

Az erdélyi vasútépítések előzményei

dr. Horváth Ferenc

ny. MÁV mérnök, főtanácsos

Erdély közlekedése a vasútépítéseket megelőző időszakban

A bányászat, az ipar és a mezőgazdaság nagyobb mértékű fejlődését Erdélyben a XIX. században hátráltatta a közlekedés elmaradottsága. A közlekedés és a szállítás az országnak ezen a vidékén is a vasút megjelenéséig a közutakon és a folyókon bonyolódott le. A megfelelő úthálózat kiépítését azonban megnehezítették a terepviszonyok, elsősorban a magas hegységek, az anyagi fedezet és az útügyi szervezet hiánya. Megkönnyítette viszont, hogy követ mindenütt nagy mennyiségben lehetett bányászni. A folyamatos vízi szállítást a folyók változó vízállása akadályozta.

Az erdélyi útépítések első nyomai a római birodalomig vezetnek vissza. Dácia területén a rómaiak hadi célokra már időszámításunk első évszázadában utakat és hidakat építettek a Maros völgyében, az Al-Duna mentén. Írásos emlékek vannak az akkori Napoca (Kolozsvár) és Potaissa (Torda) közötti útról, és az Al-Dunai útról. Rómaiak által épített út vezetett Hunyad vármegyétől keletre, Kolozsvártól, Szamosújvártól és Désaknától északra és keletre.

A magyar honfoglalás után Erdély felé a legfontosabb tiszai átkelőhely Szolnok lett. Erdély főközlekedési útjai a Maros völgyén keresztül az Arad–Gyulafehérvár–Ojtoz szoros, továbbá Nagyvárad–Kolozsvár–Gyulafehérvár, Szatmár–Dés–Borgói hágó voltak.

A XI–XII. századtól kezdve ezeken a vásáros, sós jelzővel nevezett utakon folyt a kereskedelem és ezeken szállították a sót is Erdély bányáiból, főraktáraiból Szolnokra és Szegedre.

A XIV. és XV. században Magyarország jelentősebb kereskedelmi útjai között kiépített útként tartották nyilván a Szeged–Arad–Gyulafehérvár–Nagyszeben–Brassó, a Szolnok–Nagyvárad–Kolozsvár–Gyulafehérvár, a Kolozsvár–Dés–Beszterce, a Nagyvárad–Arad utakat. Ezekből a Nagy Szamos, a Tömösi és az Olt völgyében vezetett tovább az út Bukovina és a Havasalföld felé.

A török hódoltság idején az erdélyi fejedelemségből a kereskedelmi út a magyar királyság területére északon, Szatmáron és Kassán át haladt, de élénk volt a forgalom Moldva és Havasalföld irányába is. Erdély és a törökök által megszállt terület közötti kereskedelem pedig Szolnokon át bonyolódott le. Szolnok a török közigazgatás központja és forgalmas tiszai átkelőhely lett, ahol már 1562-ben fahidat építettek a folyón.

A török hódoltság megszűnése után ismét a Nagyváradon és Aradon át vivő utakra terelődött a forgalom.

A XVIII. század végén és a XIX. század elején az Erdélybe vezető fontosabb útvonalak: Tokaj–Nagykároly–Szatmár–Nagybánya–Dés–Kolozsvár, Nagybánya–Máramarossziget, Dés–Beszterce–Marosvásárhely–Segesvár–Szeben, Nagyvárad–Kolozsvár–Szászsebes, Kolozsvár–Dés, Szeged–Temesvár–Lugos–Déva–Szeben–Brassó, Nagyvárad–Arad–Temesvár–Fehértemplom és Temesvár–Orsova voltak (1. ábra).



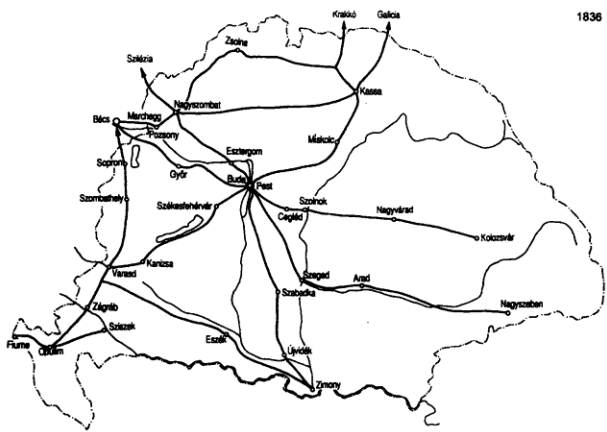
1. ábra

Kelet-Magyarország és Erdély úthálózata 1810-ben

II. József által kidolgoztatott és 1785-ben jóváhagyott magyarországi közútfejlesztési terv Erdély területén két közút kiépítését tartalmazta, a Pest–Szeged–Temesvár–Báziás–Orsova–Petrozsény és az ebből kiágazó Szeged–Arad utakat.

Az 1790/91-es országgyűlés bizottsága által összeállított törvényjavaslat 12 útvonala közül szintén kettő vitt Erdélybe, Pesttől Szolnokon, Debrecenen, Nagyváradon át Kolozsvárig és Pesttől Szegeden, Temesváron át Nagyszebenig.

Az 1825/27. évi országgyűlés 12 közút kiépítését határozta el, közöttük a hatos számú volt a Pest–Kolozsvár, hetes a Pest–Szeben útvonal. Az 1836. évi XXV. törvénycikk 13 irányt jelölt meg (2. ábra).



