



Nagy József

ügyvezető, tervező
Nagy és Társai Tervező
Iroda

✉ nagyestarsaibt@
nagyestarsaibt.hu
☎ (30) 239-5874



Juhász Károly Péter

statikus mérnök,
laboratóriumvezető
BME Szilárdságtani és
Tartószerkezeti Tanszék

✉ juhasz@sz.t.bme.hu
☎ (70) 330-9149



Dr. Herman Sándor

docens
Temesvári Műszaki
Egyetem
Építőmérnöki Kar

✉ hermancristian@yahoo.com
☎ (40) 723-358-325



Herman Krisztián

doktorandusz
Temesvári Műszaki
Egyetem
Építőmérnöki Kar

✉ hermancristian@yahoo.com
☎ (70) 723-358-993

Az első magyar, műanyag szállal erősített és fűvesített villamospálya (1. rész)

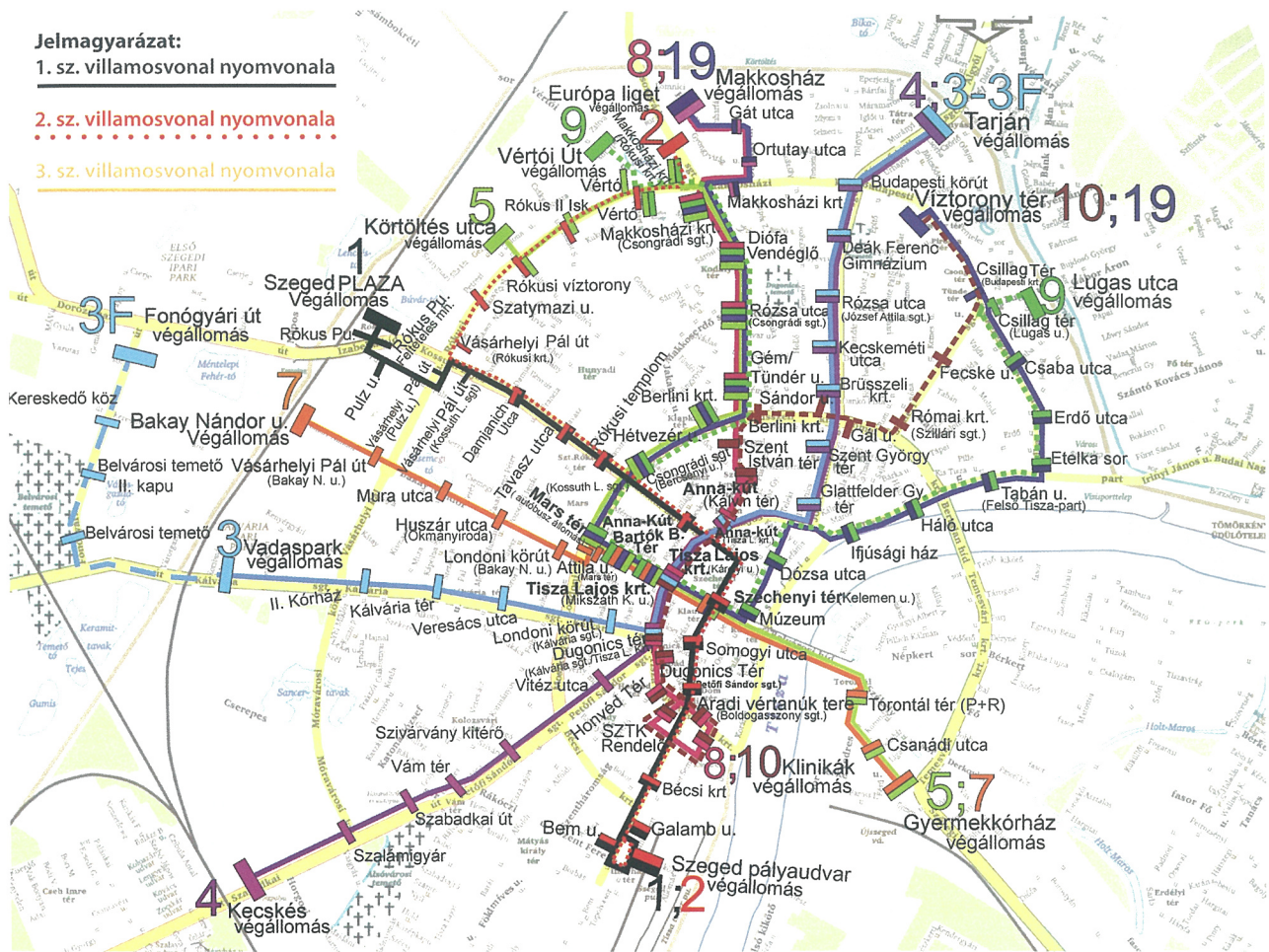
A szegedi 1-es és 3-as villamosvasút tervezése

