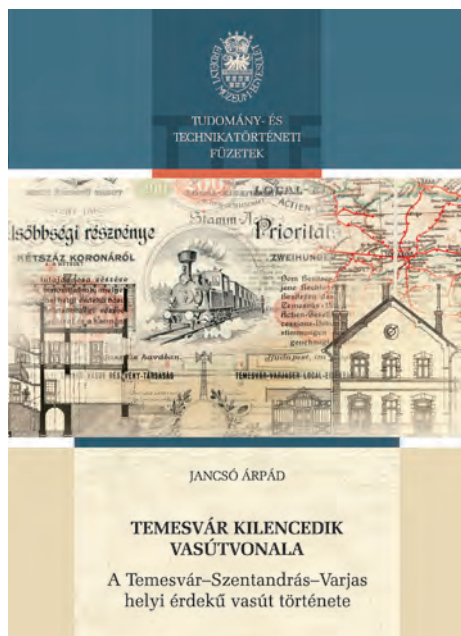



Jancsó Árpád

Temesvár kilencedik vasútvonala

A Temesvár–Szentandrás–Varjas helyi érdekű vasút története

Erdélyi Múzeumi Egyesület, 2018



E kötet a Temesvár–Varjas vasútvonal létrehozásának szükségességét tárgyalja részletesen, úgy, ahogy egyrészt az érdekelt helyiek (nagy földbirtokosok és kisbirtokosok, kisiparosok, kereskedők, a települések lakosai), valamint a feltörekvő régióközpont, Temesvár szabad királyi város látta.

Az olvasó megtudhatja, hogyan került a vonal a magyar részvénytársaság tulajdonából román állami tulajdonba. A gőzparipák kedvelői megismerkedhetnek a vonalon szolgáló hajdani mozdonyokkal. A könyvet sok dokumentum, korabeli és mai fotók teszik élvezetesebbé, értékesebbé. A műszaki érdeklődésűeket a számos eredeti tervrajz hozhatja izgalomba. E vasútvonal megépítésével Temesvárról kilenc vasútvonal indult a szélrózsa minden irányába.



SÍNEK VILÁGA

A MAGYAR ÁLLAMVASUTAK ZRT. PÁLYA ÉS HÍD SZAKMAI FOLYÓIRATA

MEGRENDELŐLAP

Megrendelem a kéthavonta megjelenő Sínek Világa szakmai folyóiratot

..... példányban

Név

Cím

Telefon

Fax

E-mail

Adószám

Bankszámlaszám

A folyóirat éves előfizetési díja 7200 Ft + 5% áfa

Fizetési mód: átutalás (az igazolószervény másolata a megrendelőlaphoz mellékelve).

Bankszámlaszám: 10200971-21522347-00000000

Jelen megrendelésem visszavonásig érvényes.

A számlát kérem a fenti címre eljuttatni.

Bélyegző

Aláírás

A megrendelőlapot kitöltés után kérjük visszaküldeni az alábbi címre: MÁV Zrt. Infokommunikációs és technológiai rendszerek főigazgatóság, TEB főosztály Technológiai központ, 1063 Budapest, Kmety György utca 3.

Kapcsolattartó: Gyalay György

Telefon: (30) 479-7159 • gyalay.gyorgy@mav.hu

(Amennyiben lehetősége van, kérjük, a www.sinekvilaga.hu honlapon keresztül küldje el megrendelését.)

ISSN 0139-3618

Címlapkép: Kaposvár – felújított vasútállomás. Forrás: Zengővári Kft.

www.sinekvilaga.hu

Sínek Világa A Magyar Államvasutak Zrt. pálya és híd szakmai folyóirata A Magyar Tudományos Művek Tára (MTMT) által akkreditált folyóirat Kiadja az Üzemeltetési vezérigazgató-helyettesi szervezet, Pályalétesítményi igazgatóság 1087 Budapest, Könyves Kálmán krt. 54–60. www.sinekvilaga.hu Felelős kiadó Virág István pályalétesítményi igazgató Szerkeszti a szerkesztőbizottság Főszerkesztő Vörös József Főszerkesztő-helyettes Szőke Ferenc A szerkesztőbizottság tagjai Both Tamás, Eller Balázs, dr. Horvát Ferenc, Virág István Korrektor Szabó Márta Tördelő Kertes Balázs Grafika Bíró Sándor Nyomdai előkészítés a PREFLEX' 2008 Kft. Nyomdai munkák PrintPix Kft. Hirdetés 200 000 Ft + áfa (A/4), 100 000 Ft + áfa (A/5) Készül 1000 példányban		World of Rails Professional journal of track and bridge at Hungarian State Railways Co. Journal accredited by Bay of Hungarian Scientific Works (MTMT) Published by MÁV Co. Operational general manager-assistant organization Track Establishment direction 54–60 Könyves Kálmán boulevard Budapest Post Code 1087 www.sinekvilaga.hu Responsible publisher István Virág Edited by the Editorial Committee General Editor József Vörös Assistant Editor Ferenc Szőke Members of the Editorial Committee Tamás Both, Balázs Eller, Dr. Ferenc Horvát, István Virág Reader Márta Szabó Layout editor Balázs Kertes Graphics Sándor Bíró Typographical preparation Preflex 2008 Ltd Typographical work PrintPix Ltd. Advertisement 200 000 HUF + VAT (A/4), 100 000 HUF + VAT (A/5) Made in 1000 copies
--	---	---