

TANULMÁNY- KÖTET

2020

ZELINSKI SZILÁRD
ÉPÍTŐMÉRNÖKI
SZAKKOLLÉGIUM



TANULMÁNY- KÖTET

2020



ZIELINSKI SZILÁRD
ÉPÍTŐMÉRNÖKI
SZAKKOLLÉGIUM

TARTALOMJEGYZÉK

| | |
|--|----|
| Impresszum | 2 |
| Köszöntő | 3 |
| Twitter használata a térinformatikában | 4 |
| Közúti vasúti járművek összehasonlító futástechnikai vizsgálata okostelefonok inerciális szenzoradatainak mérés technikai alkalmazásával | 10 |
| Mobil térképező rendszer vizsgálata úttervezés szempontjából | 16 |
| Különböző típusú csapadékok használatának összehasonlító elemzése | 22 |
| Különleges kitérőszerkezetek és vágányfonódások alkalmazásának lehetőségei a városi vasúti környezetben | 28 |
| A savas környezetek által okozott betonkorrozó vizsgálata | 34 |
| Várostervezési Napok 2020: Békásmegyér | 38 |
| Rólunk | 42 |
| A szakkollégium tagozatai | 44 |

IMPRESSZUM

Tanulmánykötet 2020

Kiadta a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Zielinski Szilárd Építőmérnöki Szakkollégium

Elérhetőségek: 1111 Budapest, Kruspér u. 2. B718
www.zielinski.hu / szakkollegium@zielinski.hu

ISBN 978-963-421-839-5

Készült 200 példányban, 2020. novemberében

Felélős kiadó: Szántai Péter Zsolt elnök
 Tördelőszerkesztés: Baráz Csongor Dömötör
 Közreműködtek: Kopitkó Tünde Klára

A kiadványban szereplő képeket a szerzők biztosították vagy a szakkollégium archívumából származnak.

A kötet az Emberi Erőforrások Minisztériuma megbízásából az Emberi Erőforrás Támogatáskezelő Nemzeti Tehetség Program NTP-SZKOLL-19-0069 jelű, „A BME Zielinski Szilárd Építőmérnöki Szakkollégium 2019-2020. évi tehetséggondozási programja” című pályázat keretén belül valósult meg.

KÖSZÖNTŐ

SZÁNTAI PÉTER ZSOLT / elnök / BME Zielinski Szilárd Építőmérnöki Szakkollégium

Természetesen egy egyetemet minimális energia-befektetéssel, csak a kötelező és szükséges tárgyak, előírt kreditek megszerzésével is el lehet végezni. Más kérdés, hogy aki így végzi el a képzését, milyen szakemberré válik. Hamar felismerhető, hogy a jó szakemberré váláshoz nem minden esetben elég csupán a tanrendre hagyatkozni. Oktatóink közül is sokaktól elhangzik a javaslat arról, hogy a leadott tananyagot túl a minket érdeklő témáknak járjunk jobban utána, akár egy kutatás részeként.

Talán sokkal többen gondolkoztak már a dolgon, mint ahányan bevallják, de ami biztos, hogy egy TDK-n, ÚNKP-n vagy akár bármely más kiválósági programban való részvétel nem csak a tudományos pályára készülőknek adhat sokat. Nem szabad elfelejteni, hogy egy mezei mérnökhallgatónak is kell legalább egyszer komoly minőségű kéziratot produkálnia tanulmányai lezárásaként. Ha másért nem is, egy „tét nélküli” próbaként is sokáig sorolható előnyökkel jár egy ilyen vállalkozás. Ennél persze sokkal többről van szó.

Napról napra változó világunkban, innovációk garmadáját dinamikus nyelű szakmánkban, ma egy mérnökhallgatónak nagyon rövid idő alatt nagyon nagy mennyiségű tudást feldolgoznia, ráadásul úgy, hogy azt aktívan alkalmazni tudja későbbi sikeressége

érdekében. Az alapképzés egy jó alapot ad annak, aki él vele, de nincs se idő, se kapacitás elmélyülni a részletekben. Ezekhez a részletekhez egyetlen út vezet: az alapon túl befektetett önálló szakmai munka. Az ilyen önálló utak nehézsége pont azok szabad mivoltából ered. Nincs zárthelyi, nincs számszerűsített értékelés. Kizárólag saját lelkiismeretünkre van bízva, milyen minőségben sikerült azt a kiszemelt plusz tudást megszerezni. Nagyon jó keretet, ellenőrizhetőséget és kontrollt ad az ilyen ambíciók sikerességének egy vezetett kutatás és annak írásos megörökítése. Számos előnye mellett egy TDK erre is alkalmas.

A szakkollégiumi mozgalom alappillérei között a magas színvonalú szakmai munka, mint érték szerepel. Az ilyen magas színvonal nem csak az önszorgalomból végzett külön kutatásokra, hanem a tanulmányokat lezáró nagy szakmai művekre is vonatkozik. Jelen kiadványunkban mindkét kategóriába tartozó kivonatokat is szerepelnek. Az összeállítás – mint maga az építőmérnöki szakma is – sokszínűnek nevezhető. Az alapképzés minden ágazata képviselteti magát, érdekesebbnél érdekesebb témákban. A kiadvány elsődleges célja saját tagjaink munkáinak rövid bemutatása, így a szereplő kutatási munkák és szakdolgozat összefoglalók kivétel nélkül „hazai termékek”. Remélem ez az összesített lenyomat sok újdonságot és érdekességet rejt az olvasó számára.



TWITTER HASZNÁLATA A TÉRINFORMATIKÁBAN

SZERZŐK:

BODNÁR ÁKOS / BME építőmérnök hallgató
HORVÁTH VIKTOR GYŐZŐ / BME építőmérnök hallgató
KISS AMBRUS / BME építőmérnök hallgató
PAPP VIKTOR / BME építőmérnök hallgató

KONZULENS:

DR. BARSÍ ÁRPÁD / BME Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék

A CIKKET ÖSSZEÁLLÍTOTTA:

HORVÁTH VIKTOR GYŐZŐ / BME építőmérnök hallgató

Dolgozatunk célja egy olyan módszer kidolgozása volt, melynek segítségével térinformatikai elemzéseket hajthatunk végre a Twitteren megosztott tartalmak alapján. Első megközelítésben algoritmusokat írtunk Python környezetben, melyek segítségével rácsatlakoztunk az élő adatfolyamra. A kód az indításától a leállításáig gyűjti az adatokat. Ez az adatgyűjtés hasznos, ha egy eseményről akarunk adatot gyűjteni az adott esemény ideje alatt, viszont nagyobb elemzési lehetőséget biztosít az, ha archív adatokat elemzünk. Ezután feldolgoztuk az adatsorokat és csak a számunkra releváns adatokat tartottuk meg (pl. maga a bejegyzés, az időbélyeg és a legfontosabb, a földrajzi hely). Miután az adatbányászat megtörtént, OpenRefine-ban meghatároztuk az adatok földrajzi koordinátáit. Erre azért volt szükség, mert a legtöbb adat, melyet letöltöttünk, csak utalást tartalmazott a helyre, pontos koordinátát nem.

Miután az adatokat számunkra elfogadható formára hoztuk, feltöltöttük azokat a Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék által rendelkezésünkre bocsájtott adatbázisba. Itt tovább finomítottuk az adatokat, a hosszúsági és szélességi koordinátákat átalakítottuk, majd betöltöttük QGIS-be, ahol térinformatikai elemzéseket hajtottunk végre és térképen ábrázoltuk azokat. A térinformatikai elemzés mellett néhány statisztikai elemzést is végeztünk a „tweetek” (Twitteren közzétett bejegyzések) száma alapján.

Másik megoldásunk egy webalapú megközelítés, melynek alapja egy egyszerű webes felület, ami egy keresőből és egy térképből áll. Ennek segítségével vizsgáljuk az események időbeli lefolyását, a trendeket és naprakész adatokat. A Twitter-en keresztül lekérdezve megjeleníthetjük a keresett címszavú találatokat Google térképen. A jelekre (markerekre) kattintva megtekinthetjük az üzenet tartalmát is. Mindezek után összevetjük eredményeinket a két megoldásból, leírjuk a két megoldás előnyeit és hátrányait, valamint, hogy mikor melyiket célszerű alkalmazni. Dolgozatunk végén vizsgáltuk a Twitter jelentőségét a mai világban marketing és politikai szempontból is, valamint gazdasági szempontból is megvizsgáltuk a dolgot. Azt is megvizsgáltuk, hogy érdemes lenne-e felhő alapú szolgáltatást igénybe venni, és az milyen költségekkel járna.

A közvetlen adakinyeréses (stream listener) a megoldás úgy működik, hogy a program becsatlakozik („hallgatózik”) az élő adatfolyamba és úgy tölti le a releváns tweeteket. Ez a művelet addig tart, amíg mi le nem állítjuk a programot. Ezzel kikerülhető az a probléma, hogy az általános kulcsokkal csak hét napra visszanyúlva lehet letölteni az archív adatokat, ám hátránya, hogy a programnak folyamatosan futnia kell. A kódhoz Mikael Brunila munkáját használtuk fel. A kódot kb. 15 órán át futtattuk. A fenti lekérdezésben jégkorongmérkőzésekre kerestünk rá, és aznap futtattuk, amikor mérkőzés volt. A leállítás után több mint 45 000 tweetet töltött le az alkalmazás. Ezeknek az adatoknak a további feldolgozását később fejtjük ki.

```

1  {
2      "data": [
3          {
4              "user_tweet": "RT @Scoredrawretro: Shirt Showcase: Newcastle United Home 1998\n\nWorn by Th
5              "post_time": "Mon Oct 08 15:28:11 +0000 2018",
6              "user_id": 1132690471,
7              "features": {
8                  "location": "Cardiff/Swansea",
9                  "tweets": 1,
10                 "geo_type": "User location",
11                 "primary_geo": "Cardiff/Swansea",
12                 "id": 1132690471
13             }
14         }
15     ]
16 }

```

1. ÁBRA: Feldolgozott adat formátuma

Ezután megpróbáltunk egy nagyobb adatmennyiséget is beszerezni, archív adatokból. Az archív adatok letöltéséhez is Pythont és annak Tweepy könyvtárát alkalmaztuk. Ehhez a kódhoz Bhaskar Karambelkar munkáját használtuk fel. Archív adatok letöltésénél megadhatjuk a keresendő kulcsszót, a maximális tweetek számát, és azt, hogy mennyit töltsön le lekérdezésenként, valamint a fájl nevét és kiterjesztését.

Miután letöltöttük az adatokat, azokat fel kellett bontani, ugyanis a számunkra fontos információk mellett sok metaadat is letöltésre került. Ezek olyan információkat tartalmaztak, mint például, hogy mikor készítette a felhasználó a profilját, különböző engedélyezési adatok (pl. engedélyezte-e a GPS helyzetét, más felhasználók számára a láthatóságot, stb.). Az első és legfontosabb feladat az volt a feldolgozásnál, hogy kihámozzuk azokat az adatokat, melyekre nekünk szükségünk van.

Mivel rengeteg adatról van szó, elkerülhetetlen volt, hogy egy újabb kódot írjunk, mely kigyűjti ezeket. A legfontosabb az volt, hogy valamilyen formájú helyadatunk legyen. A felhasználók többsége nem engedélyezte azt, hogy GPS koordinátákat adjon az eszköze a Twitter felé. Ez nem azt jelenti, hogy egyáltalán nincs adat a helyzetéről, mert voltak olyanok, akik megadták, hogy melyik városban tartózkodnak. Akik ezt sem adták meg, annak úgy adtunk helyadatot, hogy a megadott szülővárosa, lakhelye vagy országa helyzetét szedi ki a kód, azzal az egyszerűsítéssel élve, hogy akkor onnan tweetel. Ha a fentiek közül egyik sem áll rendelkezésre, akkor eldobja a tweetet az algoritmus. Természetesen ez az algoritmus nem tökéletes, ugyanis születtek olyan fals pozitívok, melyeknél ugyan a felhasználó adott meg helyzetet, az nem valós volt, hanem kitalált.

Az algoritmus megtartotta a JSON formátumot a könnyebb kezelhetőség érdekében. Ezután a további feldolgozást, a helyadatok meghatáro-

| | data - user_id | data - post | data - user_tweet | data - featur | data - feat | data - feat | data - feat | lat | lng |
|----|--------------------|--------------------------------|--|--------------------|---------------------|----------------|--------------------------|----------|----------|
| 1. | 1132690471 | Mon Oct 08 15:28:11 +0000 2018 | RT @Scoredrawretro: Shirt Showcase: Newcastle United Home 1998 Worn by The Entertainers including @alanshearer , Faustino Asprilla, Nobby... | 1132690471 | FootballHistoryBoys | TFHBs | Cardiff/Swansea | 51.62079 | -3.94323 |
| 2. | 1002093444 | Mon Oct 08 15:28:01 +0000 2018 | RT @podium_EE Tottenham Hotspur - FC Barcelona, siga en directo el partido de la Champions https://t.co/6c8D0bTl4I #ChampionsLeague http... | 1002093444 | Paqwea | DavidHorrigos | Colmenar Viejo, España | 40.65909 | -3.76762 |
| 3. | 254140618 | Mon Oct 08 15:26:25 +0000 2018 | RT @heneken_NG Blockbuster moves, heart stopping action and over the top gaffes. This week's matches had it all. Here are the world's mos... | 254140618 | Auwaku_4four | auw44 | Lagos nigeria | 6.45306 | 3.39583 |
| 4. | 2193500617 | Mon Oct 08 15:25:48 +0000 2018 | #Barcelona. #Suarez: potrebe saltare i#winter in #ChampionsLeague per infortunio: le ultime https://t.co/v6SLvWfVfG | 2193500617 | Sportnotizie24 | sportnotizie24 | Monaco | 48.13743 | 11.57549 |
| 5. | 228490863 | Mon Oct 08 15:22:39 +0000 2018 | RT @ultrassnl: Het uitvak bij Tottenham is uitverkocht. Er reizen 4200 PSV supporters af naar London! Tottenham Hotspur - PSV Eindhoven. | 228490863 | PSV Inside | psvinside | Noord-Brabant, Nederland | 51.66667 | 5 |
| 6. | 957349752261234700 | Mon Oct 08 15:19:24 +0000 2018 | RT @NCH: #EUROFUTBALL - VINCONO #PSG E STELLA ROSSA, PAREGGIA IL #LIVERPOOL CLICCIA QUI - https://t.co/gIT8wjJtJf | 957349752261234700 | PSG en Direct | PSG24hours | Parc des Princes | 48.84145 | 2.25307 |
| 7. | 217980441 | Mon Oct 08 15:18:40 +0000 2018 | #SscNapoli #Udi #Stella... RT @CaratadDeportes: Hoy #8Oct arrancamos 🍌 #DeportesAlGrano con: 📍 Grand Slam histórico de @ronaldacunaj24 en postemporada #ILB 📍 En #Champi... EUROFUTBALL - VINCONO #PSG E STELLA ROSSA, PAREGGIA IL #LIVERPOOL CLICCIA QUI - https://t.co/gIT8wjJtJf | 217980441 | María Isabel Moya | MarisabelMoya | La Guaira-Venezuela | 10.59901 | -66.9046 |
| 8. | 2533580792 | Mon Oct 08 15:18:26 +0000 2018 | CLICCIA QUI - https://t.co/gIT8wjJtJf | 2533580792 | Napolicacionews.it | NCN_it | Napoli | 40.83333 | 14.25 |

2. ÁBRA: A geokódolt adatok, jobb oldalt látható földrajzi hosszúság és szélesség mezőkkel, amik a mellette lévő helynévhez tartoznak

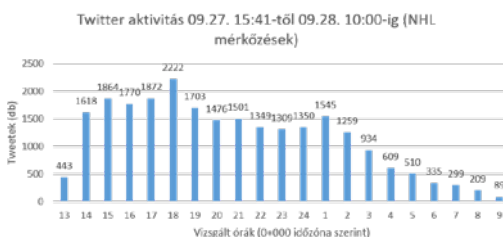
| | uid character (50) | time text | tweet text | loc text | lng character varying | lat character varying |
|----|-----------------------|-------------------------|-------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 228490863 | ... "Mon Oct 08 15:2... | "RT @ultrassn... | "Noord-Brab... | 51.66667 | 5 |
| 2 | 957349752261234693 | ... "Mon Oct 08 15:1... | "RT @NCN_it: ... | "Parc des Pri... | 48.84145 | 2.25307 |
| 3 | 217980441 | ... "Mon Oct 08 15:1... | "RT @Caraota... | "La Guaira-Ve... | 10.59901 | -66.9346 |
| 4 | 2533580792 | ... "Mon Oct 08 15:1... | "EURORIVALI -... | "Napoli" | 40.83333 | 14.25 |
| 5 | 1344706963 | ... "Mon Oct 08 15:1... | "Champions L... | "Italia" | 42.83333 | 12.83333 |
| 6 | 1339867729 | ... "Mon Oct 08 15:1... | "#Eagles v #St... | "Bingley, Bra... | 53.84861 | -1.83857 |
| 7 | 1341499632 | ... "Mon Oct 08 15:1... | "Shirt Showca... | "United King... | 54.75844 | -2.69531 |
| 8 | 719932216457957381 | ... "Mon Oct 08 15:0... | "RT @PauDyb... | "كرة العربية السعودية" | 25 | 45 |
| 9 | 1021310000587829249 | ... "Mon Oct 08 14:5... | "RT @crcham... | "Crevillente, ... | 38.24994 | -0.80975 |
| 10 | 802426067365535744 | ... "Mon Oct 08 14:5... | "RT @samtra... | "Астрахань" | 46.34968 | 48.04076 |
| 11 | 935237687354814464 | ... "Mon Oct 08 14:5... | "Couple of up... | "Jamaica" | 18.25 | -77.5 |
| 12 | 260207537 | ... "Mon Oct 08 14:5... | "RT @Caraota... | "Baruta, Mira... | 10.43398 | -66.87662 |
| 13 | 44355875 | ... "Mon Oct 08 14:5... | "RT @Caraota... | "US - Californ... | 42.83333 | 12.83333 |

3. ÁBRA: Az adatbázis a tanszéki szerveren, pgAdminban. Látható a használt adatstruktúránk

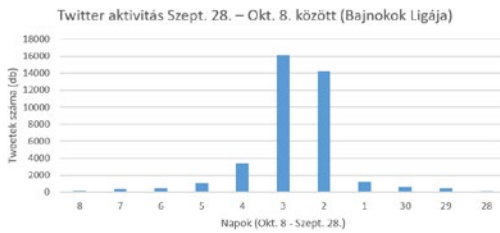
zását egy szabadon hozzáférhető szoftverben, az OpenRefine-ban végeztük. Ezután a geokódolás megoldása volt a fő feladat, hogy a helységnévből koordinátákat gyárthassunk. A geokódolás lényegében olyan helymeghatározás – például koordinátapárok, cím vagy egy helységnév – átalakításának folyamata, mely földfelszínen található helyhez köthető. A mi esetünkben, ha a felhasználók nem adtak meg koordinátákat, akkor helyiségnéveink vannak (utcák, városok, országok), amikből koordinátákat kell készítenünk. Számos lehetőség van erre, a Google, Bing, Yahoo, valamint az OpenStreetMap (OSM) is kínál lehetőséget geokódolásra. Természetesen a Google, Bing, Yahoo egy része ingyenes, de más részük fizetős. Itt főleg az egyidejű lekérdezések számát szabják meg (pl. a Google napi 2 000 lekérdezést engedélyez), az OSM pedig, bár ingyenes, teljesítményi okokból korlátozza a lekérdezés sebességét, így nagy adat esetén ez viszonylag lassú. Szerencsére találtunk egy olyan megoldást, mellyel hozzájuthatunk a koordinátákhoz relatíve gyorsan és ingyenesen, ez pedig a DataScienceToolKit. Ez egy ingyenesen hozzáférhető, nyílt forráskódú (open-source, OS) eszközökkel rendelkező oldal, mely segítséget nyújt többek között a geokódoláshoz is.

Miután az adatokat számunkra megfelelő formára hoztuk és geokódoltuk azokat, már tölthetjük is fel adatbázisba, melyre több lehetőségünk is volt. Egyrészt kimenthetjük CSV formátumba (Comma Separated Value; „vesszővel elválasztott értékek”), vagy létrehozhattunk egy template-et (sablon) az adatok txt-be történő kimentésére. Mi az utóbbit választottuk, és egy olyan sablont hoztunk létre, mely SQL-ben fogalmazza meg azt, hogy hozzon létre egy új táblát, melyeknek megadjuk az oszlopait, majd azokat feltöltjük az adatokkal. Alapvetően két táblát hoztunk létre az adatokból, egyet a helyadatoknak és egyet a leíró adatoknak. Az adatbázisban további feldolgozó lépéseket tettünk SQL nyelven.