Magyarország nagyvárosaiban az elmúlt 6-7 évben megújultak a városi villamosvonalak. Az uniós fejlesztések a mobilitást, a környezetvédelmet és az utazási komfort növelését, továbbá a személygépjármű-forgalom csökkentését irányozták elő. A tömegközlekedés, ezen belül a villamosvonalak fejlesztése, korszerűsítése létkérdés a nagyvárosi közlekedésben. Azonban a villamosvonalaknak nemcsak a fizikai megléte fontos, hanem annak ár-érték aránya, kialakítása, korszerűsége, alacsony fenntartási és üzemeltetési költsége, a szerkezetek hosszabb élettartama, jobb minősége, magasabb működési biztonsága. A tervezők feladata a pályák környezethez való illeszkedése, az „ökológiai lábnyom” szem előtt tartása, valamint a környezeti változások (például klímaváltozás, felmelegedés, csapadékhiány) által az utazóközönségre és nem utolsósorban a szerkezetekre gyakorolt kedvezőtlen hatások (például hószigetek) kiküszöbölése vagy csökkentése is. A cikk célja, hogy a tervezés során szerzett tapasztalatainkat és ismereteinket közreadjuk, segítve a beruházókat és üzemeltetőket munkájukban és döntéseik meghozatalában.

A pázsittal fedett és talajtakarókkal szegélyezett villamospályák Európában már 20 éve elterjedtek. Látnyuk a természetközeli állapotot idézi, üde folt, amely a hószigetek kialakulását csökkenti. A növényzet megköti a port és minimalizálja a közlekedésből származó zajokat és rezgéseket is. Az élő zöld felület párasítja a levegőt, csökkenti a hőérzetet. A zöld takaró alatt kisebb mértékben melegszik fel a pályaszerkezet, kisebb a szerkezetek

hőtágulása is, ezért a szerkezeti igénybevételek is csökkennek. Kevesebb a visszaverődő napsugárzás, ezért az utasok hőérzete is kedvezőbb. Magyarországon 2011-ig nem volt gyesített, élőfűves, automatikusan öntözött városi villamosvasúti pálya. A szegedi villamospálya építési projekt elemei voltak az új, 2-es villamosvonal 4,8 km hosszú szakaszának kiépítése, a meglévő 1-es és 3-as vonal fejlesztése 18,3 km hosszúságban.

A szegedi villamospályák (1. ábra) tervezése kiterjedt a villamospálya rendszerének és szerkezetének teljes áttervezésére, a csatlakozóutak burkolatára, a csapadékvíz-elvezetés teljes áttervezésére, közművek kiváltására, forgalomtechnikai tervek, csomópontok átdolgozására, statikai, gyártástechnológiai, vasalási tervek készítésére, részlettervek és az öntözés technikai terveinek készítésére. Ezen belül valósult meg az EPC makroszál-erősített



1. ábra. Szeged közlekedési hálózata

BarChip 48 rendszerű szálakból kiépült, teljesen betonacélmentes villamospálya-tervezési és építési technológiájának és számítási módszerének kidolgozása, valamint magyarországi bevezetése. Ez a technológia Európában is újnak számított, és elsőként hazánkban alkalmazták. A 3-as sz. villamosvonal kiviteli tervének generáltervezője a Ring Mérnökiroda Kft.

Nagy József 1979-ben végezte el a Kvassay Jenő Ipari Szakközépiskola vasútépítési és fenntartási szakát, majd Győrben a KTMF vasútépítési és fenntartási szakán 1982-ben szerzett üzemmérnöki diplomát. Munkáját a MÁV Békéscsaba Pályafenntartási Főmérnökségen kezdte. 1996-ban üzemgazdász diplomát szerzett. Folyamatosan képi magát. 1998-ban megalapította tervezőirodáját, ahol közlekedés-, mélyépítés-, vízépítés-, közműépítés-, településrendezés-tervezést végez. 1998 óta a Magyar Mérnöki Kamara tagja, 2004 óta vezetőtag. Mérnöki munkájáért 2014-ben Dr. Cserei Pál-díjat kapott.