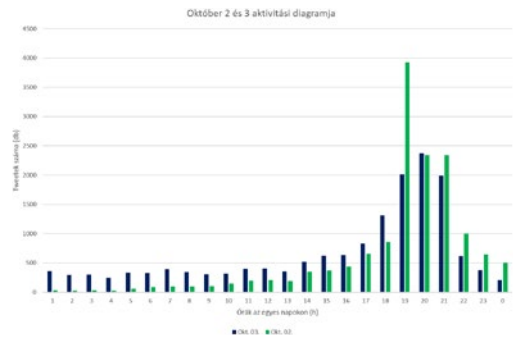
A térinformatikai elemzéseket QGIS környezetben végeztük, mely egy szabadon hozzáférhető, nyílt forráskódú szoftver. Az adatokkal, amiket adatbázisba töltöttünk fel, sok elemzést végre lehet hajtani, ezekből párat mutatunk be a következőkben. A térinformatikai elemzések mellett néhány statisztikai elemzést is végeztünk, amiket Excellel készítettünk. Az egyik elemzés, amit elkészítettünk, arra irányult, hogy meghatározzuk, mikor aktívak a felhasználók az adott témában, pusztán az adatok számszerűségéből meghatározható-e az esemény ideje, időtartama. Először Excelben megvizsgáltuk a tweetek száma alapján, hogy mely időben hányan írtak az adott témában.



4. ÁBRA: Twitter aktivitás a vizsgált időtartamban



5. ÁBRA: Twitter aktivitás a Bajnokok Ligája alatt (2018. szeptember 28. – október 8.)



6. ÁBRA: Bajnokok ligája mérkőzések (2018. okt. 2-3.) Twitter aktivitási diagramja

A fenti ábrán látszik, hogy október 2-án többen tweeteltek a mérkőzés alatt, így kíváncsiak voltunk arra, hogy melyik csapat vonzotta az embereket ennyire, minek köszönhető ez a kiugró aktivitás. Ezt nehéz kiszűrni pusztán az adatok alapján. Az egyik lehetőségünk az, hogy rákeresünk a tweetekben az egyes csapatok neveire és az alapján próbálunk következtetni. Ebben viszont benne van az a hiba lehetőség, hogy az emberek máshogy nevezik meg a csapatot, mint ahogy mi rákeresünk (viszont szerencsére sokan több megnevezést is leírnak a tweetjükben a hashtagek használatával).

A legtöbben a lekérdezések alapján a Real Madridot említették tweetjükben (kb. 400-an), ezután a Barcelonát és a Manchester City-t. A Real Madrid esetében lehetséges, hogy azért tweeteltek sokan arról a meccsről, mert kiosztottak egy piroslapot a CSZK Moszkva egyik játékosának. Vizsgáltuk a geometriai adatok típusait is, melyik fajtából mennyi került az adatbázisba. Számszerűen ezt is egy egyszerű SQL lekérdezéssel kaptuk meg, de mellé készítettünk egy térképi megjelenítést is.

| Tweetek (db) | Adat típusa |
|--------------|---------------------|
| 171 | „Tweet coordinates” |
| 1105 | „Tweet place” |
| 36880 | „User location” |

7. ÁBRA: Különböző helymegadási módok számszerűen

Az adatok típusánál három lehetséges opció van. Egyrészt a „Tweet Coordinates”, ami lényegében az, hogy a felhasználó engedélyezte az eszközén azt, hogy a Twitter lekérdezhesse GPS helyzetét.

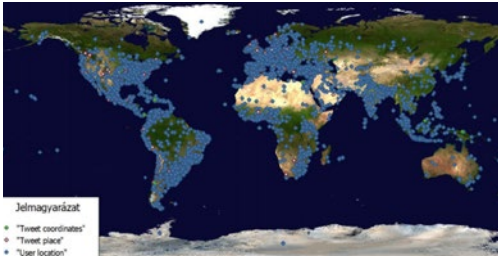
A másik kettő, a „Tweet place” és a „User location” pedig a felhasználó által megadott helyzetet jelöli, ami sok minden lehet, gyakran fiktív hely is, mivel ebben az esetben a felhasználó maga írja le, hogy hol van. A kettő között az a különbség, hogy a „Tweet place” magára a tweet-re vonatkozik, hogy az hol készült, a „User location”, pedig arra, hogy a felhasználó hol tartózkodik éppen. Számunkra a legfontosabbak azok, melyek a valós koordinátát tartalmazza.

Ebből a térképből azt is megmondhatjuk, mely helyeken népszerű a twitter használata. Ugyanilyen megjelenítést készíthetünk a jégkorongos adatbázisról is.

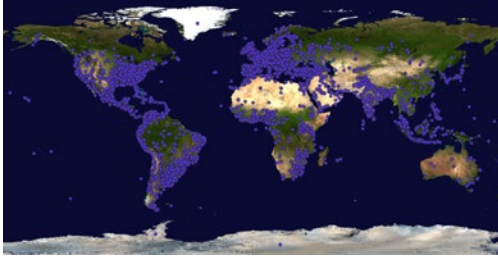
De készíthetünk akár olyan térképet is, amin az adott helyről küldött tweeteket olvashatjuk. Az alábbi térképen egy Google Maps alapú térképet láthatunk, rajta a küldött tweetekkel.

A másik megoldásunk egy webes felület kialakítása volt. Ehhez egy internetes oldalt hoztunk létre, amely közvetlen módon a Twitter hivatalos API-ján keresztül lekérdezi az adatokat, majd megjeleníti nekünk egy Google térképen a keresett címszavainkat. azonban mire a végére jutottunk, a technikai okok és megoldási lehetőségek miatt enyhén más eredmények keletkeztek.

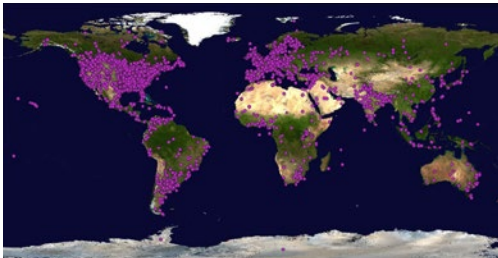
Az eredeti terv szerint Wordpress-ben szeretttük volna megalkotni a honlapot, amit azonban végül megváltoztattunk és más fejlesztői környezetben oldottunk meg. Ennek fő oka az volt, hogy a Wordpress-ben bizonyos programozási nyelveket nem tudunk használni. C# nyelvben van a legnagyobb tapasztalatunk, így egyszerűségi okok miatt ezt választottuk.



8. ÁBRA: A pontok típus szerinti eloszlása (labdarúgás), látható a „User location” típusú adatok fölénye



9. ÁBRA: Az összes tweet térképen ábrázolva

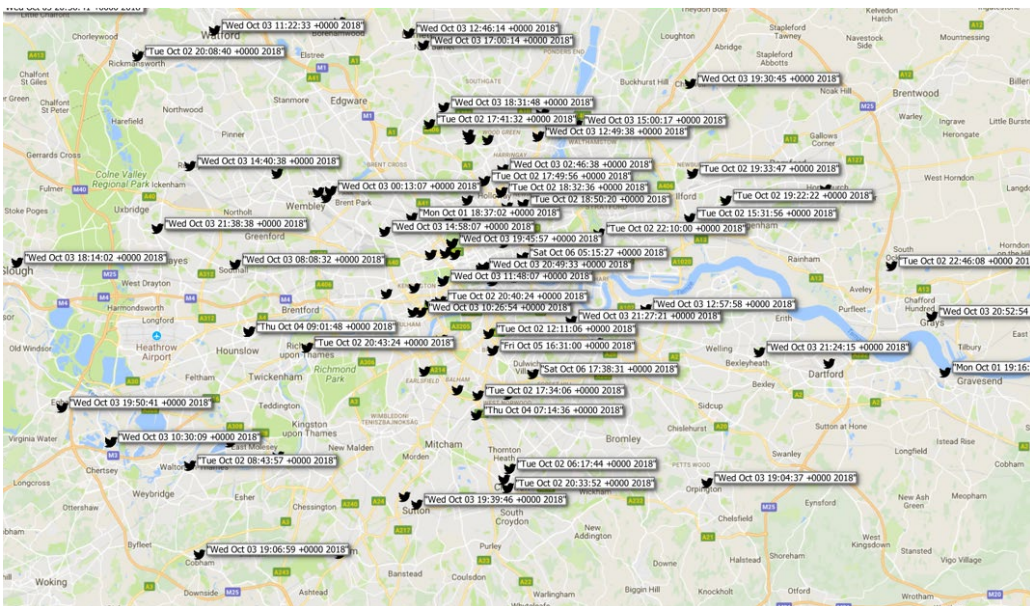


10. ÁBRA: A pontok típus szerinti eloszlása (jégkorong)

A honlap létrehozásánál az egyszerűségekre törekedtünk. Lényegében egyetlenegy kereső és egy térkép található rajta. A keresőbe beírva a címszavunkat, kidobja nekünk piros markerekkel, hogy honnan lettek az adott tweetek elküldve. Ezekre a markerekre kattintva átírányít minket a hivatalos Twitter oldalára, ahol meg is nézhetjük az adott tweetet. A honlap létrehozásánál HTML-t alkalmaztunk.

A honlapunk elkészítéséhez a Google által létesített online térképet használjuk. Ennek a csatlakoztatását ugyanúgy oldottuk meg, ahogyan a Twitter esetén, azaz a hivatalos API-n keresztül. Ehhez a Cloud Google platformon belül kell regisztrálni, majd azonnal kérhető egy felhasználói kulcs. A mi feladatunk megoldásához a Maps JavaScript felhasználói kulcsot használtuk.

Magát a Twitterhez való csatlakozást hasonlóan a cikk elején tárgyaltak alapján lehet elképzelni. Ugyanazok a belépési kódok lettek felhasználva. Ebben a fejezetben azonban C#-ban lettek megírva az autentikációs belépések és a csatlakozások, bár máshogy néz ki a kód, ennek ellenére ugyanazt a célt szolgálja, mint a pythonos verzió. Míg maga a hitelesítés azonosan néz ki, utána eltérő lesz maga a válaszként kapott adatok felhasználása és továbbítása. Lépésekre bontva az alábbi folyamatok történnek:



11. ÁBRA: Tweetek és küldési idejük a térképen ábrázolva



12. ÁBRA: Web alapú keresésnek a megjelenítése

- 1) A keresőre nyomva elküldjük a szerver felé azt az információt, hogy csatlakozni akarunk és adatokat lekérni.
- 2) Ezek után hitelesítjük magunkat az auth. kódokkal, hogy megfelelő hozzáférésünk van az információk lekérdezéséhez.
- 3) Megadjuk a szerver felé, az egyes specifikációkat, hogy milyen válaszokat akarunk kapni. (pl. válaszok száma).
- 4) A kapott válaszok értelmezése és rendezése a későbbi felhasználásra.

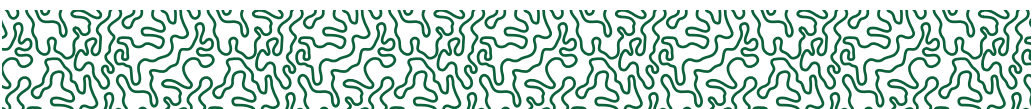
A továbbiakban a következő nehézséget kellett még feloldani, mielőtt megjeleníthetnénk a már kész koordinátákkal rendelkező pontjainkat. Ez pedig az, hogy a C#-os nyelvünkől egy Javascript által is értelmezhető bemenetet adjunk. Egy ilyen formátum, amit mind a két nyelv egységesítve tud értelmezni, az a string. Az átalakítás során egy JSON struktúra jött létre, amit már a honlapunkon megjeleníthetünk. A következő részben az átadott JSON struktúrát megjelenítjük a térképen markerekkel és hivatkozást társítunk hozzájuk, ami kattintásra jön elő.

Itt a 4. lépésben külön szedtük két listára a válaszokat. Lényegében az egyik lista, amelyet létrehoztunk, megadja az összes választ, amelyet kapunk a szervertől, de nem rendelkezik geokódolt adatokkal. A másik listába csak a geokódolt válaszokat listázzuk ki. Ezek lesznek a későbbiekben azok az eredmények, amelyek megjeleníthetők lesznek a térképen.

Végeredményben létrejött a honlapunk, amely a keresőből és a térképünkől áll. Egy lekérdezés folyamán megmutatjuk, hogyan néz ki az eredményünk. Az alábbi keresésben a 'scubadive' címszóra kerestünk rá (12. ÁBRA). Így megnézhetjük, hogy az elmúlt napokban, hol búvárodtak az emberek és milyen helyekről osztották ezt meg. Az ábrán csak pár marker jelenik meg, hiszen nem sok ember használja a pontos koordináták megosztását a poszt mellé. ■



13. ÁBRA: BL tweetek eloszlása jelmódszerrel ábrázolva



KÖZÚTI VASÚTI JÁRMŰVEK ÖSSZEHASONLÍTÓ FUTÁSTECHNIKAI VIZSGÁLATA OKOSTELEFONOK INERCIÁLIS SZENZORADATAINAK MÉRÉSTECHNIKAI ALKALMAZÁSÁVAL

SZERZŐ:

KOPITKÓ TÜNDE KLÁRA / BME építőmérnök
hallgató

KONZULENSEK:

DR. VINKÓ ÁKOS / Út és Vasútépítési Tanszék
NÉMETH RÉKA / BKV Zrt.

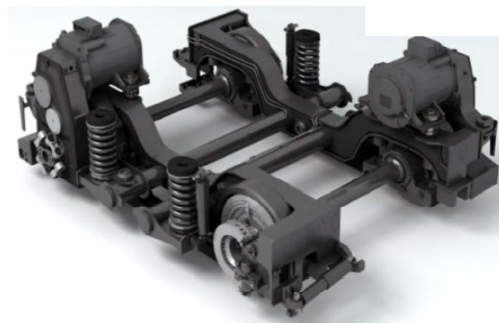
A modern kor elvárásainak megfelelően Budapesten is egyre nagyobb részarányban üzemeltetnek korszerű, 100%-ban alacsonypadlós multicuklós villamosokat (CAF Urbos3, Siemens Combino Supra). A hagyományos forgóvázis járművek (pl. TATRA T5C5) forgóváza (1. ÁBRA) el tud fordulni a kocsiszekrény alatt, míg a multicuklós (pl. CAF Urbos3) és a többszörösen rövid-csuklós (pl. Siemens Combino Supra) járművek hordmúje (2. ÁBRA) nem, vagy csak minimálisan tud elfordulni a modul alatt. Emiatt a hagyományos forgóvázis járművek kevésbé érzékenyek a szélsőséges vonalvezetésű pályaszakaszokra, mint az alacsonypadlós kialakítású járművek.

Kutatómunkám célja a régi hagyományos forgóvázis TATRA (3. ÁBRA) és az új CAF (4. ÁBRA) villamosok ívérzékelésének összehasonlító futástechnikai vizsgálata a BKV Zrt. előírásainak a tükrében. A vizsgálatot a kocsiszekrényhez rögzített okostelefonok inerciális szenzoradatainak (gyorsulásmérő és giroszkóp) felhasználásával végeztem.

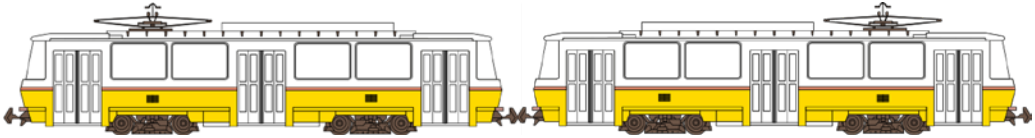
A különböző járművek futástechnikai minősítése során az utasok komfortérzetén alapuló határértékek figyelembevételével (1. TÁBLÁZAT), szélsőséges vonalvezetésű pályaszakaszokon ítélt meg a járművek szabálytalan mozgásait. Az összehasonlítás



1. ÁBRA: Hagyományos, kocsiszekrény alatt elforduló forgóváz^[1]



2. ÁBRA: Jármű kocsiszekrény által vezérelt, alacsonypadlós hordmú^[2]



3. ÁBRA: TATRA T5C5 jármű jellegrajza



4. ÁBRA: CAF Urbos3 (5 modulós) jármű jellegrajza

széleskörűen alkalmazott mérőszáma a kocsiszekrényen mért térbeli gyorsulás: a kiegyenlített szabad oldalgyorsulás (a_0) és annak időbeli változása (h -vektor); a gyorsítás, lassítás és annak időbeli változása; illetve a függőleges gyorsulás és annak időbeli változása.

A BKV Zrt. pályatervezési és pályafelügyeleti előírásait a „Közúti vasúti pályaépítési és fenntartási műszaki adatok és előírások”^[2] c. kötet, röviden „Sárga Könyv”-ként hivatkozott utasítás foglalja össze. Ez az utasítás már hatályon kívül van, 2019-től a „Közúti Vasúti Infrastruktúra Tervezési Irányelvek” c. kötet hatályos, azonban a dolgozatban a régi „Sárga Könyv” szerint végeztem a vizsgálatokat. Az utasítás tartalma az Országos Vasúti Szabályzat (OVSZ) helyi közforgalmú vasutakra vonatkozó előírásainak megfelelő, azoknak ellentmondó szabályokat nem tartalmaz.

| a [m/s ²] | Megjegyzés |
|-------------------------|---|
| $a_0 = 0,650$ | maximum érték (pozitív szabad oldalgyorsulás) |
| $a_0 = 0,850$ | maximum érték (negatív szabad oldalgyorsulás) |
| h [m/s ³] | Megjegyzés |
| $h = 0,20$ | ajánlott érték |
| $h = 0,40$ | megengedett legnagyobb érték |
| $h = 0,80$ | kitérőben megengedett legnagyobb érték |

1. TÁBLÁZAT: A „Sárga Könyv”-ben rögzített oldalgyorsulásra és oldalgyorsulás-változásra vonatkozó határértékek^[2]

A technika fejlődésével az inerciális szenzorok mérete lecsökkent és a gazdaságos gyártásnak köszön-

hetően egyre jobb minőségben és nagyobb tudással válnak elérhetővé a hétköznapi emberek számára is. Az inerciális szenzorok mára már a mindennapi élet részévé váltak, hiszen minden okostelefonban megtalálhatók és szinte bármilyen környezetben alkalmazhatók.

A méréshez Csikós Attila szoftverfejlesztő által készített, „CAFat” elnevezésű telefonos applikációt használtam (5. ÁBRA). Az okostelefon részéről követelmény, hogy rendelkezzen műholdas helymeghatározással, háromtengelyű gyorsulásmérővel és háromtengelyű giroszkóppal. Az applikáció méri és rögzíti többek között a mérés kezdetétől eltelt időt, a jármű pillanatnyi sebességét (melyet a GPS adatokból számít), a földrajzi szélességet és hosszúságot, a három mérési tengelyhez tartozó gyorsulás adatokat, a dőlésmérő adatait és a háromtengelyű giroszkóp adatait.

Az okostelefonokban lévő szenzorok tengelyelrendezése telefontípustól független, szabványosított elrendezés. A gyorsulásmérő, mágneses iránytű és a giroszkóp alkalmasak a térbeli mozgás leírására (három mérési tengely) és a mérési tengelyeik jobb kezes koordináta rendszert követnek. A mérések során a telefont a hosszú oldalával fektetve helyezük a kocsiszekrény falára úgy, hogy az y -tengely pozitív iránya megegyezzen a menetiránnyal (6. ÁBRA). A mérések során a készüléket a jármű ablakához rögzítettem, a biztos rögzítés érdekében szilikon padot alkalmaztam.

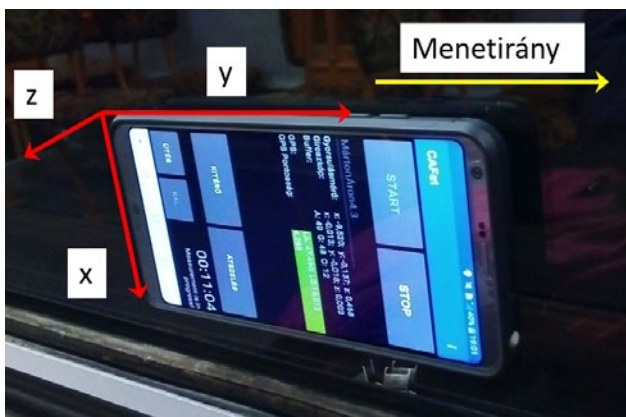
A mérések során egy LG G6 (H870) (2017) típusú okostelefont használtam. A szolgáltatott adatok validálását két lépésben végeztem el. Első körben az alkalmazott telefon gyorsulás-, dőlés- és szögsebesség



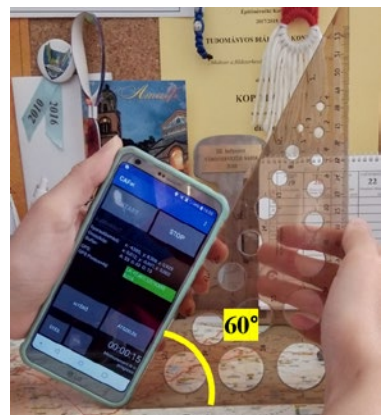
5. ÁBRA: CAFat telefonos applikációról működés közben készített képernyőfelvétel

adatainak valós fizikai tartalmát ellenőriztem ismert szöghelyzet, elfordulás és pozíció esetén (7. ÁBRA). Azt vizsgáltam, hogy a különböző tengelyeket függőleges pozícióba állítva mekkora gyorsuláértéket mérhetnek, illetve a tengelyek körüli elforgatást milyen pontosan érzékelik a szenzorok. A vizsgálatok második felében helyszíni kalibrációt végeztem. Villamosok kocsiszekrényén történt mérés során a névleges pályatervezési értékekkel (ívek középponti szöge, pályaesés) hasonlítottam össze a jármű függőleges-, és kereszt-tengely körüli elfordulását. A háromtengelyű giroszkóp a jármű által bejárt pálya görbületfüggvényét rögzíti, amelynek az integrálásával megkapható a különböző tengelyek körüli elfordulás szöge. A telefon nagy pontossággal ($< 1^\circ$) visszaadta a valós tervezési értékeket (2. TÁBLÁZAT).

A járművek összehasonlításához olyan helyszínt választottam, ahol CAF és TATRA villamos is üzemszerűen közlekedik. Az ívelrendezések közül a futástechnikai szempontból mértékadó helyszíneket választottam ki. A szabálytalan járműmozgásokat a jármű szerkezeti kialakításától függően jelentősen befolyásolhatják az alábbi vágánygeometriai paraméterek: kissugarú, nagy középponti szögű ívek, illetve az átmenetív nélküli ívek. További szempont volt, hogy kiváló műszaki állapotú pályaszakaszokat vizsgáljak, mert a pályahibák dinamikai többletigénybevételt okoznak, és módosíthatják a jármű természetes futási tulajdonságait. Jelen vizsgálat szempontjából csak a jármű szerkezeti kialakításából adódó többletigénybevételek érdekesek. Ugyanebből az okból kifolyólag nem választottam olyan íveket, amelyek közben pályaojektum található, vagy ahhoz csatlakoznak. Mindezen szempontokat figyelembe véve a méréshez kiválasztott helyszín a Lánchíd



6. ÁBRA: Célyszerű mérési elrendezés vasúti járművön



7. ÁBRA: Statikus kalibráció

Ívek középponti szögének ellenőrzése

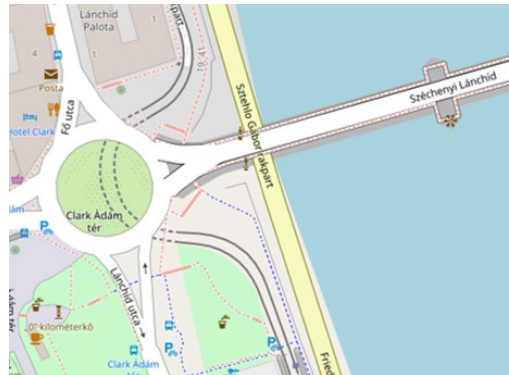
| Pályáív helyszínrajzi azonosítója | Az ív középponti szögének tervezési értéke | Mért érték (átlag) | Eltérés |
|-----------------------------------|--|--------------------|---------|
| 4j | 64,7° | 64,3° | 0,6% |
| 5j | 149,1° | 149,0° | 0,1% |
| 6j | 85,0° | 85,1° | 0,1% |

Lejtviszonyok, esések ellenőrzése

| Helyszínrajzi azonosító | A pályaszakasz esésének tervezési értéke e [‰], [°] | Mérésből számított magassági vonalvezetés | Eltérés |
|-------------------------|---|---|---------|
| e1 | +56,4‰ (3.20°) | +53,74‰ (3,10°) | 4,7% |
| e2 | -56,3‰ (-3.20°) | -51,09‰ (-2.90°) | 9,2% |

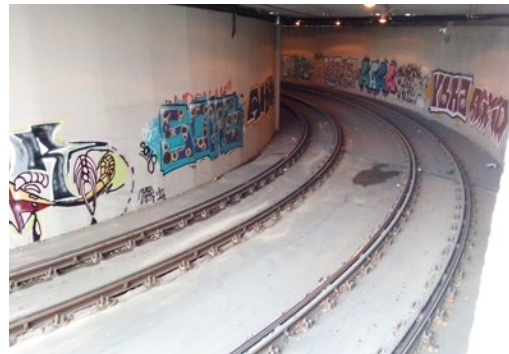
2. TÁBLÁZAT: Mérési adatok kalibrációja a Lánchíd alagútban (19-es villamos, Clark Ádám tér - Halász utca, CAF villamos)

alagút budai oldala lett (19-es, 41-es villamos) (8–9. ÁBRA). Itt a helyhiány miatt szélsőséges geometriai kialakítás van. Ez egy többszörösen összetett ív, vannak azonos és ellenkező görbületű ívek. Az ellenkező görbületű ívek mind közbenső egyenessel csatlakoznak egymáshoz, az azonos görbületű ívek között van kosáírív és közbenső egyenessel csatlakozó összetett ív is. Az egyszerű ívek közül tisztaívek és aszimmetrikus (csak be- vagy csak kimenő átmeneti ívvel rendelkező) ívek is találhatóak itt (10. ÁBRA). Az alagút miatt a magassági vonalvezetés is szélsőséges, 55-60‰ közötti esések vannak a pályára ezen részén.



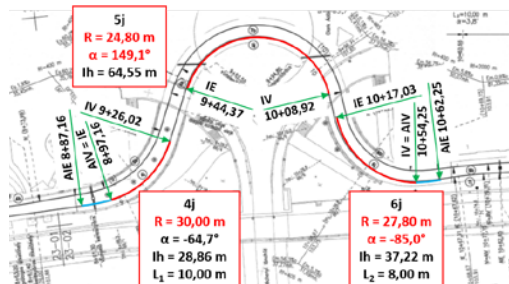
8. ÁBRA: Lánchíd alagút, budai oldal

Első lépésben meghatároztam a keresztirányú utazási komfort szempontjából mértékadó járműkeresztmetszeteket (11. ÁBRA). Ez azt jelenti, hogy a járművön utazva ebben a keresztmetszetben keletkeznek a legnagyobb igénybevételek. A mérés úgy történt, hogy egy időben, ugyanazon a járművön több telefontal mértünk, a jármű hossza mentén eltérő keresztmetszetekben. A mértékadó keresztmetszetek minősítéséhez háromféle módszert használtam. A mérési adatok kirajzolt grafikonjain meghatároztam a kiugró értékeket, hogy melyik keresztmetszetben keletkeznek nagyobb igénybevételek. Továbbá minden adatsorra megnéztem a csúcstól-csúsig kiértékelések minimumát, átlagát, maximumát és szórását. Végül a görbe alatti területeket ívszakaszonként külön is összehasonlítottam.

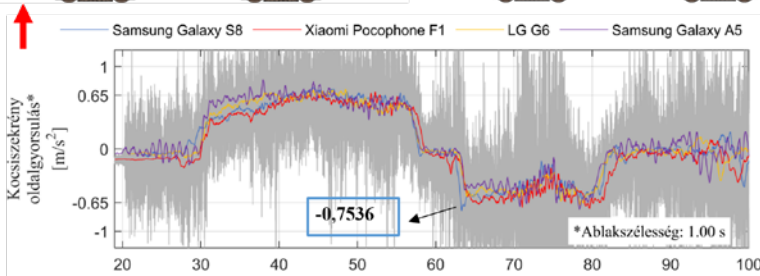
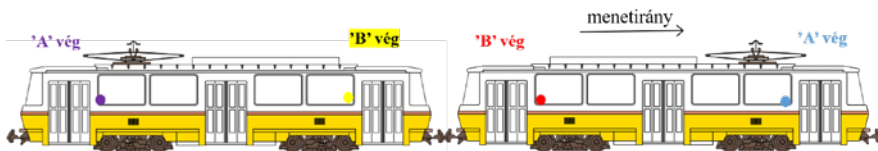


9. ÁBRA: Lánchíd alagút, budai oldal

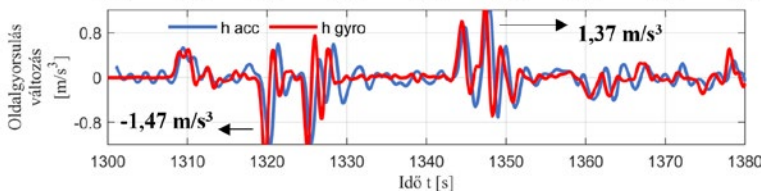
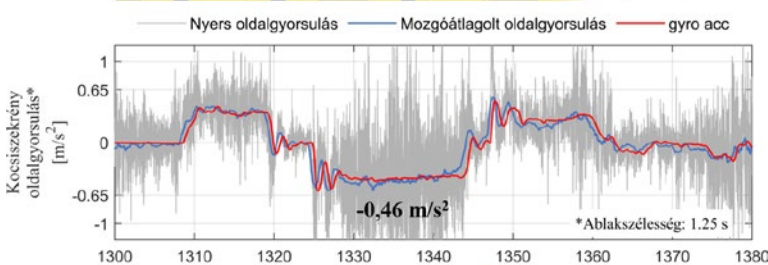
TATRA-nál az első kocsí eleje és második kocsí vége a mértékadó keresztmetszet. Az első kocsí eleje halad be legelőször az ívbe, emiatt csillapítatlanul hatnak rá a fellépő erők. Az 5 modulós CAF jármű mértékadó keresztmetszetei az első és utolsó modulok (C1 és C2). Ezután a további mérések már csak a mértékadó keresztmetszetekben történtek.



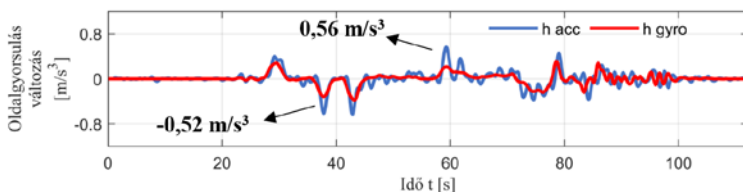
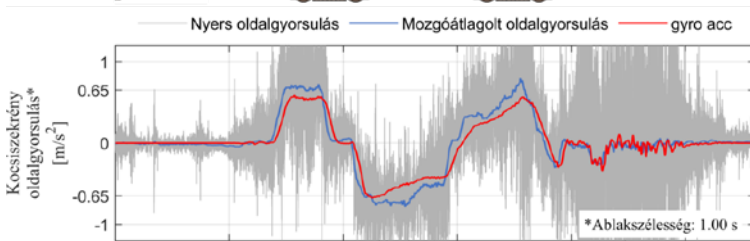
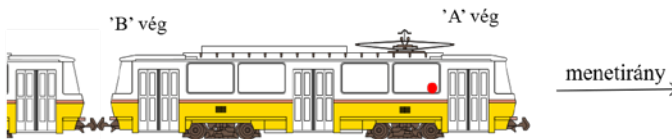
10. ÁBRA: Lánchíd alagút jobb vágányának helyszínrajza



11. ÁBRA: Keresztirányú utazási komfort szempontjából mértékadó keresztmetszet meghatározása TATRA járművön. A színes pontok azt jelölik, hogy hol volt a telefon. A grafikonon az azonos színnel jelölt diagram jelenti a telefon által mért oldalgyorsulás adatokat.



12. ÁBRA: Mérés a Lánchíd alagút jobb vágányán, CAF villamoson.



13. ÁBRA: Mérés a Lánchíd alagút jobb vágányán, TATRA villamoson

| Ívazonosító | | 4j | | 5j | | 6j | |
|--------------------------------|-----------------------------|------------|------|------------|------|------------|------|
| | | AIE | IV | IE | IV | IE | AIE |
| Sebesség [km/h] | | 12,33±0.47 | | 11,94±0.49 | | 11,02±0.52 | |
| CAF Urbos 3 (C2 modul) | h_gyro [m/s ³]: | 0.24 | 1.20 | 1.14 | 0.86 | 1.34 | 0.16 |
| | h_acc [m/s ³]: | 0.31 | 1.47 | 1.25 | 0.99 | 1.37 | 0.19 |
| Sebesség [km/h] | | 14,39±0.59 | | 11,74±1.02 | | 10,94±2.46 | |
| TATRA T5C5 (1. kocsi eleje) | h_gyro [m/s ³]: | 0.31 | 0.31 | 0.30 | 0.23 | 0.21 | 0.26 |
| | h_acc [m/s ³]: | 0.39 | 0.52 | 0.50 | 0.56 | 0.50 | 0.46 |

■ 0-0.4; ■ 0.4-0.8; ■ 0.8 <

3. TÁBLÁZAT: Lánchíd alagút jobb vágányán mért oldalgyorsulás változás értékek CAF és TATRA villamos esetén

A két jármű összehasonlítása a Lánchíd alagútban történt. A CAF villamoson történt mérés kiértékelése a 12. ÁBRÁN, a TATRA-n végzett mérés kiértékelése a 13. ÁBRÁN látható. A kiértékeléseknél két grafikon látható, az első az oldalgyorsulást, a második az oldalgyorsulás-változást mutatja. Az oldalgyorsulás adatok nagyon zajosak, a nyers adatok szürke színnel láthatóak a grafikonokon. A mozgóátlagolással simított oldalgyorsulás adat kék színnel van jelölve, míg a piros a giroszkópból számolt oldalgyorsulás (*gyro acc*).

Az oldalgyorsulás-változást numerikus deriválással határoztam meg. A kék színű grafikon a mozgóátlagolt oldalgyorsulásból számított oldalgyorsulás-változás (*h acc*). Ez gyakorlati érték, mely a dőlést tartalmazza, emiatt nagyobbak az értékek. A piros színű grafikon a giroszkópból számolt oldalgyorsulásból meghatározott oldalgyorsulás-változás (*h gyro*). Ez egy dőlés nélkül, elméleti érték. A kialakuló oldalgyorsulás-változás értékek táblázatos formában is láthatók (3. TÁBLÁZAT).

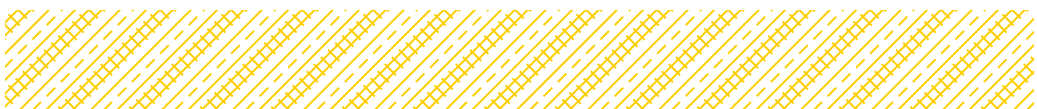
Látható, hogy átmenetiíves kialakítás esetén egyik járműnél sem alakulnak ki határértéket meghaladó igénybevételek. Szélsőséges geometria (kissugarú tisztaív) esetén azonban a CAF-on keletkező igénybevételek sokkal nagyobbak, kétszer-háromszor akkorák, mint a TATRA-n kialakulóak. A hagyományos forgóvázis járművek (pl. TATRA) esetén a forgóváz szabadon el tud fordulni a jármű alatt. Ennek következtében a kissugarú ívek, valamint egyenes és ív közvetlen csatlakozása nem okoznak többlet igénybevételek. Ezzel szemben a multicuklós (CAF) és a többszörösen rövid-csuklós (Combino) járművek hordmúje nem tud elfordulni a modul alatt. A hordmú és a kocsiszékély mozgása megegyezik, míg a forgóvázis járműveknél a forgóváz a kocsiszékélytől függetlenül nagy szabadságfokkal tud mozogni.

A 100%-ban alacsonypadlós járművek tehát nem alkalmasak kissugarú ($R < 25$), egyenes és ív közvetlen csatlakoztatásával kialakított íveken való közlekedésre, legalábbis hosszútávú üzemeltetésük ezeken az íveken a pálya és járműfenntartási költségek szempontjából sem gazdaságos. A CAF villamosoknak nem kéne olyan vonalakon közlekedniük, ahol ilyen geometriai kialakítások vannak. Ezen járművek esetén kifejezetten nagy szükség van arra, hogy az ívek átmenetiíves kialakításuk legyenek. Az átmenetiív csak nagy sugárérték ($2000 < R$) fölött hagyható el. A tisztaátmenetiíves íveknek kedvező futási tulajdonságaik vannak, célszerű lenne több ilyen kialakítású ívet alkalmazni a hálózaton.

Másik megoldás lehet más kialakítású alacsonypadlós járművek beszerzése (bár ez a nemrég lezajlott és még folyamatban lévő járműbeszerzések miatt kétséges). A menetirány szerinti első forgóváz kapja a legnagyobb igénybevételt, így kulcsfontosságú, hogy ez az első forgóváz képes legyen elfordulni a kocsiszékélyhez/alvázhoz képest. Vannak olyan villamosok, melyek forgóvázis kialakításuk és 70%-ban alacsonypadlósak, illetve léteznek járműgyártók, akiknek van 100%-ban alacsonypadlós járműjük hagyományos kocsiszékély alatt elfordulni képes forgóvázal. Ezeknek a járműveknek nem okoznak problémát a kissugarú ívek, és (részben) az alacsonypadlós elvárásokat is teljesítik. ■

^[1] Mar Rivas „TramLink und CityLink Familien – die neue Generation von Strassenbahnen und Stadtbahnen” (Stadler Rail Valencia S.A.). 2016.

^[2] „Közúti vasúti pályaépítési és fenntartási műszaki adatok és előírások”. 2007.



MOBIL TÉRKÉPEZŐ RENDSZER VIZSGÁLATA ÚTTERVEZÉS SZEMPONTJÁBÓL

SZERZŐ:

NAGY NÁNDOR ANTAL / BME építőmérnök
hallgató

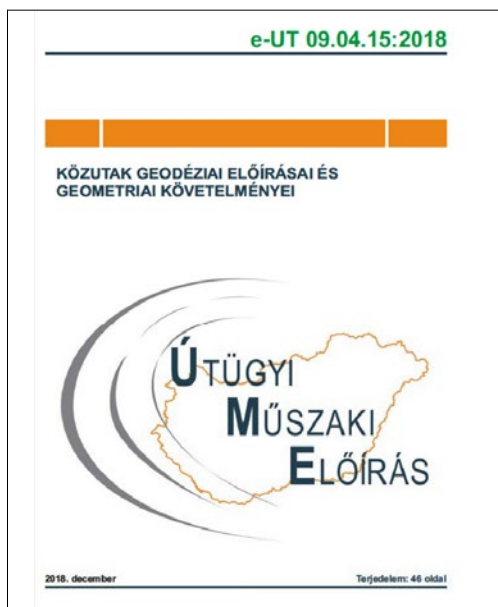
KONZULENSEK:

DR. TAKÁCS BENCE / BME Általános- és Fel-
sőgeodézia Tanszék
FORNER MIKLÓS / Budapest Közút Zrt.
FOLLY-RITVAY ZOLTÁN / Budapest Közút Zrt.

Kutatásom témája a hagyományos geodéziai módszerek és a mobil térképező rendszerek pontosságának összehasonlítása úttervezési célból. Vizsgálataimhoz a Budapest Közút Zrt. rendelkezésemre bocsájtotta a KARESZ rendszerével egy kb. 1 km hosszú fővárosi útról készített pontfelhőjét, amelyet hagyományos geodéziai módszerrel ellenőriztem. A vizsgálat célja annak megállapítása, hogy egy tervezési alaptérkép elkészítése elvégezhető-e a hagyományos geodéziai módszerek helyett mobil térképező rendszerrel a pontossági követelmények betartása mellett. A követelményeket a 2019 januárjában megjelent „Közutak geodéziai előírásai és geometriai követelményei” című Útügyi Műszaki Előírás (a továbbiakban ŰME) fogalmazza meg.

A mobil térképező rendszerek általános jellemzője, hogy valamilyen platformon (pl. autó, hajó) helyezik el őket, és a jármű mozgása során a környezetében lévő tárgyakról digitális képet készítenek. A rendszerek térbeli elhelyezését a járműre helyezett helymeghatározó eszközök (GNSS, IMU stb.) mérési adatainak segítségével utófeldolgozással lehet elvégezni.

Az egyes szakágak adatigényeinek kiszolgálására a Budapest Közút Zrt. 2013-ban úgy döntött, hogy saját 3D adatgyűjtő- és feldolgozó rendszert fejleszt ki, amely biztosítja a Főváros teljes úthálózatának, illetve igény szerint a villamos- és városi vasúti pályák, metróvonalak és aluljárók felmérését és 3D térképi adatbázisba töltését geodéziai pontossággal. Így született meg a KARESZ (Közúti Adatgyűjtő REndSZer).



1. ÁBRA: Útügyi Műszaki Előírás

A társaság egy Riegl VMX-450 mobil térképező rendszert használ, amely tartalmaz beépített GNSS vevőt, IMU-t, valamint egy 6 db kamerából álló rendszert.

Szkeneléshez a Riegl VMX-450 2 db „X elrendezésű” lézerszkennert használ. Egy lézerszkennert másodpercenként 550.000 pontot képes kibocsátani, így a KARESZ másodpercenként 1,1 millió pontot mér meg, ezáltal a pontsűrűség is nagyon nagy. Az eszköz egy konzollal szerelhető fel az autóra vagy



2. ÁBRA: a KARESZ rendszer

bármilyen járműre. Az alkalmazott kamerarendszer alapesetben 6 db kamerából áll, amelyek minden irányban készítenek fényképeket az út során. Ezt a rendszert lecserélték egy Ladybug 5 szférikus kamerára. Ez az eszköz 360°-os képeket készít, amely hasonló a Google street view-ban látható képekhez.

A kutatáshoz egy olyan helyet választottunk, ahol rendelkezésünkre állt egy pontfelhő, melyet a KARESZ készített el. Ez a terület a II. és III. kerületben haladó Lajos utca egy kb. 1 km-es szakasza, a meglévő pontfelhő pedig a 2018-as év végén készült, így a kutatás elvégzéséhez képest nem sokkal előbb készült el. A vizsgálati terület északi határa a Katonavárosi Amfiteátrum, déli határa pedig a Zsigmond tér.

A kijelölt terület mindkét végétől nem messze van egy-egy villamosmegálló, így a munkaterület tömegközlekedéssel is jól megközelíthető.



3. ÁBRA: Riegl VMX-450 mobil térképező rendszer

GNSS-méréshez azonban nem volt kedvező a terület, ugyanis az út nagy részén mindkét oldalon magas épületek állnak, így városi kanyon-effektus alakul ki. Az utca igen forgalmas, főleg a Kolsosy tértől északra. A hatalmas autós forgalom a hagyományos geodéziai méréseket nehezíti meg, főleg az egyes pontok összelátását. A kiválasztott szakaszon 2x2 illetve 3x2 sávú az út.