volt. A villamosvonalak engedélyezési terveit generáltervezőként a Főmterv Zrt. által vezetett tervezőkonzorcium készítette. Az 1. és 3. sz. villamospályák az engedélyezési tervekkel eltérő szerkezetekkel, de a RAFS rendszeren belül a CDM-QTrack rendszerrel készültek Ri 59 és P 37 sínekkel. Mind a három villamosvonalban épült öntözött gyesített szakasz. A villamospályába beépített kitérők, aljak leerősítés nélkül CDM-QTrack rendszerben füvesített, bazaltbeton, térkő vagy természetes kőburkolattal kialakítva épültek be. A villamospálya a 2. sz. villamosnál a környező útpályák szintjétől 15 cm magasságban emelkedik ki. Az 1. és 3. sz. villamosvonal a környező útpályák szintjében épült ki. A villamospályákat kiemelt szegélyek és terelőelemek választják el az útpályától. Az alépítményi CKT teherbírást növelő réteg, a szerkezeti és a pályalemez a mértékadó hőmérsékleti szélső értékeknek megfelelően kialakított vagy utólag bevágott dilatációval épült. A mértékadó hőingadozás a felszínnel érintett és a földdel takart szerkezeteknél eltérő dilatációs mozgásokat idéz elő. Ezért a dilatá-

ció számítása és kialakítása az egyik fontos szempont a villamospályák tervezésénél, legyen az pályalemez vagy pályagerendás füvesített villamospálya.

A tervezőirodánk által Szegedre tervezett 1A és 1C sz. CDM rendszerű kétvágányú villamosvonalon 160 vfm hosszban épült füvesített vasbeton, pályagerendás pálya, 272 vfm hosszban épült rezgécscillapított úsztatott pályalemez szakasz és 818 vfm hosszban épült EPC BarChip 48 műanyag szálerősített szerkezeti lemez, bazaltbeton és egyéb díszburkolatú pályalemez szakasz. Ezenkívül épült egy kétvágányú, elő-



2. ábra. Az 1-es sz. villamosvonal-pálya pályalemeze gránit kockakő burkolattal

Dr. Herman Sándor 1977-ben szerzett vasút, út és hidépítő mérnöki diplomát a Temesvári Műszaki Egyetem Építőmérnöki Karán. 1977 augusztusától 1990 szeptemberéig a Temesvári Vasúti Építő Vállalat mérnöke, majd főmérnöke. 1990 szeptemberétől a Temesvári Építőmérnöki Kar adjunktusa, 1999 októberétől docense. 1998-ban doktorált, dolgozatának címe: A hézag nélküli vágányok stabilitásának számítása. 1993 óta vasúti terv felülvizsgáló, 2002 óta vasúti műszaki szakértő (expert). 9 könyv és közel 90 tanulmány szerzője vagy társszerzője.

re gyártott vasbeton paneles átjáró és 2 db EPC BarChip 48 műanyag szálerősített szerkezeti lemezes kiterő, bazaltbeton és díszburkolatú pályalemezzel. A beépített kiterők bebetonozott, talpfa és kapcsolószer nélkül kiépített CDM-QTrack rendszerben beágyazott gumiprofil kialakításúak.

A kiselemes burkolatoknál (2., 3. ábra) fontos megoldani az eltérő mozgású sín és gumi ágyazatának és a burkolatok közötti építési dilatációs hézagok rugalmas fagyálló, kellő teherbírású, repedésmentes kapcsolatát (pl. Rompox D 2000 vagy Rompox Flex fuga). A CDM-QTrack rendszerrel az Ri 59 és a P 37 a sínre felragasztott gumiprofilok min. 8-10 cm magasságban ágyazódnak be a betonszerkezetbe. A fennmaradó 10 cm szerkezeti magasságot végeleges burkolatszint kialakításához a kopássaló zúzottkő beton vagy egyéb burkolat biztosítja. A 10 cm vastag kopóbeton önmagában nem kellően teherbíró még a vasalás ellenére sem. Ezért tapasztalataink szerint a szerkezeti és kopóbetont együttdolgozóként kell kialakítani, amit a szerkezeti lemezbe beépített méretezett darabszámú összekötő vasak (bekötő kengyelek) biztosítanak.

Herman Krisztián 2001 júliusában szerzett vasút, út és hidépítő mérnöki diplomát a Temesvári Műszaki Egyetem Építőmérnöki Karán. 2001 júliusától 2004 szeptemberéig tervezőmérnök a Temesvári Longhersin Kft.-nél, ezután, 2012-ig a Temesvári Villamosközlekedési Vállalat mérnöke, majd újból a Longhersin Kft. tervezőmérnöke és ügyvezető igazgatója. Két könyv és közel 20 tanulmány szerzője vagy társszerzője.