A területen felmérési alapponthálózatot helyeztünk el (összesen 20 db-ot), ezeket később szintezéshez és sokszögeléshez is egyaránt felhasználtuk, illetve 3 alapponton GNSS-mérést is végeztünk.

A GNSS-méréshez a tanszéki Leica Viva GS08 Plus GNSS-vevőt használtam. Két mérés történt, az első közvetlenül a sokszögelés előtt. Mindkét alkalommal 3 ponton (101, 110 és 210) végeztem el a mérést, a sokszögvonalak két végén és a köze-



4. ÁBRA: a vizsgálati terület



5. ÁBRA: alappontok jelölése szeggel



6. ÁBRA: alappontok áttekintő képe

pén. A két mérés eredményeit kiközepelem, hogy megkapjam a GNSS-szel mért pontok koordinátáit. Később ezeket használtam fel a sokszögvonal kezdő- és végpontjaiként.

A szintezési munkák is két ütemben zajlottak. Az első ütemben az egyik irányba, míg a másodikban visszafelé mértük meg a vonalakat. Két vonalat alakítottunk ki, mindkét vonal végét magassági jegyek képezik. Az összes mérést Leica DNA 03 szintezőműszerrel végeztük el.

A 101, 110 és 210 pontokon összehasonlítottam a szintezéssel és GNSS-technikával mért magasságokat. A táblázat jól mutatja, hogy a két módszerrel végzett meghatározás közti különbség több cm értékű, emiatt volt indokolt a szintezés. A továbbiakban a szintezett magasságokat használtam fel.

Pontjaimnak a szintezés által meg tudtam határozni a magasságát, azonban szükség volt a vízszintes koordinátáikra is. Ezt két sokszögvonal kialakításával értem el. A vonalak felosztása ugyanaz volt, mint a szintezésnél. A feladathoz a korábban is említett Leica GS08 Plus GNSS-vevőt használtuk a két vonal végpontjainak meghatározásához, a sokszögelést pedig Leica TS15i mérőállomással végeztük el. A sokszögvonalak feldolgozása GeoEasy szoftverben történt.

A Budapest Közút munkatársai mérnökeodéziai módszerekkel illesztőpontokat határoztak meg a munkaterületen, ezek segítségével tudták a pontfelhőt EOVS rendszerbe hozni, azaz így került a pontfelhő ugyanabba a rendszerbe, mint amiben a szelvények minősítő mérése is történt.

Mielőtt az ellenőrző mérést megkezdjük volna, meg kellett terveznünk az ellenőrző szelvények előzetes helyeit. A kb. 1 km hosszúságú szakaszra 10 db szelvényt terveztünk, és ezeket úgy vettük



7. ÁBRA: Leica GS08Plus GNSS vevő

fel, hogy a létesített illesztőpontoktól minél távolabb legyenek, összhangban az ŰME előírásaival. Úgy terveztem meg a mérendő szelvények helyét, hogy lehetőleg két szomszédos illesztőpont között félúton legyenek.

Az ŰME előírja, hogy a szelvények pontjait hol kell felvenni. Ez alapján úgy vettem fel a pontokat, hogy a forgalmi sávok két szélétől a közepe felé 40 cm-re, a sávok közepén, és az oda- és visszamenő sávok között, a szelvény tengelyében helyezkedjenek el.

A 10 ellenőrző szelvényt kb. 3,5 óra alatt mértük meg, ehhez a feladathoz is a Leica TS15i mérőállomást használtuk. A jelentős járműforgalom nagy mértékben nehezítette meg az egyes részletpontok mérését. Sajnos a pontok felvétele nem mindenhol volt egyértelmű, mert vagy 2x2, vagy 2x3 sáv volt az út azon szakaszán, ahol mértünk. Mivel több sáv volt, ezért csak a legszélsőkön, és a középsőkön mértünk a szélüktől 40 cm-re, 2x3-as kiosztás esetén az egyik irányba menő középső sávoknál a sáv közepén mértünk, és a szomszédos sávok közötti elválasztó vonalon.

Az összehasonlítást a CloudCompare szoftverben végeztem el. Ennek érdekében a pontfelhőből egy-egy kivágatot készítettem az ellenőrző szelvények környezetében, így az állomány mérete is csökkent. A mért pontok köré téglatesteket rajzoltam AutoCAD Civil3D szoftverben, melyek segítségével végeztem el a pontfelhő kivágását. A téglatestek 1 méterrel lógtak túl a szegélytől 40 cm-rel beljebb mért pontokon, valamint az úttengely irányába és magasságilag is egy-egy méterrel voltak az ellenőrző pontok körül lehatárolva.

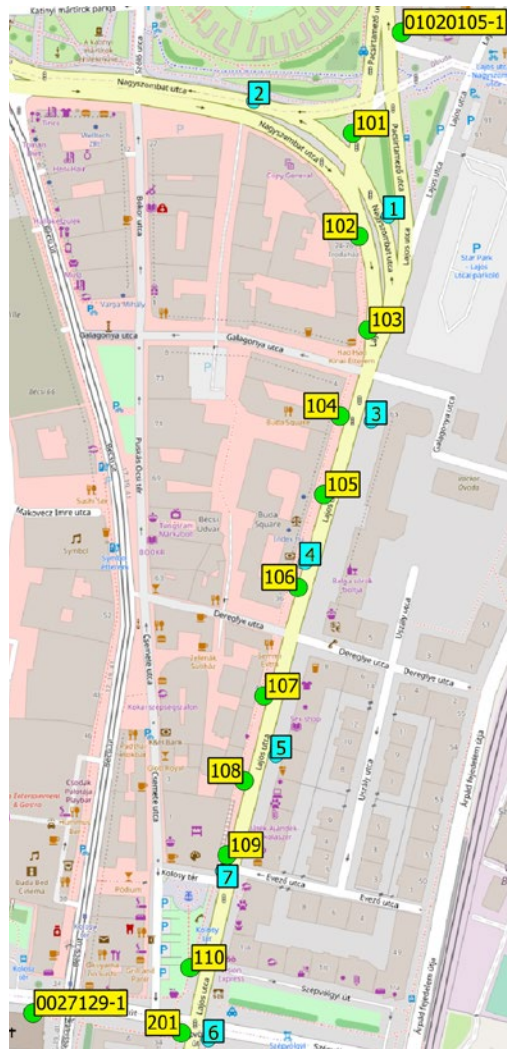
A pontfelhő a 2018-as év végén készült, nem sokkal a vizsgálatom előtt. Összesen 184.770.767 db pontból áll, de fel lett osztva 28 kisebb pontfelhőre a könnyebb kezelés érdekében.

| Pont száma | GPS mag. [m] | Szintezés mag. [m] | Eltérés [mm] |
|------------|--------------|--------------------|--------------|
| 101 | 103.913 | 103.920 | -7 |
| 110 | 104.995 | 105.024 | -29 |
| 210 | 104.771 | 104.812 | -41 |

8. ÁBRA: eltérés a GNSS technikával mért és a szintezett magasságok között



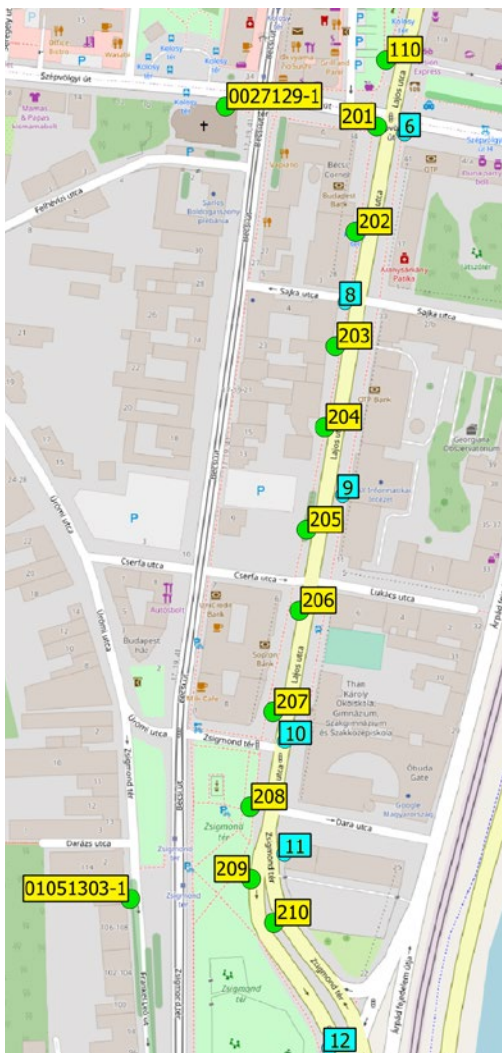
9. ÁBRA: DNA03 digitális szintezőműszer



10. ÁBRA: illesztőpontok 1



11. ÁBRA: Leica TS15i mérőállomás



12. ÁBRA: illesztőpontok 2

A kivágott pontfelhő csak a szelvények szűk (a korábban ismertetett téglatestekkel határolt) környezetét tartalmazza. A kivágott pontfelhő pontsűrűsége 3719 pont/m^2 , ami kielégíti az ŰME erre vonatkozó előírását.

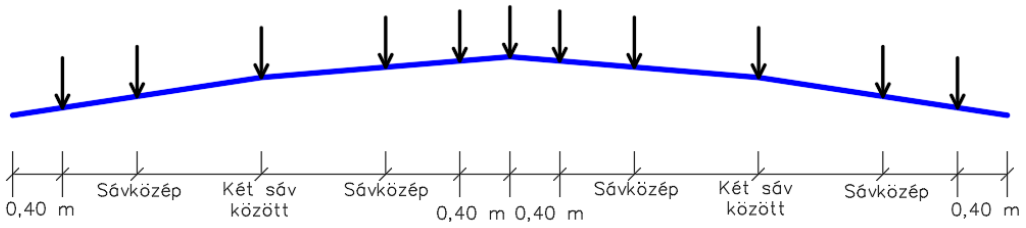
Mielőtt az összehasonlítást megkezdtem volna, manuális tisztítást végeztem az esetleges pontfelhőben maradt zaj kivágására.

Megkerestem a CloudCompare programmal a mért pontokhoz legközelebb eső pontjait a pontfelhőnek, majd ezeket egy txt fájlba mentettem, és MS Excel szoftverben összehasonlítottam a mért pontokkal. Az eltéréseket szétbontottam vízszintes és függőleges komponensekre, ugyanis arra a kérdésre szerettünk volna választ találni, hogy az ŰME szerint megengedett 20 milliméternél nagyobb magasságkülönbség van-e a pontfelhő és a mért pontok között. Az eredményekből statisztikai számításokat vezettünk le.

A táblázatban közölt adatok jól mutatják, hogy a legnagyobb magassági eltérés sem éri el a 20 millimétert. A számításnál az ellenőrző pontok koordinátáiból vontam ki a pontfelhő hozzájuk legközelebb eső pontjainak koordinátáit, összesen 121 db pontot vizsgáltunk meg. A statisztikai adatokat mutató táblázatban fellelhető, hogy a legnagyobb magassági eltérés 18 mm. Ezen a ponton a pontfelhő 18 milliméterrel van magasabban, mint a geodéziai módszerrel mért pont. A másik irányba való legnagyobb eltérés pedig 14 mm.

Végeredményben elmondható, hogy a pontfelhő pontossága megfelel a 2019-ben hatályba lépett Útügyi Műszaki Előírásban megfogalmazott követelményeknek. A magassági eltérések 121 db vizsgált pontban kielégítik a velük szemben támasztott követelményt; egyik pont sem tér el a pontfelhő legközelebbi pontjától 20 milliméternél jobban magassági értelemben. A legnagyobb pozitív irányú eltérés +18 mm, a legkisebb negatív irányú pedig -14 mm.

Ugyan az eredmények azt igazolják, hogy mobil térképező rendszerrel előállított pontfelhő kielégíti a pontossági követelményeket, a megfelelő mérési módszer kiválasztásakor további szempontokat is figyelembe kell venni. A mobil térképező rendszerek óriási előnye, hogy a részletmérést lényegében a forgalom zavarása

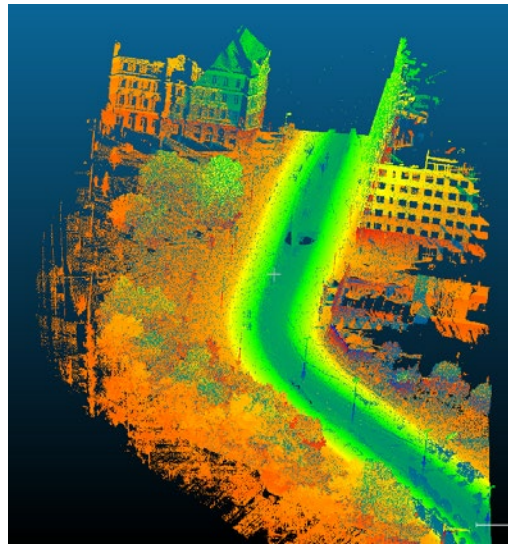


13. ÁBRA: az ÚME által előírt mérendő pontok



14. ÁBRA: a minősítő mérés közben megmért pontok

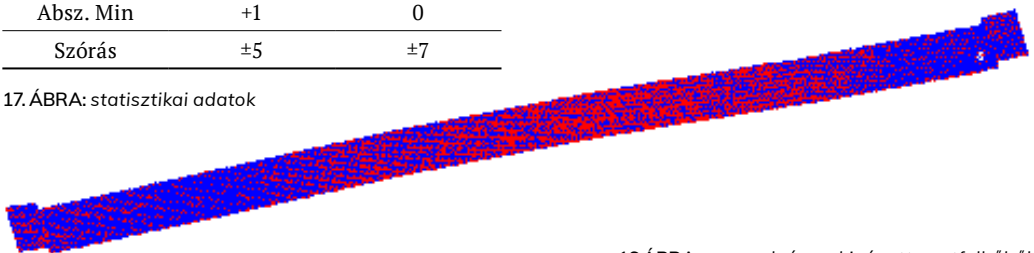
nélkül lehet elvégezni, akár autópályákon is, és kevésbé balesetveszélyes, mint a hagyományos geodéziai részletmérés. További előnye, hogy óriási részletességgel történik a felmérés, szinte minden apró részlet leképeződik a pontfelhőn. A technológia sajátossága, hogy a pontfelhő kiértékelése igen komoly számítástechnikai erőforrásokat igényel. Amíg a felmérés rendkívül gyors, addig a mérések kiértékelése időigényes. Meg kell említeni, hogy a mobil térképező rendszer is igényli a hagyományos geodéziai módszereket, elsősorban a felmérési alapponthálózat létesítése, másrészt az illesztőpontok meghatározása során. ■



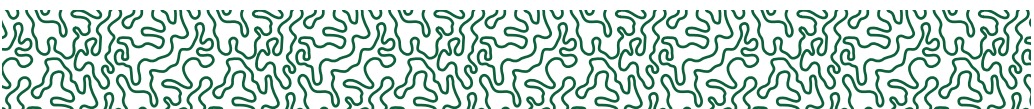
15. ÁBRA: a felhasznált pontfelhő egy része

| Stat. adatok | Vízszintes eltérés [mm] | Függőleges eltérés [mm] |
|--------------|-------------------------|-------------------------|
| Min | +1 | -14 |
| Max | +28 | +18 |
| Átlag | +10 | +1 |
| Absz. Átlag | +10 | +6 |
| Absz. Min | +1 | 0 |
| Szórás | ±5 | ±7 |

17. ÁBRA: statisztikai adatok



16. ÁBRA: egy szelvény a kivágott pontfelhőből



KÜLÖNBÖZŐ TÍPUSÚ CSAPADÉKADATOK HASZNÁLATÁNAK ÖSSZEHASONLÍTÓ ELEMZÉSE

SZERZŐ:

NÉGYESI KLAUDIA /

BME építőmérnök hallgató

KONZULENSEK:

NAGY ESZTER DÓRA / BME Vízépítési

és Vízgazdálkodási Tanszék

DR. BENE KATALIN / SZE Közlekedésépítési

és Vízmérnöki Tanszék

Bevezetés

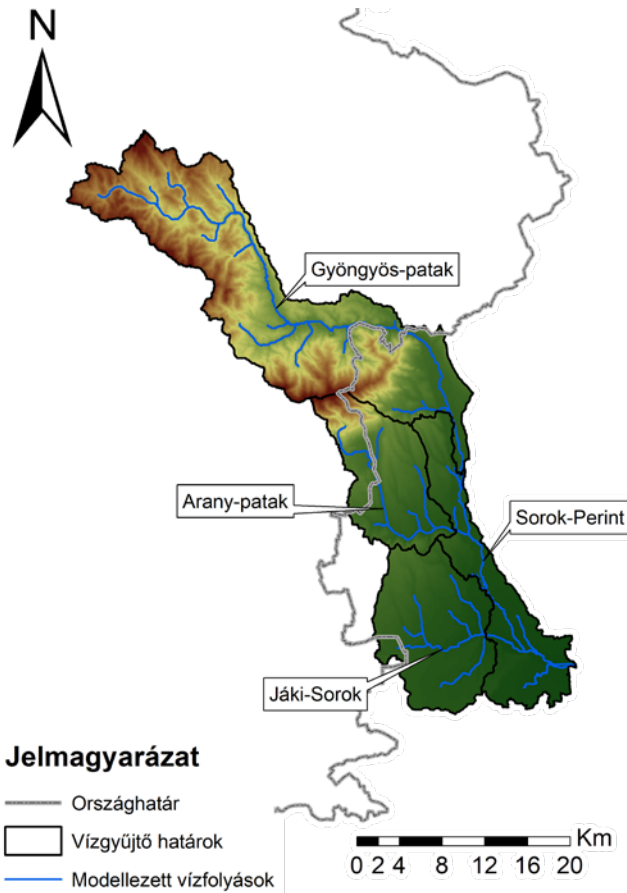
Napjainkban az informatika rohamos fejlődése lehetővé tette az egyre részletesebb és pontosabb modellek felépítését, így a hidrológia területén is egyre több számítógépes modellt alkalmaznak. Mindezek használata már nemcsak kutatási célokból jellemző.

A kutatásom elsődleges célja a különböző típusú csapadék adatok használatának összehasonlítása csapadék-lefolyás modellezése esetén. Mivel manapság akár ingyenesen is elérhetőek szoftverek az említett modellek létrehozására, rendkívül fontos, hogy a felhasznált adataink megfelelő minőségűek legyenek a modell felépítéséhez és igazolásához. Az általam felhasznált és modellbe bevitt adatok felszíni csapadékmérő állomásokról, illetve az ECMWF adatbázisából származnak. A kutatás másik fontos célja a szintén ingyenesen elérhető Magyar Tudományos Akadémia, Agrártudományi Kutatóközpont Talajtani és Agrokémiai Intézete (MTA AKT AKI) által elkészített talajfizikai paraméter adatbázis alkalmazhatóságának vizsgálata. A modellezésre kiválasztott területek a Sorok-Perint, a Jáki-Sorok és az Arany-patak részvízgyűjtői. Fontos megjegyezni, hogy a Gyöngyös-patak mesterséges vízkormányzásából származó vízhozama jelentősen befolyásolja a Sorok-Perint esetén a modellből kinyerhető adatokat.

A továbbiakban ismertetésre kerülnek a kiválasztott vízgyűjtőterületek, a modell felépítésének lépései és az ehhez használt szoftverek, a bemeneti adatok, a modell kalibrálásának és igazolásának eredményei a különböző adatok használata esetén, amely az alapját szolgáltatja az adatok használhatósági összehasonlításának.

Vizsgált terület bemutatása

A Sorok-Perint, a Jáki-Sorok és az Arany-patak vízgyűjtői összesen körülbelül 350 km²-t tesznek ki. A Jáki-Sorok 132 km², a Sorok-Perint 114 km², míg az Arany-patak 106 km² területű. A 1. ÁBRA szemlélteti a részletes helyszínrajzot. A modellezéshez hazai viszonylatban közepes méretűnek tekinthető vízgyűjtőterület kiválasztása volt a cél, amely feltételnek megfelelnek az említett vízgyűjtőterületek. Ez fontos szempont volt, ugyanis a vízgyűjtőterület nem lehetett túl kicsi, hogy a raszteres csapadékforrások esetén ne egy cellába essen a vízgyűjtőterület, illetve nem lehetett túl nagy, elkerülve a modell bonyolultságát és a túl változékony csapadékokat a vízgyűjtőn belül. Elhelyezkedését tekintve, az ország nyugati részén található a modellezett terület. A vizsgált részvízgyűjtők közül egyedül a Sorok-Perint található teljes mértékben az ország határain belül. Ez, illetve a többi részvízgyűjtő magyarországi területei a Nyugat-dunántúli Vízügyi Igazgatósághoz tartoznak.



1. ÁBRA: A vizsgált vízgyűjtőterületek

Az országhatáron belül főképp Szombathely és környékén jellemző az összefüggő és nem összefüggő városi település szerkezet és az ipari vagy kereskedelmi területek előfordulása. Szombathely területén kívül a nem öntözött szántóföldek a dominánsak. Az országhatárhoz közelítve találhatóak lomblevelű és tűlevelű erdők, emellett kis mértékben szőlősök és gyümölcsösök, illetve komplex művelésű területek.

Az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet agrotopográfiai fizikai féleség térképéről megállapítható, hogy szinte majdnem a teljes terület vályogos. Elhanyagolhatóan kis területen mindemellett homokos vályog is fellelhető. Emellett megállapítható, hogy a vízgyűjtőterületeken a közepes víznyelésű és vízvezető-képességű, nagy vízraktározó-képességű, jó víztartó talajok a legjellemzőbbek. ^[1]

Helyszíni bejárás során látható volt, hogy a vízfolyások medrei, illetve az azon kihelyezett vízmércék jó állapotúak, emellett a modellhez szükséges morfológiai paraméterek is felmérhetőek voltak.

Felhasznált adatok

A modell előállításához felhasználtam térinformatikai adatbázisok adatait, illetve kiszámítottam a szintén szükséges hidrológiai adatokat, mint például az összegyülekezési időt. A tanulmányhoz rendelkezésre álltak az Arany-patak, Gyöngyös-patak, Jáki-Sorok és Sorok-Perint változó időközönkénti (átlagosan 15 perces) vízhozam idősorai 2001. január 1-től 2017. december 31-ig. Szintén felhasználtam a már említett MTA AKT AKI adatbázisából származó talajfizikai paramétereket, amelyeket a modell felépítésénél részleteztem. Különösen fontos ismertetni a vizsgált csapadékadatokat.

Felszíni csapadékmérő állomások adatai

Az első adatforrást a felszíni csapadékmérő állomásokon rögzített idősorok jelentették. A terület kellő lefedéséhez hat állomás adataira volt szükség, név szerint a Gór, Répcevis, Szombathely és Felsőcsatár magyarországi állomások, illetve Hirschenstein és Dürnbach



2. ÁBRA: A végleges vízgyűjtőmodell szerkezete

im Burgendland osztrák állomások adataira. Az állomások adatai eltérő időintervallumokban álltak rendelkezésre, emellett pedig szükség volt az ezen állomásokon mért csapadékok területi átlagolására.

Ehhez medián módszert (más néven Thiessen poligon módszert) alkalmaztam. Az állomásokat összekötő egyenesekre felező merőlegeseket állítva osztottam fel a teljes területet. Így minden csapadékmérőhöz egy részterület tartozik, mely az adott állomáshoz legközelebb eső pontokat jelöli ki. Ezen a részterületen, az állomáson mért csapadékmagasságot egyenletesnek tekintjük. A módszer igen nagy előnye, hogy nincsenek kieső és fölösleges területek, valamint az, hogy a vízgyűjtőn kívüli állomásokhoz kisebb területeket rendel, mint a vízgyűjtő belsejében elhelyezkedőkhöz. [2] Az adatok feldolgozásához a MATLAB szoftvert használtam.

ECMWF adatbázis

A második alkalmazott csapadék adatforrás az ECMWF adatbázisa. Ez egy független, számos európai ország által támogatott szervezet, amely úgynevezett re-analízis adatokat szolgáltat, tehát a különböző forrású adatokat (például a felszíni állomások adatait, illetve a műholdas adatokat) interpolálják egy egységes rácshálózatra. Ennek előnye, hogy az adatbázis homogén és teljes, azaz nincsenek adathiányos helyek vagy időszakok. Emellett az adatbázis bizonyos részei ingyenesen elérhetők. Azonban az ECMWF adatbázis hátránya, hogy az interpoláció

során a térben változó adatok simításra kerülnek, azaz például az extrém csapadékintenzitások csökkenhetnek a valósághoz képest. A kis térbeli kiterjedésű csapadékeseményeket szintén nem feltétlenül tudja visszaadni az adatbázis a mérések hiánya vagy a durva rácsfelbontás miatt. Az általam felhasznált produktum a C3S ERA5. [3] Az adatok időbeli felbontása órás, térbeli felbontása 0.1° (~ 9 km), illetve 2001-től napjainkig szerezhetőek meg az adatok. Az ECMWF háló rácsai lefedik a vizsgált vízgyűjtőterületeket, amelyeket így több alrészre bontanak.

A HEC-HMS szoftver lehetőséget nyújt olyan meteorológiai modell létrehozására, amelybe területarányosan súlyozhatjuk a vizsgált vízgyűjtőinkhez tartozó vízmérce adatokat. Az ECMWF hálórácsából származó részterületek értékeivel súlyoztam a hálórács csapadék adatait, így ezek összege a vízgyűjtőterületen belül kiteszik a modellbe bekerülő csapadékatokat.

Modell felépítése

Az általam készített modell eseményalapú, egyesített paraméterű és determinisztikus. Az ArcGIS és HEC-HMS szoftverek segítségével állítottam elő a csapadék-lefolyás modelletemet, amelyhez szükséges a vízgyűjtőmodell és a meteorológiai modell.

Vízgyűjtőmodell

A vízgyűjtőmodell az ArcGIS szoftver segítségével hoztam létre. A szoftvert különböző bővítményekkel lehet kiegészíteni, mint például HEC-GeoHMS kiegészítő szoftver, amely esetén, a menükön végighaladva lehet lehatárolni a vízgyűjtőt, avagy elkészíteni a vízgyűjtőmodellt. A modellhez szükséges terepmodell alapja az EUDEM raszter adatbázisa volt. Miután a szoftver segítségével elvégeztem a vízgyűjtő lehatárolás lépéseit, ellenőriztem az eredmények hitelességét és exportáltam a modellt, hogy a HMS programba beolvasható legyen. Az elkészült vízgyűjtőmodell szerkezete a 2. ÁBRÁN látható.

Meteorológiai modell

A meteorológiai modellben megadható a mért csapadékatok bemeneti módja, amely a felszíni csapadéállomás adatai esetén a csapadék idősor megadását jelenti a vízgyűjtők területére (*specified*

hydrograph). Az ECMWF adatok esetén a kiválasztott meteorológiai modell adatai a már ismertetett módon, terület szerinti súlyozással kerültek figyelembevételre (*gage weights*).

Csapadék-lefolyás modell

A HEC-HMS program által a vízgyűjtőmodell és meteorológiai modell segítségével a csapadék-lefolyás modell már létrehozható volt.

A csapadék-lefolyás modell különböző számítási modulokból és bemeneti adatokból áll. A modell felépíthető a paraméter menü eszközein végighaladva. A 3. ÁBRÁN látható folyamatábra ismerteti a számítási lépések moduljait, illetve bemutatja, milyen módszerek kerültek kiválasztásra az adott számíthatóhoz. A szürkével jelölt lépéseket jelen modell esetén a hatékony csapadék számításánál vettem figyelembe.

A hatékony csapadék szeparálási módszerek közül az úgynevezett Green and Ampt módszert alkalmaztam, mivel ez a módszer tartalmazza az általam vizsgálni kívánt talajfizikai paramétereket, illetve vízgyűjtők modellezésekor ez az egyik legpontosabb módszer beszivárgás számításához. A Green and Ampt módszer lényegében az egyszerűsítése a Richard egyenletnek, ami egy tranzienst áramlási egyenlet a telítetlen porózus közegben zajló folyadékmozgás leírására.^[4] A módszer azt feltételezi, hogy a talaj kezdetben egységes nedvességtartalommal rendelkezik és a beszivárgás az úgynevezett csapantanyú elmozdulással jön létre.^[5]

A paraméterekhez megadásra került a maximális vízkapacitás, a szivárgási tényező értéke, a levegő belépési szívás, a veszteség nélküli területek aránya és a kezdeti víztartalom. A kezdeti víztartalom esemenyenként változó, míg a veszteség nélküli területek aránya 0 értéket kapott a modellben, ugyanis ennek értéke szintén figyelembe vételre került a hatékony csapadék meghatározás esetén. A többi hiányzó paraméter megadásához volt szükségem a már említett MTA AKT AKI Európai 3D Talajhidro-

lógiai adatbázisából kinyerhető adatokra.

Az adatbázisból háromféle talajfizikai paramétert töltöttem le, amelyek a HEC-HMS csapadék-lefolyás modellhez szükségesek. Az adatbázisban a paraméterek összesen hét mélységben vizsgáltak egészen 2 méterig. A térképek 250 méteres és 1 kilométeres felbontásban is elérhetőek. A kiindulási adatokról, a szükséges adatok előállításának módszeréről és az eredményekről tanulmány is készült 2017-ben^[6]. A tanulmány kifejti, hogy az adatbázis európai PTF (*pedotransfer functions*) módszer segítségével^[7] készült el. Ennek az európai PTF-nek az alapja az Európai Hidrológiai Adatbázis^[8].

A számomra szükséges és még hiányzó paraméterek, ahogyan az már említésre került, a maximális vízkapacitás (*saturated water content THS*) [$\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3} \cdot 100$] és a szivárgási tényező (*saturated hydraulic conductivity KS*) [$\text{cm} \cdot \text{nap}^{-1} \cdot 100$], illetve a levegő belépési szívás [cm]. Az első kettő paraméter értékei az ArcGIS szoftver segítségével leképezhetőek lettek az adatbázisból, a vízgyűjtőterületekhez tartozó átlagos értékek mélységenként. Mindezek után az egyetlen hiányzó talajfizikai paraméter a levegő belépési szívás (*suction*) [cm], amelynek értékét a HEC-HMS Technical Reference Manual 5. fejezetében található táblázat alapján a szivárgási tényező értékének függvényében határoztam meg.^[9] Ebben a táblázatban szerepel a talaj típusa is az adott szivárgási tényező és levegő belépési szívás esetén. A vízgyűjtőkre kapott paraméterek kezdeti értékei eszerint a táblázat alapján azt jelzik, hogy a vizsgált területek iszapos vályog vagy homokos agyagos vályoggal borítottak, így az adatok nem mondanak ellent a terület ismertetések során megállapított vályogos talajnak.

A felszíni összegyülekezési módszerek közül a Clark Unit Hydrograph egységárhullámkép módszert választottam. Az ehhez szükséges paraméterek az összegyülekezés idő, illetve a tározási együttható.

Az alaphozam módszerei esetén az apadási görbe (*recession*) lett a kiválasztott. Itt állíthatóak a kezdeti vízhozamok, a recessziós konstansok, a küszöbértékek



3. ÁBRA: A HEC-HMS számítási lépés moduljai

típusa és értékei. A kezdeti vízhozamok 0, a recessziós konstansok pedig 0.5 értéket vesznek fel. A küszöbérték típusa az árhullámcsúcshoz viszonyított arány (*ratio to peak*), melynek értéke 0.2 a vízgyűjtők esetén.

A kiválasztott mederbéli lefolyás (mederbéli árhullám transzformáció) számítási lépés módszere a kinematikus hullám. Itt állítandó a vízfolyás szakaszok hossza, esése, érdessége, alakja, szélessége és rézsűje, amelyeket az ArcGIS modell, illetve a helyszíni bejárás alapján vettem fel.

A kalibráció és az igazolás eredményei

A modellt az ismertett talajfizikai paraméterekkel kalibráltam, illetve igazoltam mindkét csapadékadat esetén, kiindulásként felhasználva az MTA AKT AKI adatbázisából kinyert értékeket. A kutatás eredményeképp megállapítható, hogy a kalibrálás és a validálás során is jobbak az ECMWF adatokkal előállított modell eredményei, a lefolyási mennyiségek nagyobb hatékonysággal feleltek meg a valós mért értékeknek. A kalibrálás során az ECMWF adatok minden esetben megfelelő értéket eredményeztek a modell esetén, amíg a felszíni adatoknál a kalibrálás nyolc esetből ötször adott elfogadható értéket. Azonban az ECMWF adatok esetén a talajfizikai paraméterek kalibrálása során nagyobb mértékben el kellett térni a kiindulási értékektől.

A lefolyási hányadokat vizsgálva, az ECMWF adatokból származó modell esetén a hányadok szórása, minimum és maximum közötti különbség jóval kisebb, mint a felszíni csapadék adatok esetén. A 4. ÁBRA

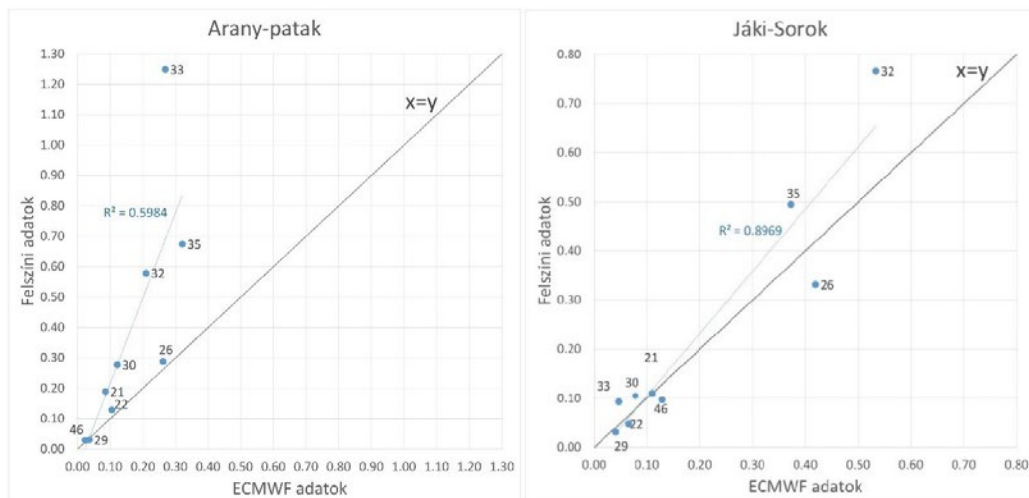
csoporton látható a felszíni, illetve ECMWF csapadék-adatok lefolyási hányadainak egymáshoz viszonyítása a három vízgyűjtőterület esetén. Mivel a vízhozam adatokat, azaz a lefolyást megbízhatóbbnak tekintjük, így a csapadék adatok feltehetően jobban közelítik a valóságot a realisabb lefolyási hányadok esetén.

Az Arany-patak és a Jáki-Sorok esetén látható, hogy a felszíni csapadékmérő állomás adatai tendenciózusan nagyobb lefolyási hányadokat eredményeznek, mint az ECMWF adatokból származó eredmények. A Jáki-Sorok vizsgálatánál a korrelációs együttható is jobb értéket mutat, mivel a vízgyűjtőterület esetén közelíti a legjobban egyhez, így ebben az esetben a leginkább elmondható, hogy a modell megfelel a mért adatoknak.

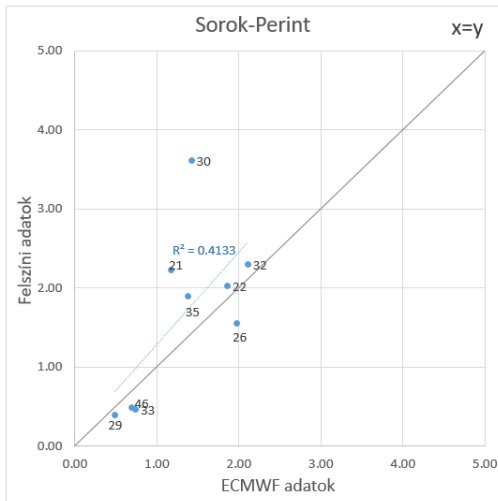
A Sorok-Perint esetén a mesterséges vízkormányzás hatása látható az 5. ÁBRÁN, ugyanis a lefolyási hányadok mindkét adattípus esetén valótlanul nagyobbak a vártnál. A korrelációs együttható is ebben az esetben a legrosszabb értékű, azaz kimutatható, hogy a Sorok-Perint esetén a modell rosszul közelíti a mérési adatokat.

Összefoglalás

Összefoglalva a leírtakat, a kutatás célja a különböző típusú csapadékadatok használatának összehasonlító elemzése, tekintettel a felszíni csapadékmérő állomások és az ECMWF adatbázis adataira, emellett az ingyenesen elérhető EU Hydro Soil térképek adatainak használhatóságának megállapítása.



4. ÁBRA: Az Arany-patak és a Jáki-Sorok lefolyási hányadai



5. ÁBRA: A Sorok-Perint lefolyási hányszalai

A csapadékatadatok használatát illetően a kutatás eredményei egyértelműen azt mutatják, hogy az ECMWF adatai sokkal inkább alkalmasak csapadék lefolyás modellezésére, mint a felszíni csapadékmérő állomások adatai. Összehasonlítva a két adathalmaz modelljeinek lefolyási hányszalait, azt láthatjuk, hogy a felszíni adatokból előállított modell esetén a hányszalok következetesen nagyobbak, mint az ECMWF adatok esetén. Emellett az ECMWF adatok esetén a lefolyási hányszalok szórása is kisebb a felszíni adatok lefolyási hányszalainak szórásánál, illetve sokkal inkább elérik az elvárt 0.1–0.6 közötti intervallumot. Ugyan a paraméterek az ECMWF adat alapú modell esetén nagyobb csökkentést igényeltek a kiindulási adatokhoz képest (Jáki-Sorok), a kalibráció így is ebben az esetben volt eredményesebben elvégezhető az eseményekre. A validálás értékei szintén kedvezőbben alakultak, több esemény esetén lehetett kimutatni a modell eredményeivel a mért értékeket a kalibráció után, mint a felszíni csapadékatadatokot felhasználó modellel. Az EU Hydro Soil térképek használhatóságát alátámasztják a kutatás készítése során kapott eredmények, azonban az értékek nem használhatók fel közvetlenül a modellezés során, csak nagyságrendi becslésre alkalmasak.

Mindezek mellett a kutatás témakörében még számtalan kutatási lehetőség van. Az ECMWF és a felszíni csapadékmérő állomások adatai mellett vizsgálhatóak lehetnének az OMSZ radar csapadék adatai és H-SAF műholdas adatállományok is. A modell felépítését illetően az osztott paraméteres megoldás is nyitott kérdés. Emellett a felszíni lefolyásra elvégzett kalibráció kiegészíthető az árhullámok alakjának, illetve a tetőző vízhozamok idejének kalibrációjával is. ■

Köszönetnyilvánítás

Szeretném megköszönni Nagy Eszter Dóra és Dr. Bene Katalin konzulenseim rengeteg segítségét és munkáját, mely nélkül jelen kutatás nem született volna meg. Köszönöm Rehák András Miklós segítségét a helyszíni bejárás megvalósításában. Hálaul tartozom az Országos Meteorológiai Szolgálat adatszolgáltatás terén nyújtott segítségével. Mindemmel köszönöm a Kék Bolygó Klímavédelmi Alapítványának ösztöndíj pályázati támogatását.

Irodalomjegyzék

- [1] Melléklet az AGROTOPO adatbázisához – letöltött adatok (MTA ATK TAKI)
- [2] Kontur, I., Koris, K., Winter, J. (2003) *Hidrológiai számítások* Lanograf Kft., Gödöllő, pp. 230-231.
- [3] Copernicus Climate Change Service (C3S) (2019): *C3S ERA5-Land reanalysis*. Copernicus Climate Change Service, 15/09/2019. <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/home> [Megtekintve: 2019. 09. 18.]
- [4] Freeze, R.A., Cherry, J. A., (1979) *Groundwater* Prentice-Hall, New Jersey
- [5] Scharffenberg, W. A. (2013) *Hydrologic Modeling System HEC-HMS User's Manual*, Washington, pp. 161.
- [6] Tóth, B., Weynants, M., Pásztor, L., Hengl, T. (2017) *3D Soil Hydraulic Database of Europe at 250 m resolution*, [Publikáció] Hydrol. Process., doi: 10.1002/hyp.11203
- [7] Tóth, B., Weynants, M., Nemes, A., Makó, A., Bilas, G. and Tóth, G. (2015) *New generation of hydraulic pedotransfer functions for Europe*. European Journal of Soil Science. 2015 January, 66: pp. 226–238.
- [8] Weynants, M., Montanarella, L., Tóth, G., Arnoldussen, A., Anaya Romero, M., Bilas, G., Wösten, H. (2013). *European HYdropedological data inventory (EU-HYDI)*. EUR – Scientific and Technical Research series – ISSN 1831–9424, Luxembourg. <https://doi.org/10.2788/5936>
- [9] Feldman, A. D. (2000) *Hydrologic Modeling System HEC-HMS Technical Reference Manual*, Washington, pp. 39-40.



KÜLÖNLEGES KITÉRŐSZERKEZETEK ÉS VÁGÁNYFONÓDÁSOK ALKALMAZÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI A VÁROSI VASÚTI KÖRNYEZETBEN

SZERZŐ:

BATKA ROLAND / BME építőmérnök hallgató

KONZULENSEK:

DR. VINKÓ ÁKOS / BME Út és Vasútépítési
Tanszék

TÓTH GÁBOR / BKV Vasúti Járműjavító Kft.

Bevezető

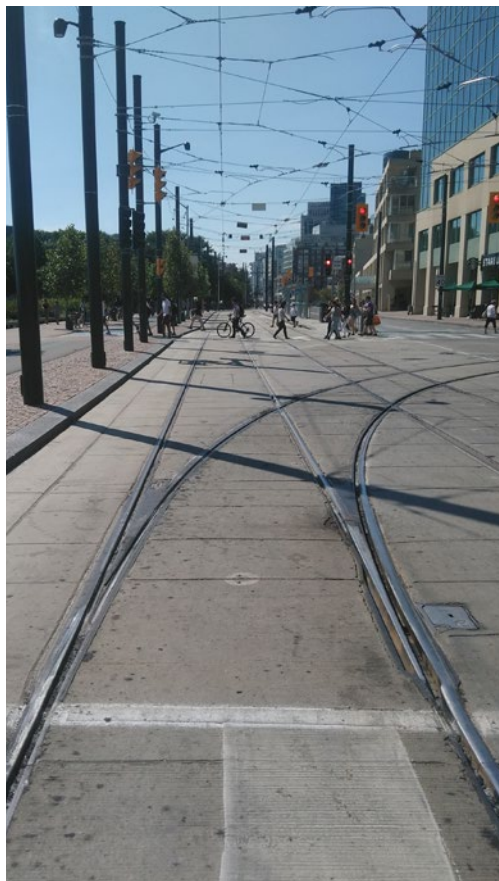
Az Országos Vasúti Szabályzat szerint a kitérő olyan szerkezet, amely lehetővé teszi, hogy a járművek folyamatos mozgással egyik vágányról a másikra áthaladhassanak. A hagyományos vasúti kitérők három fő részből állnak, ezek a váltó rész, a keresztezési rész, valamint a kettő között elhelyezkedő közbelső rész.