3. ábra. Az 1-es sz. villamospálya pályalemeze térkő lapokkal



4. ábra. Pályalemezromlás az 1-es sz. villamos B, D szakaszán

A tapadóhíd a kapcsolat kialakítására nem elégséges (4., 5. ábra).

A pálya szerkezeti lemezből és az ezen levő burkolatból áll. A burkolat lehet bazalt kockakő, kiselemes betonlap burkolat és zúzottkő kopóbeton. A CDM rendszerű közúti villamospályák esetén a befüggesztett síneket befoglaló EPC műanyag szálerősített méretezett lemezt, amelyre csak a villamoszerelvény terhei hatnak, szerkezeti lemeznek nevezzük. A szerkezeti lemezzel bekötővasak útján kapcsolatban lévő, utólag bebetonozott EPC műanyag szállal erősített bazaltbeton burkolatot (méretezett lemezt) pályalemeznek nevezzük.

A bazalt kopóbetonba méretezett hálós vasalás és az EPC BarChip 48 szálerősítés került. A villamospálya szerkezeti lemezét a villamos és a közúti forgalom együttes terheire méreteztük, átjárókban és vegyes forgalmú szakaszokon. A szerkezeti lemezre kerülő pályalemezt már csak a közúti forgalom terheire kell méretezni, figyelemmel a szerkezeti lemez által biztosított alátámasztásra. Ha a pályalemezen nincs közúti járműközlekedés, akkor csak a hőmérséklet-változás okozta feszültségekre kell méretezni.

A tervezés során meg kell határozni a villamospálya használati élettartamát.

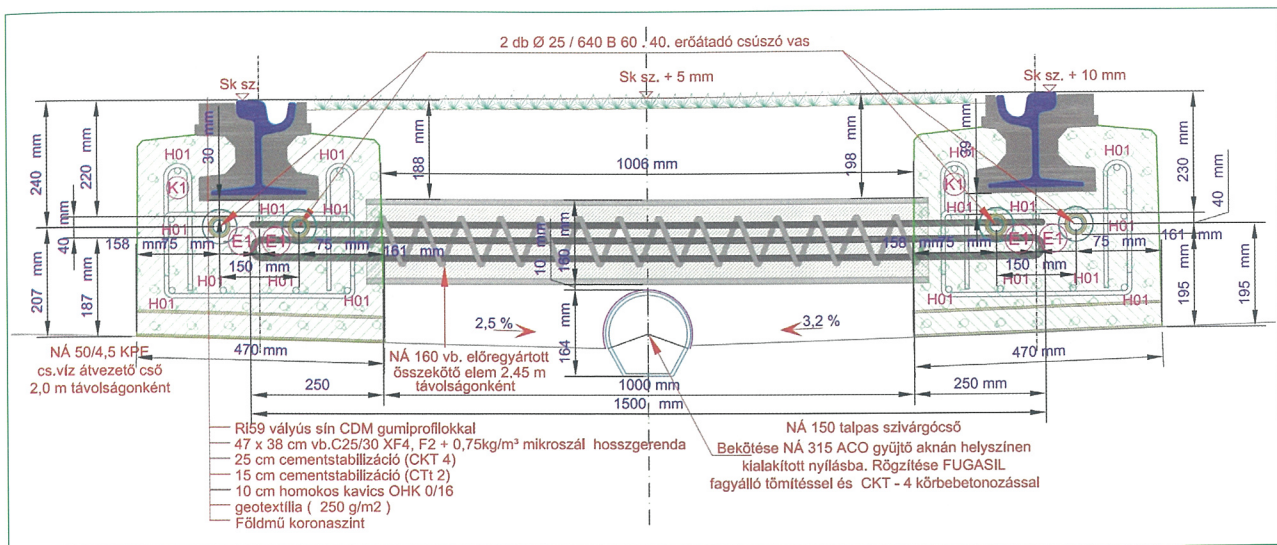


5. ábra. Bekötővassal kiépített pályalemez a betonozás előtt

Szeged esetében ez a fő szerkezetekre 35 év. A méretezéshez előre meg kell becsülni az élettartam alatti mértékadó forgalom nagyságát az áthaladó egység tengelyszám meghatározásához. Az összevont egység tengelyszámot a szerkezeti lemez méretezéséhez a közúti és villamos egység tengelyszám összege adja. A villamos jármű egység tengelyszorzó számát a 4 tengelyes jármű esetén 1,4 értékben határoztuk meg. A villamospálya nyomvonalán csomóponttól csomópontig pontosan meg kell határozni a mértékadó terheket, majd a méretezés alapján a szerkezeti lemez EPC szál igénye, a kopóbeton pályalemezek bekötővas és hálós vas