A vasúti kitérők a különféle tulajdonságú vasútüzemeknél eltérő jellegű és gyakoriságú terhelésnek vannak kitéve, ezért az egyes alkalmazási helyek sajátos megoldásokat igényelnek.

Kitérők szerkezeti kialakítása a váltó részénél

Szerkezeti kialakítás alapján a legáltalánosabban elterjedt változat a hagyományos kitérő, amely esetében a váltó részénél a két tősin között két mozgatható csúcscsín helyezkedik el, a keresztezési részen a külső sínszálak mellett vezetősínek vannak felszerelve, a belső oldalon pedig a keresztezési közép található. A váltó rész és a keresztezési rész között a közbelső rész pályasínekből áll.

A váltó részen azonban lehetséges olyan kialakítás is, amelynél az egyik csúcscsín a sínpáron kívül helyezkedik el, ezt külső csúcscsínés kitérőnek nevezik,



1. ÁBRA: Egycsúcscsínés kitérő a torontói közúti vasúti hálózaton

és nagy előnye, hogy a főirányban a vágány megszakítás nélkül kialakítható. A hagyományos kitérőnél a két csúcscsín vízszintes elmozdítása helyett alkalmazható a függőleges irányban elmozduló csúcscsín is, amelynél a mozgó és rögzített elemek közé nem tud beszorulni idegen tárgy vagy szennyeződés. A csúcscsín alkalmazásának hátrányait hivatott kiküszöbölni a tőcsínváltós kialakítás, ebben az esetben a tőcsínnek mozdulnak el a kívánt irányba. Ezen kialakításokon túl léteznek koncepciók a csúcscsínek hossztengetely irányú elfordítására is.

Bizonyos sajátosságok esetén (például fogaskerekű vasutaknál) szükség lehet olyan megoldásra, amikor a váltó részt, vagy akár az egész kitérőt vízszintesen szükséges mozgatni. Ekkor a tolópadokhoz hasonlóan egy hídszerkezet van kialakítva, amely a pályatengelyre merőlegesen el tud mozdulni, ezáltal a hagyományos kitérő ágai helyett az irányoknak megfelelő geometriájú homogén felépítményű folyóvágány kerül a szerkezetre. Helyszínrajzi köztöttség miatt létezik olyan hídszerkezet is, amely nem vízszintes irányban, hanem a pályatengely körüli hosszirányban fordul 180° -ot.

A megszakítás nélküli folyópálya kialakításának igényekor – különösen, ha a mellékirány elhanyagolható forgalmú – az ideiglenes kitérő (kúszó váltó) működési elvéhez hasonló mozgó felfutó elemes kitérő kialakítása is említésre méltó. Ennél a koncepciónál a főirányban a pálya a váltó részen homogén kialakítású, míg a felfutó elven működő mellékirány vízszintes irányú elmozdulással vagy hossztengetely menti elfordulással a csúcscsín a tőcsín sínkoronájára helyeződik. Lehetséges olyan elrendezés is, amikor a főirányban is saját felfutó eleme („csúcscsín”) van, ekkor az állítás során mindkét elem elmozdul.

A csúcscsín nélküli kitérő olyan kialakítás, amely a tőcsínváltós kitérőre hasonlít. A váltó részen a hagyományos két tőcsín és két csúcscsín helyett négy, a geometriának megfelelő tőcsín van, amelyek sín-székeken tudnak oldalirányban mozogni. A mozgás félváltóként egy pont körüli (gyökkötés) elfordulással vagy rugalmas tőcsín elhajlításával történik.

A mozgó alkatrész nélküli kitérő fonódott vágányoknál használatos. A működési elve, hogy az egymáshoz képest kismértékben eltérő nyomtávú járművek azonos pályát vesznek igénybe, kihaz-



2. ÁBRA: Mozgatható rugós könyöksín Észak-Amerikában



3. ÁBRA: Irányba forduló keresztezési középrész az opicinai villamoson

nálva a nyomjáték adta lehetőségeket. A kitérőben a két nyomtáv szétválasztása egy speciális, hegyes végű vezetősínnel (csúcscsínnel) és a kerekek nyomkarimájának segítségével történik.

A váltó rész kialakításának egy speciális lehetősége a hazánkban már nem alkalmazott egycsúcscsín kitérő. Ezt a típus elsősorban a közúti vasutaknál alkalmazzák, de nagyvasúton is előfordul. Az ilyen szerkezetek működési elve, hogy a kitérő irány belső vagy külső ívén egy csúcscsín van alkalmazva, amely a helyes irányba haladást, az iránytartást biztosítja. Az átellenes oldalon lévő ívnel azonban a csúcscsín helyett egy járható lapos felü-



4. ÁBRA: Mozgó keresztezési rész Zwackauba



5. ÁBRA: Mozgó könyöksínes átszelés Zwackauba

let van kialakítva a nyomcsatornában. Erre a részre a jármű a nyomkarimájával felfut, az alátámasztás által folyamatosan biztosított.

A keresztezési rész kialakítási lehetőségei

A vágányok fizikai elkülönítése a keresztezési részen fejeződik be. A hagyományos kitérők esetében a keresztezési részen két sínszál keresztezi egymást. Ennél a metszésnél megfelelő áthaladást kell biztosítani mindkét irány nyomkarimája számára, valamint lehetővé kell tenni az áthaladás során a kerékpárok folyamatos vezetését és alátámasztását. A hagyományos kitérő keresztezési része egy keresztezési csúcsból, két könyöksínből és két vezetősínből és a csatlakozó sínekből áll. A csúcs-sín felől haladva a könyöksínek elengednek a mozgó nyomkarima vezetését, de a kerék széles futófelületének köszönhetően az alátámasztás nem szűnik meg ugyanebben a pillanatban. Ezen a szakaszon az áthaladó kerék vezetés nélkül marad, ezért a másik sínszál mellett vezetősínt kell alkalmazni. Ennek

az a jelentősége, hogy a merev egységet alkotó kerékpár így folyamatosan vezetett és távol tartott a keresztezési középtől, megóvva a túlzott igénybevételtől. Amint a kerék futófelülete a keresztezési középhez ér, megkezdődik az alátámasztása, és a kerék a könyöksínnel egyre vékonyodó felületen érintkezik, majd bekövetkezik a teljes teherátadás a keresztezési középére. A keresztezési hézag kiküszöbölésére számos különleges megoldás létezik, hazánkban azonban egyáltalán nincsenek elterjedve.

A kitérők ezen pontjai hazánkban a nagyvasúton jellemzően mélyvályús kialakításúak, közúti vasutaknál emellett gyakori a felfutós, csökkentett vályómélységű és emelt könyöksínes és/vagy súlyosított csúcsos kialakítás is. Az ugyancsak közúti vasúton ismert főirányban megszakítás nélküli kitérő működési elve, hogy a közbelső részen a felfutós keresztezéshez hasonlóan a járműteher hordását a nyomkarima veszi át, ám a felfutó lejtő egészen a sínkoronáig emeli a nyomkarimát. A kerék a sínfejen és a nyomcsatornán átgördülve az ellenkező oldali felfutó lejtőn tér vissza a futófelületen történő érintkezéshez, míg a főirányban ezen a szakaszon is homogén pályasín van beépítve.

A keresztezési középrész speciális kialakítása, amikor annak vízszintes elmozdulását lehetővé téve a középrész a könyöksínhez hozzásimul, ezzel zárva a folytonossági hézagot. A mozgatható könyöksín az előzővel ellentétes működésű, a mereven rögzített keresztezési középhez simul hozzá a vízszintesen mozgatott könyöksín. A könyöksín mozgatásának különleges megoldása a mozgatható rugós (visszacsapó) könyöksín, amely a kiemelt forgalmú irány-



6. ÁBRA: Külső csúcssínes kitérő Észak-Amerikában

ban folyamatosan biztosítja a folytonos alátámasztást, míg a mellékirányban haladó járművek kerekei a zárt hézagot felhasítják.

A retesz kialakítású keresztezési közép működési elve, hogy a választott irány könyöksínje és a középrész között egy ék tölti ki a nyomcsatorna hézagot, ezáltal minimálisan csökkentve a folytonossági hiányt a futó- és vezetőfelületen. Ennek legkézenfekvőbb kialakítása, ha a retesz függőlegesen, felfelé mozdulva hozza létre a kitérőirányoknak megfelelő alternatívát. Az irányba forduló keresztezési középrész esetében a mindkét irány által közösen használt blokkelem függőleges tengely mentén fordul a kedvező irányba. Ezt a kialakítást jellemzően egysínű rendszereknél használják, de előfordul hegyi pályán is.

Fonódott vágányok

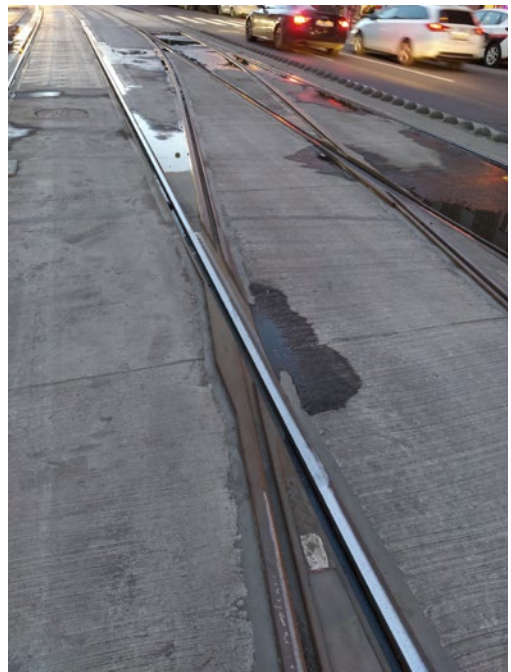
Vágányfonódásnál két egymás melletti párhuzamos vágány úrszelvényei egymásba nyúlnak, a fonódott szakasz pedig egyvágányúnak tekintendő. Vágányfonódás kialakításának számok oka és megvalósulási formája lehetséges. Egy tulajdonság azonban közös bennük, a fonódott vágányszakasz kezdeténél az egyvágányú vasúti pálya ágazik szét, amelynél szinte minden esetben megjelennek kitérőknél alkalmazott szerkezeti elemek is.

Vágányfonódásnál megkülönböztetünk két- és több vágány fonódását, azonos és eltérő nyomtávú fonódásokat, a pályatengelyhez képest szimmetrikus és aszimmetrikus elrendezésben. A fonódott vágányok speciális pontjai a már említett elágazások (divergence), és az átmenetek (transition). Ez utóbbi esetében az aszimmetrikus elrendezést helyi sajátosságok miatt (deltavágány, fordítókorong, stb.) a pályatengelyre tükrös elrendezésre kell átvezetni.

A vágányfonódások egyre terjedő alkalmazási területe, amikor az eltérő méretű úrszelvények miatt utasperonok mellett kell vágányelhúzást kialakítani.

Javasolt kialakítások

A fentiekben említett helyszínrajzi, geometriai és szerkezeti kialakítások áttekintésével, számos hazai és külföldi példa tanulmányozásával lehetőség nyílik a tanulságok levonására, új, egységként alkalmazható megoldások használatára. Az eltérő igényű pá-



7. ÁBRA: Főirányban megszakítás nélküli keresztezési rész a Corvin-negyednél

lyahálózatok számára az adott üzemhez és helyszíni követelményekhez megfelelő szerkezeti javaslatok és kialakítások célszerűbben használhatók.

A **végállomási keresztkapcsolatok** jellemzően nagyforgalmú, jelentős igénybevételnek kitett pályaszakaszok. A vasúti járművek közlekedésekor fellépő dinamikus terhek csökkentésére a kitérő fő- és mellékirányában is kiemelten fontos a járművek folyamatos alátámasztása és iránytartása. Ennek érdekében a változó részen két csúcspont alkalmazása javasolt, míg a kitérő és az átszelés keresztezési részén állítható mozgó elemekkel szükséges a keresztező sínszálhoz tartozó hézagot megszüntetni.



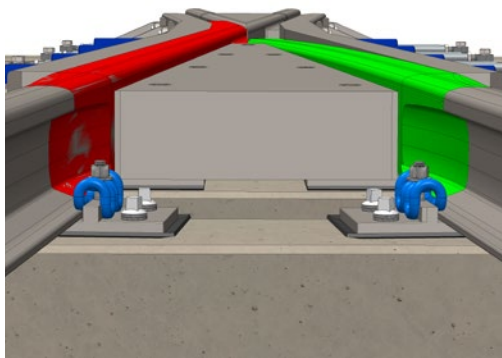
8. ÁBRA: Kitéró a Northeast Corridor nagysebességű vasútján

A **vonali visszafogáshoz** alkalmazott legmegfelelőbb kitérőtípus kiválasztásánál az alapvető cél, hogy főirányban a forgalmi járművek sebességcsökkentésre ne kényszerüljenek. Ennek érdekében a váltó rész nem lehet hasítható állásban, továbbá Phoenix-sínek alkalmazásakor a vályumélység nem lehet csökkentett. A kizárólag gyök felől járt, ám rugóval főirányban rögzített váltó részen ennek köszönhetően az egyik csúcssín elhagyható. A kedvezőbb futás érdekében a keresztezési rész főirányban megszakítás nélküli kivitelben a legmegfelelőbb.

A **mellékirányban alacsony forgalmú kitérő** olyan helyeken alkalmazható, ahol két forgalmi vágány ágazik el, ám az egyik irány forgalma a menetrendi sajátosságoknak köszönhetően számottevően nagyobb. Mivel a forgalmi járművek jelentős igénybevételt jelentenek, a váltó részen két csúcssín alkalmazása indokolt. A keresztezé-

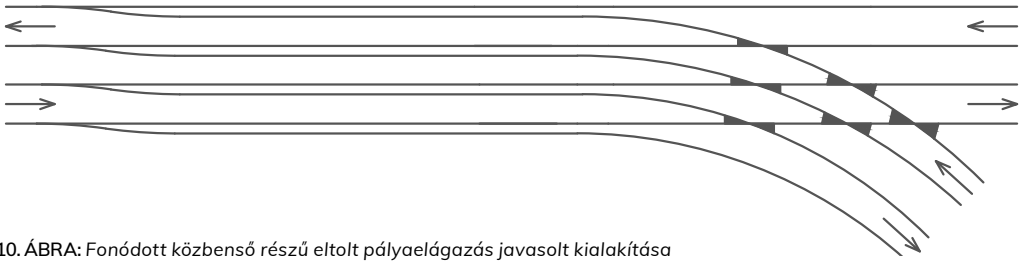
si rész rugós mozgó elemek felhasználásával úgy alakítandó ki, hogy a hasítás a kisebb forgalmú vágány felé történjen. Phoenix rendszerű síneknél többek között ennél az elrendezésnél is alkalmazható a kvázi túlelérés a közbelső részen az eltérő sugarú ívek miatti vágányhossz különbségből fakadó kopás csökkentése érdekében.

A **csúcs felől járt üzemi kiágazás** a legkedvezőbb módon úgy alakítható ki, ha a főirányban a forgalmi járművek számára lehetőség szerint semmilyen számottevő eltérés ne legyen a vonali vágányhoz képest. Ezáltal mindkét tősin párhuzamos, egyenes irányú és megszakítás nélküli. Az eltérítő ág felé tereléskor a belső oldalon a csúcssín kívülről záródik a tősinhez, külső csúcssínes kialakítású. A keresztezési rész főirányban megszakítás nélküli kivitelű, az ehhez szükséges felfutó lejtőket a közbelső részen és a villasínen kell kialakítani.



9. ÁBRA: Retesztes kialakítású keresztezési középrész vázlatos rajza

Az **eltolt pályaelágazás fonódott közbelső résszel** olyan helyszínekre javasolt, ahol a váltó résznél a járművek alacsony sebességgel közlekednek, míg a keresztezési résznél a lehető legmagasabb sebesség elérése kívánatos. Az alacsony sebességnek köszönhetően a váltó részen egy csúcssín alkalmazása is elegendő, amennyiben az megfelelően reteszelve van a tősinhez. Az eltolt alaprajzi elrendezés miatt a közbelső rész vágánya fonódott, míg a közbelső rész emelt könyöksínes kialakítású. Az emelt könyöksín nem biztosítja a keresztezési hézag megszüntetését, ám a keresztezési csúcs kopását csökkenti.

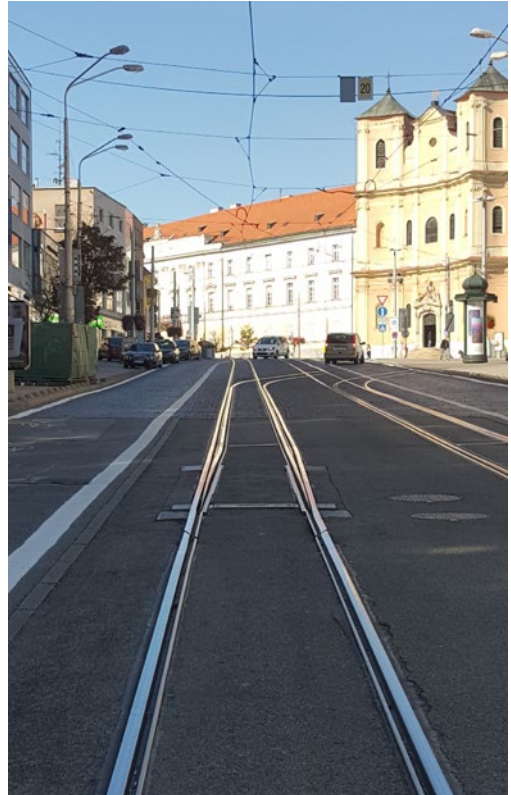


10. ÁBRA: Fonódott közbenső részű eltolt pályaelágazás javasolt kialakítása

A nagyszögű vagy derékszögű átszelés esetében a cél a pálya és a jármű közötti dinamikus terhek csökkentése, ezért a keresztezési hézag megszüntetése elsődleges szempont. Az átszelés keresztezési részei ezért állítható mozgó elemes kivitelűek, amelyek mindig annak az iránynak a nyomcsatornáját zárják, amely felől a jármű érkezése nem várható.

Összefoglalás

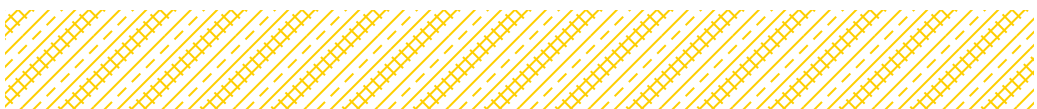
A hazai vasutakon a kitérők területén különösen jelentős az elmaradás, az elmúlt évtizedekben kevés, a fennálló problémákat a gyökerénél megszüntető vagy alapjaiban eltérő kialakítás honosodott meg a kedvező külföldi példák ellenére. Ennek oka magyarázható a nehezen változó jogszabályi környezettel, forráshiánnyal, a piacok és külföldi példák korlátozott hozzáférhetőségével, de végső soron a szándék hiányával is. A felvetett problémákra rég elfeledett hazai és innovatív külföldi példák alkalmazása adhatja meg a választ. A bemutatott szerkezeti megoldások jellemző helyszínrajzi kialakításoknál történő alkalmazási lehetőségeit vizsgálja. A helyi viszonyok figyelembevételével az egyes koncepciók tulajdonságainak legjobb kihasználása a vasútüzem, továbbá közvetlenül az utasok, fuvaroztatók, mint szolgáltatást igénybe vevők előnyére fordítható. ■



11. ÁBRA: Eltolt pályaelágazás fonódott közbenső résszel Pozsonyban

| Forgalom | | 2. irány forgalma | | |
|-------------------|----------------------------------|-------------------|---------|----------------------------|
| | | Jelentős | Átlagos | Szórványos vagy csak üzemi |
| 1. irány forgalma | Jelentős (pl.: Bp. 4-6 vill.) | A | B | C |
| | Átlagos | B | B | C |
| | Szórványos vagy csak üzemi | C | C | D |

1. TÁBLÁZAT: Keresztezési részek javasolt szerkezeti kialakításai (A – keresztezési hézag megszüntetése mozgó elemekkel; B – csökkentett vályómélységű keresztezés; C – főirányban megszakítás nélküli keresztezés; D – mélyvályús keresztezés)



A SAVAS KÖRNYEZETEK ÁLTAL OKOZOTT BETONKORRÓZIÓ VIZSGÁLATA

SZERZŐ:

SOMLAI BÁLINT / BME építőmérnök hallgató

KONZULENSEK:

DR. KOPECSKÓ KATALIN / BME Geotechnika és Mérnökgeológia Tanszék

DR. BALÁZS L. GYÖRGY / BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék

Bevezetés

A beton és vasbeton szerkezetek kémiai korróziója egyre növekvő problémát jelent épületeink, infrastruktúránk, és egyéb műtárgyaink fenntarthatósága és időállósága szempontjából. Az elmúlt évtizedekben több súlyos következménnyel járó tönkremenetel történt, amelyek háttérben korrózió okozta problémák álltak. Ezen esetek fényében a beton szerkezetek korrózióvédelme előtérbe került. Azonban a probléma komplexitása és a korróziót kiváltó anyagok és környezetek sokfélesége miatt nem alakult ki széles körben elterjedt vizsgálati eljárás vagy az ellenállóságot megfelelően előíró szabvány. A szabványosítás területén ugyan történtek előrelépések, azonban a szabványok a mai napig nem fedik rendszeresen a felmerülő esetek megfelelő hányadát,

ugyanis ezek általában követelmények teljesítésére vonatkozó rendelkezések. Ezeket valószínűleg le fogja váltani a valószínűség elméletre alapuló előírások ám azokhoz nem áll még rendelkezésre minden.

A témában több terület kutatására van és igény és lehetőség annak érdekében, hogy a jövő szerkezeit megfelelő tartóssággal készíthessük. Ezek közül két témába volt szerencsém betekintést nyerni és kutatómunkát végezni az *NVKP 16-1-2016-0019 „Fokozott ellenállóképességű (kémiai korrózióval szemben ellenálló, tűzálló és fagyálló) beton termékek anyag-tudományi, kísérleti fejlesztése”* című pályázat keretében. Az első téma a betonok savkorróziós ellenálló képességének növelése, ami során különböző cementek és cement kiegészítő anyag keverékek ellenálló képességét vizsgáltunk. A másik téma



1. KÉP: Savkorrózió okozta sérülések miatt összeomlott siló



2. KÉP: Savkorrózió okozta károsodás csatornában



3. KÉP: A savkorróziós vizsgálatokhoz előállított cementpép próbatestek

pedig a savkorróziós ellenálló képesség vizsgálati módszereinek tanulmányozása volt, amely során különböző konfigurációjú kísérleteket folytattunk annak érdekében, hogy új vizsgálati módszereket dolgozzunk ki, valamint, hogy az egyes vizsgálati módszereket jobban megismerjünk.

Nemzetközi viszonylatok

Amióta a beton építmények korróziós problémái ismertté váltak, több kísérlet indult el a problémák megoldásának felderítésére. A legtöbb agresszív savas környezet felismerésre került és az itt lezajló korróziós mechanizmusok nagy része is ismertté vált általános betonok esetén. Azonban a beton és anyagtechnológia fejlődésével, valamint a másodlagos nyersanyagok felhasználásának igényével megjelentek olyan anyagok, amelyek hatása az ellenállóképességre, vagy azok ellenállóképessége nem ismert. Ezen anyagokon azonban még nem végeztek olyan átfogó kísérleteket, amelyeket a hagyományos elődeiken. A vizsgálati módszerek területén a leginkább az eredeti környezeteket szimuláló eljárások kerültek kidolgozásra. Ezek azonban igen specifikus körülményeket jelentenek, így nem igazán használhatók általános tesztlésre, gazdasági vagy nyersanyag, esetleg idő igényük miatt.

Problémát jelent továbbá, hogy a komplexebb korróziós folyamatok néhány részlete a mai napig nem tisztázott, valamint a szakirodalomban is található

ellentmondásos megállapítás. Hasonlóan, a vizsgálatok terén is jelentős hiányosságok vannak. Mivel minden, vizsgálatot végző kutatócsoport a saját készülékeit, eljárását használta, valamint ehhez speciális próbatest típusokat készített el, nem alakult ki egységes módszer. Az egységes módszer hiánya további problémát vet fel a létező adatok összehasonlíthatóságával kapcsolatban is.

Savkorrózióknak fokozottan álló kötőanyagok vizsgálata

A területen végzett kutatások egyike, azon anyagok vizsgálata, amelyek javítani képesek az ellenálló képességet. Több olyan anyag is ismert, amely a beton teljesítőképességét, elsősorban mechanikai tulajdonságait javítja, ám ezek keverékeinek, illetve konkrét savakra vonatkozó korróziójának és roncsolódása során lezajló folyamataiknak részletei nem minden esetben ismertek. Ilyen anyagok pl. a metakaolin, a szilikapor, vagy az őrlött kohósalak. Továbbá léteznek újfajta cement készítmények vagy betonok, mint a polimerrel módosított betonok, polimerbetonok vagy a polimercement betonok, amelyek viselkedése ilyen közegekben nem igazán ismert még. Személyesen különböző metakaolin, szilikapor és kőszénpernye tartalmú kötőanyag keverékekkel, valamint kohósalak tartalmú kereskedelmi és laboratóriumi cementekkel volt szerencsém foglalkozni, ezen kívül betekintést nyerhettem a polimerrel módosított cementek alkalmazására is.



4. KÉP: Próbatestek „hagyományos” vizsgálat során sav oldatban tárolva

De hogyan is vizsgálunk meg egy ilyen készítményt? A mi esetünkben először is nem betonokat, hanem cementpépet és habarcsot vizsgáltunk. Erre azért van szükség, mert ugyan így nem a végterméket vizsgáljuk, de a beton alkotórészei közül a cement a leggyengébb savkorróziós ellenálló képesség szempontjából (amennyiben az adalékanyag, pl. kvarckavics ellenállóképessége megfelelő). Így előnyösebb csak a kötőanyag vizsgálata, mivel több, kisebb próbatest készíthető, amelyek több egyedi mérési eredményt szolgáltatnak. Erre különösképpen igény volt a nyomó- és hajlító-húzószilárdság vizsgálatok miatt, amelyek esetén – a savkezelés során változó nyomott felület mérete miatt – viszonylag nagy szórással születnek eredmények. A habarcs próbatestek vizsgálatára pedig azért volt szükség, mert ezeken megfigyelhető, hogyan viselkedik a keverék adalékanyaggal együtt. A próbatesteket savas oldatokba helyeztük, majd ott tartottuk őket, miközben az oldatot hetente cseréltük. A savas környezetben történő kezeléseik előtt és után lemértük a próbatestek méreteit és tömegét, vizsgálatuk a szilárdsági, valamint tömegösszetéti tulajdonságokat, valamint mintákat küldtünk higanypenetrációs porozimetriára és héliumpiknométeres sűrűségmérésre. Ezen kívül a mintákat vizsgáltuk pásztázó elektronmikroszkóppal is, valamint végeztünk kloridion migrációs vizsgálatot is. Hogy miért van ennyi adatra szükség, arról részlete-

sebben később lesz szó, de a lényeg, hogy nem lehetséges egy adat alapján kijelenteni, melyik keverék teljesített a legjobban.

Magát a savkorróziót több savval is vizsgáltuk, név szerint kénsavval, ecetsavval és tejsavval. A kénsav az egyik legtöbb kárt okozó sav az építőipar szempontjából (csatornák, hűtőtornyok), így ezt ezért vizsgáltuk, míg az ecet és tejsav a leggyakrabban előforduló szerves sav (mezőgazdaság, élelmiszeripar). Vizsgáltuk továbbá az abrúziós hatást. Ezt úgy végeztük el, hogy a kijelölt minták felületét heti gyakorisággal megtisztítottuk, eltávolítottuk a korróziós terméket. Ennek jelentősége, hogy figyelembe veszi azon eseteket is, amikor a korrózió közben a szerkezetet pl. áramló folyadék, vagy egyéb mechanikai hatások is érik. A vizsgálatokat elvégeztük 28, 180 napos koroktól indítva is. Ez azt jelentette, hogy megfigyelhettük azt is, hogyan változik a savállóság időben, és hogy van-e ezen változásban különbség az egyes keverékek között.

A keverékek közti teljesítőképesség eltérésein kívül sikerült egyéb megfigyeléseket is tennünk. Az egyik ilyen megállapítás az abrúziós hatások figyelembevétele volt. Azon minták károsodása kimutathatóan jelentősebb volt, amelyeket abrúziós hatásnak is kitéttük, mint azok, amelyeket nem. Kén- és ecetsavak esetében ez jelentősebb volt, míg a tejsav esetében, annak eltérő mechanizmusa miatt kevésbé volt hatása. Ez mutatja, hogy olyan környezetekben, ahol abrúziós hatások lehetnek jelen, a betonok nem úgy fognak viselkedni, ahogyan azt az egyszerű vizsgálatok előre jeleznék. Ilyen körülmények pedig több helyen előfordulhatnak, például siló vermek esetében, az azokban tárolt anyagok mozgatása abrúziós hatást is kifejt a betonra; vagy a csatornában, ahol a szennyvíz áramlása hozza létre az abrúziós hatást. Eredményül egyes esetekben a szerkezet jelentősen az előírt élettartama előtt károsodhat, vagy veszíthet teherbírásiából. Egy másik megfigyelésünk a porozitás hatásával volt kapcsolatos. Sok esetben a porozitást szoros összefüggésben kezelik az ellenállóképességgel, ami nem alaptalan, mivel a nagyobb porozitás nagyobb fajlagos felületet jelent, nagyobb felület engedve pl. a korrozív reakcióknak. Ez általánosan igaz, ám mint azt tapasztaltuk, ez nem minden esetben van így. Ennek jelentősége, hogy egyes szabványokban, tervezési előírásokban határértéket állapítanak meg a porozításra vagy légtartalomra nézve, amely a savas környezeteknek ellenálló betonok tervezése esetében nem minden esetben helytálló.

Vizsgálatok módszertani megközelítése

Mint arról az előzőekben szó volt, a vizsgálatok körülményei, mint például az abrázíós hatás, nagymértékben befolyásolják annak eredményét. Ez kiterjed egyéb körülményekre is, mint a savas közeg mozgása, az abrázíós hatás milyensége, a savas közeg erőssége vagy a sav adagolásának üteme. A probléma azonban jelen van nemzetközi szinten is, mivel a legtöbb itt említett paramétert minden vizsgálati módszer máshogyan vesz figyelembe. Ez azt eredményezi, hogy bár a vizsgálatok önmagukban értékes információt jelentenek, és fontos következtetések vonhatóak le azon kísérletekből, amelyekhez felhasználják őket, a különböző vizsgálatokból származó adatok viszont nehezen vagy szinte egyáltalán nem összehasonlíthatók. Így esünk attól a lehetőségtől, hogy a témában már létező adatok nagy részét elemezni tudjuk más kontextusban vagy más, esetleg új adatokkal ki tudjuk egészíteni és összehasonlítani őket. Ugyanakkor fontos megérteni, hogy ennek hátterében ezen vizsgálatok különféle célokra kialakítása áll, amikor is egy adott környezet részletes vizsgálata vagy megértése a cél, nem a nagy léptékű tesztelés.

Annak érdekében, hogy olyan vizsgálati módszer jöjjön létre, amely megfelelően képes ipari körülmények között megbízhatóan adatokat szolgáltatni új termékek és receptúrák savkorróziós ellenálló képességéről, egy olyan kísérletsorozatot állítottunk össze, amely során az egyes vizsgálati paramétereket tudjuk összehasonlítani. Azonban ahhoz, hogy minden ilyen paramétert meg tudjunk vizsgálni egy sokkal nagyobb szabású projektnek kellene indulnia, így csak pár válogatott paramétert tudunk vizsgálni. Legfőképpen az abrázíós hatásokra és a különböző savassággal végzett, különböző időigényű vizsgálatokra fókuszáltunk.

Kísérletünk különböző konfigurációval felállított vizsgálatokból áll, amelyeknek azonos keverésekből származó beton mintákat tettünk ki. Ezekből ismét különféle módszerekkel nyertünk ki adatokat. Erre azért volt szükség, hogy megállapíthassuk a végbemenő folyamatok különbségeit olyan esetekben is, ahol egyszerűbb módszerek nem megkülönböztethető eredményekre vezetnek. Használtunk egyszerű tömeg és méret mérést, de pásztázó elektronmikroszkópiát, CT vizsgálatot, és kloridion migrációt is. A kísérletsorozat még tart, így az eredményeket jelen állapotban nem áll módunkban bemutatni.

A kísérletben helyet kapott a hagyományos módon, savas oldatban tárolt és amellett gépi abrázíós hatással kiegészített vizsgálat. Ezen célra a kutatás során épített ún. savkorróziós gépek kerültek kifejlesztésre, amelyek a különböző folyadék áramlásának hatásának vizsgálatát, az abrázíós hatások szélesebb körű megfigyelését teszik lehetővé. Ezek mellett végzünk vizes közeggel is kísérleteket, hogy az abrázíós hatások sav nélkül okozott hatásait is számításba tudjuk venni.

A kísérlet eredményei remélhetőleg közelebb hoznak minket annak elhatározásához, hogy hogyan is lenne érdemes egy olyan vizsgálatosorozatot összeállítani, amely nagy számban végezhető, gazdaságos, időigény és nyersanyag felhasználás szempontjából is hatékony, azonban mégis megfelelően képes meghatározni egy cementkötésű anyag kémiai ellenálló képességét. ■

Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani az NVKP 16-1-2016-0019 „Fokozott ellenállóképességű (kémiai korrózióknak ellenálló, tűzálló és fagyálló) beton termékek anyagtudományi, kísérleti fejlesztése” című pályázaton keresztül kapott kutatási támogatásért.



5. KÉP: A dinamikus savkorróziós esetet vizsgáló gép





VÁROSTERVEZÉSI NAPOK 2020: BÉKÁSMEGYER

1. HELYEZETT CSAPAT, TAGJAI:

CHROMICSEK ADRIENN / BME építészmérnök
hallgató

FAZEKAS MIHÁLY / SZIE tájépítész hallgató

KUKLIS TIBOR / BME építészmérnök hallgató

NYITRAINÉ FLODERER MÓNIKA ILDIKÓ /

SZIE településmérnök hallgató

RÁCZ GERGELY BARNABÁS / BME

közlekedésmérnök hallgató

SZALAY ÁRON / BME építőmérnök hallgató

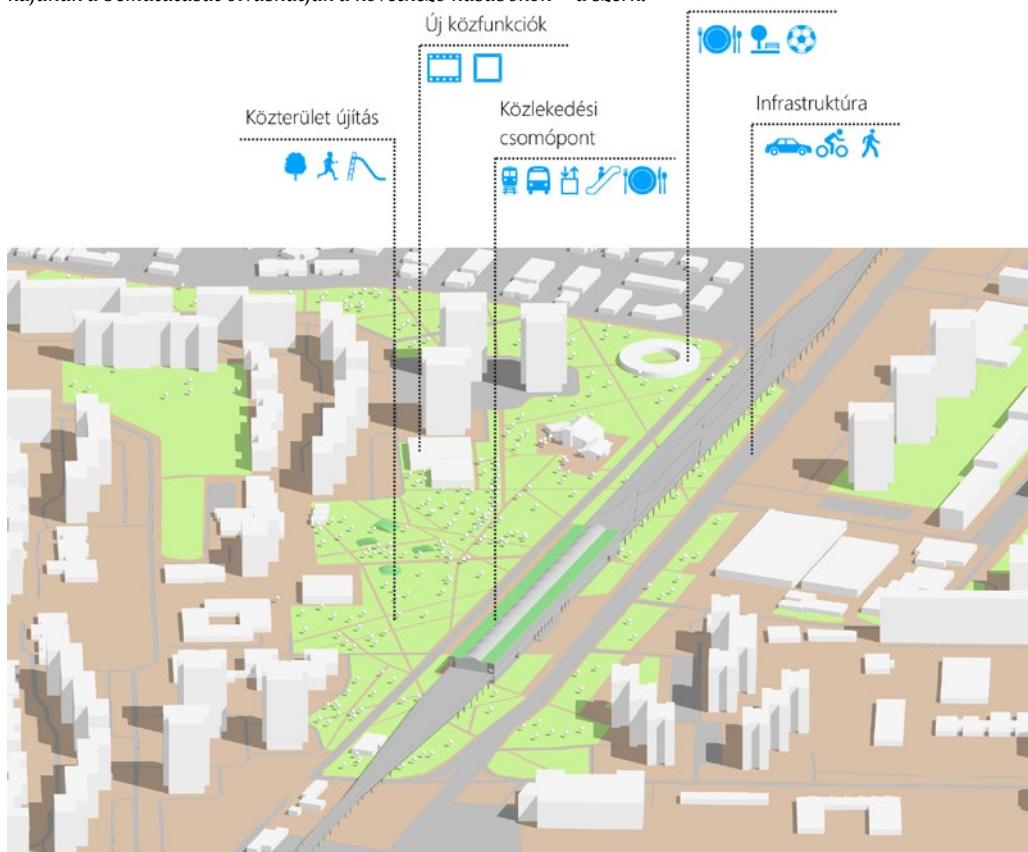
SZENTKUTI ALEXANDRA / SZIE tájépítész

hallgató

A CIKKET ÖSSZEÁLLÍTOTTA:

SZALAY ÁRON / BME építőmérnök hallgató

2020. március 6–9. között éppen sikerült a világ teljes leállása előtti utolsó pillanatban megtartanunk az immáron 11. alkalommal megrendezett Várostervezési Napokat. A négy szakkollégium által szervezett műhelyverseny tervezési területe Békásmegyer HÉV állomás és közvetlen környezete volt. Az első helyezett csapat projekt munkájának a bemutatását olvashatják a következő hasábkon – a szerk.



Tervezési feladatunk során a szentendrei HÉV, a 11-es főút, valamint a vele párhuzamos utak által kettéválasztott Békásmegyert igyekeztünk egyesíteni és korszerűsíteni. A városrész nemcsak fizikailag, de funkcionálisan is megosztott: például a rendelő és az oktatási intézmények a nyugati, míg a piac és a bevásárlóközpont a keleti oldalon helyezkednek el. A forgalom kérdése ugyancsak megoldatlan: a Budapest belvárosa felé vezető utakon rendszeresen a torlódások, a HÉV-állomás miatt pedig nehéz a gyalogos, a kerékpáros és az autós közlekedés a két oldal között. Célunk volt, hogy ezeket a problémákat kiküszöböljük, és az adott épített és természetes környezet felhasználásával a 21. század igényeire hangoljuk a városrészt.

A városrész térségi szerepe nagyrészt közlekedési csomópontként manifesztálódik, azonban a jövőben lakó- és munkahelyek, illetőleg új, hiánypótló funkciók teremtésével, fenntartásával Budapest szélén kíván egy kisebb alközpontként működni magának és környező agglomerációjának a kiszolgálásával. Ezen célok megvalósítása érdekében a következő feltételek teljesülése kívánatos:

- » a lakóépület-állomány folyamatos fejlesztése, karbantartása, új épületek építése;
- » a meglévő munkahelyek betöltése, új munkahelyek teremtése, a vállalkozások segítése;



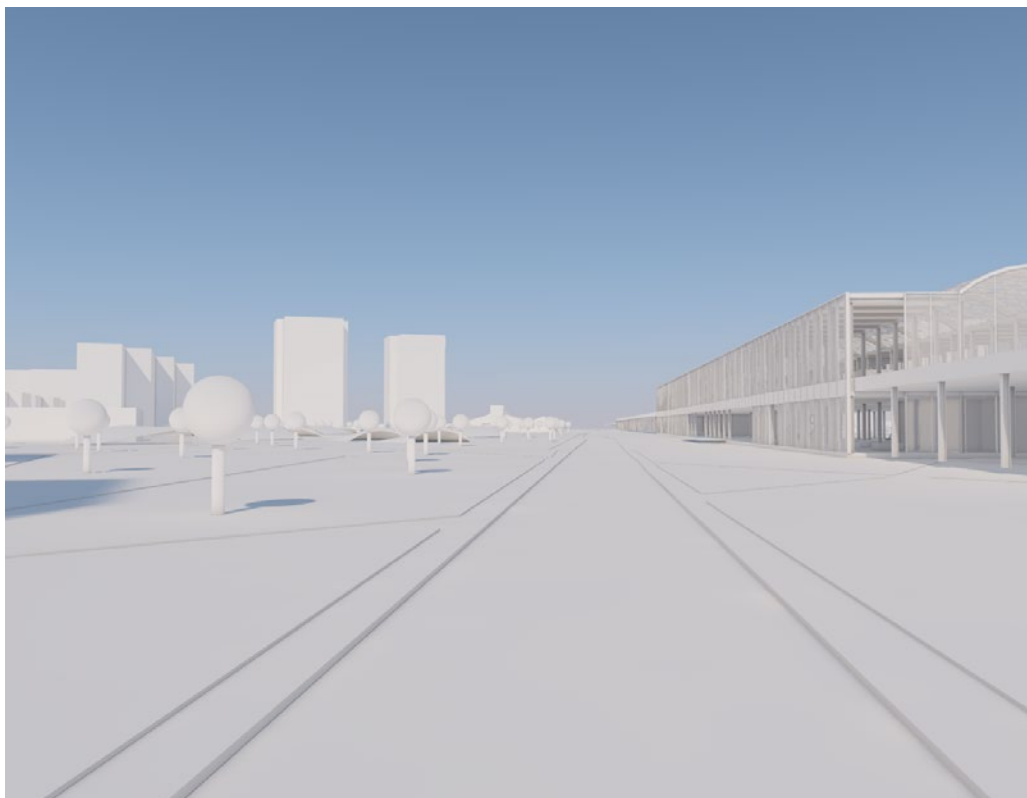
- » a táj, a természet, valamint az épített környezet védelme;
- » a kompaktváros-szemlélet alkalmazása;
- » a városlakók szempontjából történő, igény szerinti fejlesztés;
- » vonzó életfeltételek megteremtése a fiatalok számára.