6. ábra. Bekötővassal kiépített rezgécscillapított pályalemez betonozás előtt



7. ábra. Az 1-es sz. villamosvonal fűvesített gerendás felépítmény előre gyártott műanyag köpenyes távtartóval (Mintakeresztelvény)

igénye, továbbá EPC szálígyénye is meghatározható. Az egyes lemezek együttdolgozását hajlításra, az eltérő hőmozgás miatti feszültségkülönbségek felvételére és nyírásra méreteztük. A szerkezeti lemezeket 6–9 m-enként, a pályalemezeket 1,50–2,00 m-enként dilatáltuk. A szerkezeti és kopóbeton egymás fölé eső dilatációs hézagai képzett hézagok 1,5–2,0 cm szélességben. A kopóbeton átmenő hézag közötti hézagai vágott vakhézagok, de képzett hézagok is lehetnek. Ezzel a dilatációs kialakítással a nyári időszakban melegebb kopóbeton dilatációs feszültségei kisebb mértékűvé válnak, és a hidegebb

szerkezeti lemezre, amelynek hőmozgása is kisebb a felső pályalemezétől, kevesebb feszültség fog átadódni. Az együttdolgozást kevesebb betonacél beépítésével lehet biztosítani (6. ábra).

A Szeged 1-es sz. villamosvonalnál az összekötő elemeket műanyag köpenycsőbe gyártották előre, acélbetétek beépítésével. A köpenycső a betontakarás csökkentése miatt vált szükségessé (7. ábra). A szivárgócső DN 150, minden esetben az összekötő elemek alá épült be (8. ábra). Ennek hosszirányú lejtését a CKT alaprégben terveztük kialakítani, melyet a hossz-szelvényeken és a részletes csapadékvíz-elvezetési helyszínrajzon határoztunk meg, melyen a gyűjtőaknák és vágányvíztelenítés is fel van tüntetve, a tervezett bekötésekkel együtt.

Az 1-es sz. villamos elkészült pályája a 9. ábrán látható. «

Irodalomjegyzék

British-Adopted European Standard: Fibres for concrete. Polymer

fibres. Definitions, specifications and conformity, Standard BS EN 14889-2:2006 (2006).

Japan Society of Civil Engineers (1985) Method of test for flexural strength and flexural toughness of SFRC, Japan Concrete Institute.

The Concrete Society UK (2003) Technical Report No. 34, The Concrete Society UK.

RILEM TC 162-TDF (2003) Test and design methods for steel fibre reinforced concrete, Materials and Structures, Vol. 36. pp. 560–567.

Juhász Károly Péter: Mikro és makro szintetikus szálakkal készített beton próbatesetek vizsgálata. Építés-Építészettudomány, 42:(1-2) pp. 57–71. (2014).

Juhász Károly Péter: A Nagy Törés, 2012. http://szt.bme.hu/files/juhasz/labor/BME_The_big_crack_2012.pdf

Juhász Károly Péter: The Big Crack 2 – European fibres 2012.

http://szt.bme.hu/files/juhasz/labor/European%20fibres_ENG_email.pdf

Juhász Károly Péter a Budapesti Műszaki Egyetem Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék Czákó Adolf Laboratórium vezetője, tartószerkezeti tervező, szakértő, okleveles beton-technológus szakmérnök. Tagja a Magyar Mérnöki Kamarának és az American Concrete Institute-nek (ACI). Hivatalos külsős konzulense a Tongji Universitynek (Sanghaj, Kína). Főbb kutatási területei a beton, vasbeton és a szálerősítésű betonszerkezetek viselkedésének vizsgálata és méretezése végelem módszerrel. Nevéhez fűződik az Európa első, csak szintetikus szálerősítésű villamos pályalemez statikai méretezése, ami Szegeden épült meg. Ezt további hazai és külföldi azonos megoldású villamos- és gyorsvasúti pályák követték. Számos publikációja jelent meg magyarul és angolul, melyek honlapján (www.jkpstatic.com) megtalálhatók.



8. ábra. Az 1-es sz. villamosvonal fűvesített gerendás felépítmény előre gyártott műanyag köpenyes távtartóval



9. ábra. Az 1-es sz. villamosvonal rezgécsillapított szakasza és a Széchenyi téri fűvesített szakasz