Kívánatosnak tartjuk, hogy az észak felől Békásmegyerre érkező autók száma a jelenlegi napi körülbelül 70 ezer egységjármű felére-harmadára csökkenjen. E cél reálisnak tekinthető, ha a közösségi közlekedés vonzóbbá válik (csökken a menetidő, több közvetlen kapcsolat alakul ki, korszerű járművek járnak a HÉV vonalán), fejlesztik a ráhordó buszhálózatot, és a külső HÉV-állomások közelében P+R parkolókat építenek, Budapesten több ponton csökkentik a közúti kapacitást, esetleg bevezetik a behajtási díjat. Van rá esély, hogy tíz-húsz éves távlatban az M0-s autópályát budai szakaszát is megépítik, s így járművek egy része alternatív útvonalon közlekednek a budapest-belvárosi irány helyett.

Tervünk szerint a Madzsar József utcát és a Batthyány utcát egy kétszer két sávú úttá egyesítjük; az Ország útról kivitljuk a személyautókat a Táncsics Mihály utca–Pünkösdfürdő utca szakaszon, és a továbbiakban csupán a buszokat engedjük be; ezen utak forgalmát pedig a kétszer két sávú 11-es főútra irányítjuk. Az imént említett változtatásokat az M5-ös metró beruházásának megvalósítása okán vélhetően nagymértékben csökkenő autóforgalom indokolja.

A tervezés során azzal számoltunk, hogy a következő tíz-tizenöt évben megvalósul az észak-déli regionális gyorsvasút (M5-ös metró) koncepciója, így a jelenlegi HÉV-vonal egy sokkal korszerűbb, vonzóbb és kényelmesebb közlekedési eszközzé válik, mellyel a belváros gyorsabban, átszállás nélkül elérhető.

A lakótelepet középen kettévágó hatás megszüntetése érdekében indokoltnak látjuk a vasúti pálya szintbeli elkülönítését. Megvizsgáltuk a kéreg alatti vezetés lehetőségét, de végül a vágányok megemlése mellett döntöttünk, minthogy a magas talajvízszint így kevésbé okoz nehézséget, illetve az



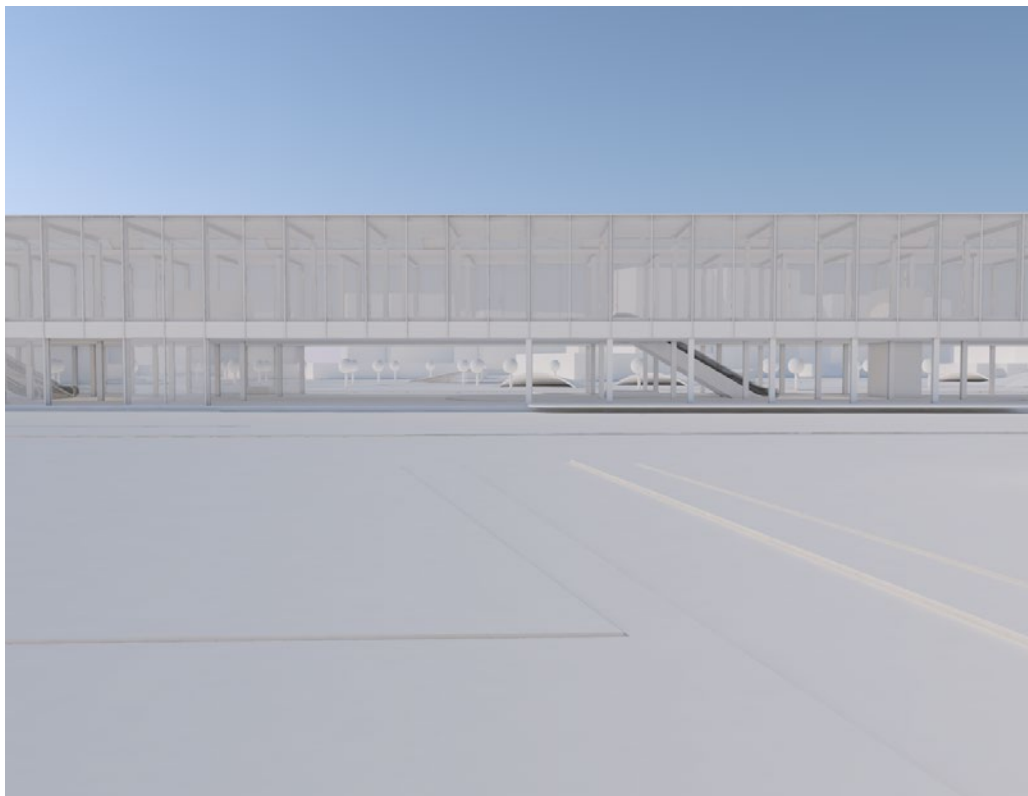
állomási peronnál így valamivel kisebb szintkülönbséget kell áthidalni (föld alatti állomás esetén számolni kellene a felsővezeték védőtávolságával is). További előny, hogy a hídszerkezet alatt üzleteket és fedett buszállomást lehet elhelyezni.

A HÉV-peron alá, a Juhász Gyula utca vonalától kezdve körülbelül 50 méter hosszban terveztük a buszterminál szigetperonját, amelynek mindkét oldalán két-két kocsiállás található. A HÉV és a buszok közötti átszállás így sokkal rövidebb és kényelmesebb lenne a jelenleginél: a szerelvényről leszállva mozgólépcső és lift visz közvetlenül a buszmegállókhöz, amelyek szintén eső- és szélvédettek. Erre a terminálra azok a járatok is betérnének, amelyeknek nem a HÉV-állomásnál van a végállomása, de tapasztalataink szerint itt az utasok jelentős része kicserélődik, ezért az egy-két perces menetidő-növekedés keveseket érint. Az Ország út autóforgalom elől lezárt szakaszán az autóbuszok akadálymentesen, torlódásoktól mentesen közlekedhetnek. A buszoknak félreállítási lehetőséget a jelenlegi forduló helyén javasoljuk.

Annak érdekében, hogy a békásmegyeriek minél inkább nélkülözni tudják az autójukat, a kerékpáros-infrastruktúra átfogó fejlesztésére van szükség. A kis forgalmú lakótelepi utcákban a burkolat felújítására van helyenként szükség, a 11-es út két oldalán pedig irányhelyes kerékpársávokat terveztünk, javítva a Dunakanyar, a Pilis hegység és a belváros kerékpáros megközelíthetőségét. Ezenfelül nagy kapacitású biciklitárolókat helyeznénk a HÉV-állomás bejárataihoz, illetve MOL Bubi-dokkolóállomásokat hoznánk létre Békásmegyer számos pontján, hogy a lakosoknak megfelelő alternatíva álljon rendelkezésére a rövid távú autóhasználat helyett.

Az emelt HÉV-állomás és a 11-es főúton, a Pusztadombi utca, a református templom, a jelenlegi aluljáró és a rendelőintézet felől érkező sétány vonalában elhelyezett négy átkelőhely lehetővé tenné a gyalogosforgalom szabadabb áramlását a városrész két fele között, véget vetve a felesleges kerülmők megtételének.

A legtöbb jelenleg működő középület megfelelő rendeltetéssel működik, azonban az állapotuk sok esetben súlyosan elhanyagolt. Elsősorban

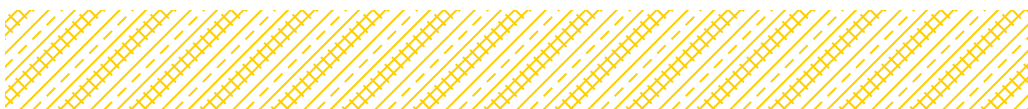


a Csobánka térhez kapcsolódó gimnázium és rendelőintézet igényel komoly felújítási munkálatokat – mind külsőleg, mind energetikailag – (például utólagos hőszigeteléssel, és nyílászárócserevel). A Pünkösdfürdő utca és a 11-es út kereszteződésénél található bevásárlóközpont irodaépületként hasznosítjuk (parkolást a volt pláza parkolójában biztosítunk), ami – a terület északi részén folyó irodaház-fejlesztéshez kapcsolódva – új munkahelyeket teremt a helybeli és közeli elővárosi területekről érkező fiatalabb nemzedéknek, akár bérelhető irodarészek, akár coworking-iroda formájában. A bevásárlóközpont jelenlegi szolgáltatásait a központi HÉV-állomás alatt, valamint a panelek tövében létesülő kereskedelmi egységekkel váltjuk ki.

A HÉV két oldalán elhelyezkedő lakótelepek között jelenleg is nagy kiterjedésű zöld felületek vannak, de nincsenek koncepcióba helyezve és nagy részük csupán kondicionáló felületként funkcionál, a lakosság nem használja, mert nem átjárható, zsákutcaként viselkedik az elvágó vonalás elemek miatt. A Madzsar József utca felszámolásával, illetve a 11-es főút nyomvonalának

HÉV-hez közelebbi helyezésével potenciális közösségépítő rekreációs funkciók és védősávok alakíthatók ki, a HÉV nyomvonala mentén. Valamint a 100-ról 15 méter szélesre csökkentett szegregáló sávot jelentősen könnyebb áttörni, kapcsolatokat létrehozni, aminek következtében megszűnik a zöldfelületek „zsákutca-jellege”.

Fejlesztési tervünk hosszú távú, tizenöt év, amelyben számolunk a kialakuló irányzatokkal és a már folyó állami beruházásokkal, mint az M0-s autópályát továbbépítése, P+R parkolók telepítése az agglomerációba és az M5-ös metró kiépítése. A beruházás költsége (becslésünk szerint kb. 137 milliárd forint), viszont a társadalmi haszna szerfelett magas: a mérsékelt autóforgalomnak köszönhetően csökkenő károsanyag-kibocsátás eredményeképpen tisztuló levegő következtében, illetve a lakók gyaloglásra, kerékpározásra és tömegközlekedésre való átcsábításával jelentősen megcsappanna a megbetegedések száma, ezáltal az egészségügyi kiadások is redukálódhatnának. Ezenfelül az utazásra fordított idő rövidülése, valamint a torlódások megszűnése nagymértékű közgazdasági haszonnal járna. ■



RÓLUNK

A Műegyetem Építőmérnöki Karán működő legnagyobb öntevékeny, hallgatói és szakmai kör, a sokszor csak „A Szakkoli” néven emlegetett szervezet, a BME Zielinski Szilárd Építőmérnöki Szakkollégium.

Szakkollégiumunk a Magyarországon jelen lévő több mint 130 szakkollégium közül az egyetlen, kizárólag építőmérnök hallgatókat tömörítő műhely. Az Építőmérnöki Szakkollégiumot 2004-ben alapította tíz lelkes hallgató, hogy a '70-es évektől jelen lévő szakmai, öntevékeny köröket újjáéleszse és egyesítse. A szervezet azóta több mint 60 fős tagsággal rendelkezik, csatlakozott az országos Szakkollégiumi Mozgalomhoz és a Műegyetemen működő 13 szakkollégiumot összefogó szervezethez, a Műegyetemi Szakkollégiumok Közösségéhez (MŰSZAK), és megszerezte a minősített státuszt.

Az Építőmérnöki Szakkollégium öt tagozatból áll. Ezek a tagozatok megfeleltethetők az építőmérnöki képzés szakirányainak. A tagozatainkról a kötet utolsó oldalán olvashatnak.

A szakkollégiumunk többnyire szakmai tanulmányutakat, előadásokat, versenyeket, konferenciákat, kerekasztal beszélgetéseket, szoftveroktatásokat, szakkurzusokat és egyéb építőiparral kapcsolatos rendezvényeket szervez. A programokat a szakkollégium tagjai, azaz

hallgatók szervezik, és bár ezen programok egy része nyilvánosan is meghirdetésre kerül, elsősorban a többi tagnak szólnak.

Évente átlagosan...

16

KURZUST
TARTUNK

25

ELŐADÓT
HÍVUNK MEG

40

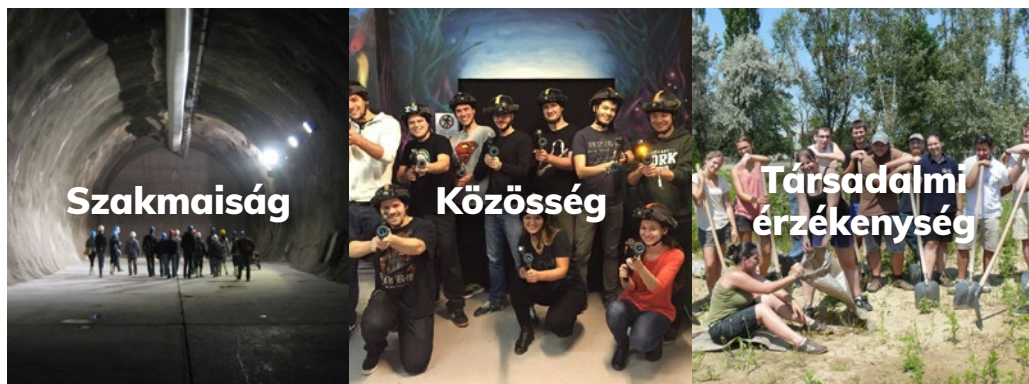
HELYRE
UTAZUNK

65

PROGRAMOT
SZERVEZÜNK

Az egyik fő célunk, hogy az ipart közelebb hozzuk az egyetemi oktatáshoz, a hallgatók jobb rálátást kapjanak az általuk választott szakmára. Az egyetemi elméleti tananyagot gyakorlati, tapasztalati ismeretekkel egészítjük ki, ezzel elősegítve, hogy nyitottabb, szélesebb látókörrel rendelkező építőmérnökök kerüljenek ki a Műegyetemről.

Ezen kívül a szakkollégium az azonos érdeklődéssel rendelkező hallgatók számára egy olyan baráti légkörrel rendelkező közösséget biztosít, ahol a hallgatók szakmailag kiteljesedhetnek, kapcsolatokat építhetnek, és tapasztalatokat szerezhetnek az egyetem elvégzése előtt.





Nyilvános programjaink között minden tavaszi félévben szerepel a Zielinski Szilárd Konferencia, ahol a meghívott előadók a szakma neves képviselői, és az aktuális hazai és külföldi projektek, fejlesztések kerülnek terítékre. Szintén a tavaszi félévben kerül hagyományosan megrendezésre a Várostervezési Napok, amely egy komplex, négynapos várostervezési műhelyverseny építőmérnök-, közlekedésmérnök-, építés- és tájépítés-hallgatóknak. Az őszi félévben kerül megrendezésre az Építőmérnöki Szakmai Hét elnevezésű, egyhetes programsorozat, amely során egész héten előadások, vetélkedők és különleges tanulmányutak követik egymást.

A szakkollégium által szervezett építkezés és üzemlátogatások, előadások, vitaestek, kurzusok és szoftveroktatások nagy részét a nyilvánosság előtt is meghirdetjük. Ezek a programok félévről-félévre változnak. Az aktuális szakmai rendezvényeinkről és a kapcsolódó információkról a honlapunkon és Facebook oldalunkon értesülhetnek.

Mivel szinte mindnyájan hallgatók vagyunk, így természetes, hogy a szakmai programokon túl rendszeresen a kisebb-nagyobb csapatépítő-tréningek. Ezekon felül minden évben megrendezzük a Földmérő Szakestélyt és évente a Vízépítő Szakestélyt.

A szakkollégiumunk Külügyi Csoportja 2017-ben csatlakozott az International Association of Civil Engineering Students (IACES) szervezethez, mint budapesti helyi szervezet. Ennek köszönhetően rengeteg lehetőség nyílt a szakkollégiumunk tagjai számára, hogy megismerkedjenek más országok építőmérnök hallgatóival Mexikótól kezdve, Németországon át Egyiptomig. Az IACES szervezésében lehetőség nyílik a legősibb és legmodernebb építőmérnöki alkotások megismerésére, legyen szó ókori piramisokról vagy a legmodernebb technológiákkal épült hidakról.

Mi az a szakkollégium?

A szakkollégiumok a magyar felsőoktatásban különleges szerepet betöltő, öntevékeny tehetséggondozási műhelyek, melyek alulról szerveződő módon működnek. Tagjaik többnyire egyetemi hallgatók vagy más egyetemi polgárok. Az ilyen szervezetek célja, hogy a felsőoktatási tananyagot kiegészítve, a magas szintű szakmai képzés feltételeit biztosítsák, társadalmilag érzékeny értelmiségi réteget neveljenek, elősegítsék a hallgatók tehetséggondozását, illetve közösséget építsenek. A szakkollégiumok működését a Felsőoktatási Törvény és a Szakkollégiumi Charta szabályozza. A minősített szakkollégium rangot azon szervezetek kapják meg, amik az ezekben megfogalmazott alapelveket és kritériumokat maradéktalanul teljesítik.



A SZAKKOLLÉGIUM TAGOZATAI



ZIELINSKI SZILÁRD
ÉPÍTŐMÉRNÖKI
SZAKKOLLÉGIUM
FÖLDMÉRŐ TAGOZAT

A Földmérő Tagozat a földméréssel és térinformatikával foglalkozó hallgatók csoportjait fogja össze. A tagozat tagjai rendszeresen elzarándokolnak a Kárpát-medence geofizikai és geodinamikai obszervatóriumaihoz, szakmai „hagyományörző” helyeihez. Így szinte minden évben ellátogatnak a Velencei-hegységben található nadapi szintezési ősjegyhez, vagy az Adriai-tenger középszintjét jelző mércéhez, Triesztbe. A tagozat rendszeresen foglalkozik a különleges kivitelezési munkák nehézségeivel, a technológiai innovációk megismerésével. Szintén minden évben megrendezik a Földmérő Szakestélyt.



ZIELINSKI SZILÁRD
ÉPÍTŐMÉRNÖKI
SZAKKOLLÉGIUM
KÖR-VAS-ÚT TAGOZAT

A Kör-Vas-Út Tagozat (KVÚ) a közlekedés-, közút- és vasút-barátokat, igaz urbanistákat tömörítő alszervezet. Havi rendszerességgel járnak az épp aktuális vasútvonal-felújításokra, autópálya-építkezésekre, budapesti nagyberuházásokra. Jó kapcsolatot ápolnak az állami infracégekkel, nagy tervezőirodákkal és kivitelezőkkel, így mindig naprakészek az iparági hírekkel, pletykákkal. A kapcsolatokat kihasználva rendszeresen a kerekasztal-beszélgetések, vitaestek. Népszerű programjuk az üzemzárás utáni metró bejárások és az évente megszervezésre kerülő Várostervezési Napok. A tagok hagyományosan ellátogatnak a két-évente megrendezésre kerülő berlini InnoTrans Kiállításra, hogy megismerkedjenek a vasúti és közlekedéstechnikai újdonságokkal.



ZIELINSKI SZILÁRD
ÉPÍTŐMÉRNÖKI
SZAKKOLLÉGIUM
SZERKEZETÉPÍTŐ TAGOZAT

A Szerkezetépítő Tagozat sűríti a szerkezetes, azaz a magasépítés, hidak, geotechnika és építéstechnológia iránt érdeklődő hallgatókat. Rend-

szeresen látogatják a hazai és külföldi nagyberuházásokat, így például a tagok megnézhették a Brenner-bázisalagút fúrását, vagy végigkövethették a Duna Úszóaréna (Dagály) építését. Gyakorik az oktatók és a szakmában dolgozó elismert szakemberek meghívásával rendezett előadások és kerekasztal-beszélgetések, így a hallgatók értékes kapcsolatokhoz és építőipari háttérinformációkhoz juthatnak.



ZIELINSKI SZILÁRD
ÉPÍTŐMÉRNÖKI
SZAKKOLLÉGIUM
MÉRNÖK MŰHELY

A Mérnök Műhely (MM) a szakkollégium különleges, számítástechnikával és szoftverekkel foglalkozó munkacsoportja. Az MM legfőbb célja, hogy a kar hallgatói megismerjék, és megtanulják használni az építőmérnöki gyakorlatban használatos modellező- és tervező-szoftvereket. A hallgatók betekintést kaphatnak olyan egyedi programok kezelésébe, amelyeket nem tanítanak az egyetemen, és kezelésüket költséges képzésen lehetne elsajátítani, így javítva a hallgatók esélyeit a munkaerőpiacon. A tagozat a VPK-ban saját számítógépteremmel, plotterrel, nyomtatóval és projektorral rendelkezik, ezzel előteremtve a kurzusok alapfeltételeit, és segítve a szakkollégisták munkáját.



ZIELINSKI SZILÁRD
ÉPÍTŐMÉRNÖKI
SZAKKOLLÉGIUM
VÍZÉPÍTŐ TAGOZAT

A szakkollégium Vízépítő Tagozata (VK) azokat a hallgatókat fogja össze, akiket a tanórákon kívül is érdekelnek a vízépítéssel, vízgazdálkodással, vízellátással és csatornázással kapcsolatos ismeretek, érdekességek. Jogelődjét, a Vízépítő Kört még a '70-es években alapították. A kirándulások és előadások szervezése mellett legfontosabb eseményük az évente megrendezésre kerülő Vízépítő Szakestély. Ezen kívül az elmúlt időszakban több fontosabb rendezvényük volt, mint az árvízvédelmi gyakorlat és a Vízépítési Konferencia.



ZIELENSKI SZILÁRD
ÉPÍTŐMÉRNÖKI
SZAKKOLLÉGIUM

LACES
LC BUDAPEST



ISBN



9 789634 218395