2. ábra
Az 1836. évi XXV. törvénycikkben megjelölt fő közlekedési irányok

A XIX. század negyvenes éveiben az élénkülő kereskedelem hatására egyre többen kezdtek Magyarországon foglalkozni a közutak állapotával, kiépítésük és fenntartásuk szükségességével. Gróf Széchenyi István 1848. évben kiadott neves „Javaslat”-ában, a hazai közlekedéshálózat fejlesztési tervében az országosan kiépítendő utak közé sorolta az Erdély határáig vezető Szeged–Arad–Tótvárad, Nagyvárad–Arad–Fehértemplom, Arad–Orsova, Nagyvárad–Csucsá, Debrecen–Somlyó, Szatmár–Sziget, Szatmár–Nagybánya–Borsa, Szatmár–Nagysomkút utakat. Az akkori Erdély területén lévő többi út építési irányát nem részletezte.

Az abszolutizmus időszakában, 1850-ben meghatározták az állami és országos úthálózathoz tartozó közutakat, 1851-ben kiadták az utak fenntartását célzó közmunka rendeletet. 1853-ban bevezették az általános útvámrendszert, majd a vámegyenértéket, amelynek bevételét az utak fenntartására fordították.

A kiadott rendelkezések a magyar országrészek közül a leghatásosabbak Erdélyben voltak, ahol a közmunkát a legnagyobb mértékben az utak fenntartására fordították. Az állami közút hálózatba Erdély akkori gazdasági központjából, Nagyszebenből Pest felé, a Bánátba, Bukovinába, Romániába vezető utakat vették fel. Az állami tervezett úthálózat hossza akkor 173.4 mérföld (1315 km) volt, és hozzá tartoztak a Nagyszeben–Arad, a Nagyszeben–Székelyudvarhely–Csíkszereda–Gyimesi szoros, a Nagyszeben–Vöröstoronyi szoros, a Nagyvárad–Kolozsvár–Beszterce(–Dorna Watra), a Torda–Gyulafehérvár, a Torda–Marosvásárhely–Beszterce, a Dés–Nagybánya, a Lugos–Déva és a Brassóból a Tömösi és az Ojtozi szorosba vezető utak.

Az erdélyi vasútépítkezések megindulása előtti időszakban, 1860-ban 230 mérföld (1745 km) közepes állapotban lévő út volt Erdélyben és különösen nagy gondot fordítottak az országhatáron át kelet felé vezető utak rendbehozatalára. Az erdélyi

utak kiépítését támogatta az osztrák kormányzat is a birodalom katonai és gazdasági érdekei miatt.

A közutak állapotának javulásával együtt növekedett a személy- és teherszállítást ellátó postakocsi útvonalak száma. A postai szállítások története azonban Erdélyben jóval hosszabb múltra tekinthet vissza. A postai szállítás elődjéről a „futókövetekről, levélviselőkről” említést tesz már Szent László király törvénye. A futárok szolgálatát felhasználó helységek között az Anjouk korában megtalálható Kolozsvár neve. A XVI. század közepén Matthias Taxis Magyarország főpostamestere már postajáratot szervezett, amely Pozsonyon, Kassán, Zilahon és Kolozsváron át hetenként közlekedett Nagyszebenig és Déváig.

Sok írásos emlék maradt fenn az erdélyi futár-intézményről a fejedelemség idejéből. 1643-ban I. Rákóczi György postai rendtartást adott ki, amely említette a Gyulafehérvár–Kolozsvár–Nagyvárad postavonalat is. A XVII. század végén I. Lipót császár miután Erdély az uralma alá került – Nagyszebenben postaigazgatóságot állított fel, ahonnan postavonal indult Kolozsvárig, Brassóig és Déváig. 1704-ben II. Rákóczi Ferenc fejedelem megszüntette az osztrák postát és a magyar posta déli fővonalának végállomásává Kolozsvárt tette. A Rákóczi szabadságharc leverése után ismét a bécsi cs. és kir. Postaigazgatóság irányítása alá került az erdélyi posta.

1722-től a hetes számú útvonal vezetett Bécsből Erdélybe, Pozsonyon, Kassán, Désen, Kolozsváron, Nagyszebenen át Brassóig. Erdély területén ekkor 32 postaállomás működött, levélpostát, rendkívüli postát és utasokat szállított. Kolozsvárott a posta ekkor a korabeli feljegyzések szerint Petz deák házában működött.

Mária Terézia uralkodása alatt a XVIII. század közepén vezették be a gyorskocsik közlekedését. Gyorskocsi járatot indítottak Pesttől Temesváron át Nagyszebenig.

II. József új igazgatási kerületekbe szervezte a postát, az erdélyi igazgatóság székhelye Nagyszeben lett, ahonnan postajáratok indultak Segesvárra, Fogarasra, Brassóba és Kolozsvárra.

1809-ben Buda és Kolozsvár között hetenként egyszer, majd kétszer, később naponta közlekedett postakocsijárat. 1821-ben új járatokat indítottak Temesvár–Arad és Nagyvárad között. Ezeket a járatokat a temesvári és nagyszebeni postakocsi expedíció irányította. A XIX. század első felében, 1835-től kezdve magánvállalatok is bekapcsolódtak a postai szállításokba. Ekkor alakította meg vállalkozását Kolozsvárott az Olaszországból áttelepült Gaetano Biasini, aki gyorskocsi járatot indított Kolozsvártól Szolnokon át Pestig, illetve Szebenen és Brassón át Bukarestig. Hasonló vállalkozó volt Kolozsvárott Lobmayer is.

A szabadságharc leverése után nyolc postaigazgatóságot szerveztek Magyarországon, ezek között volt a nagyvárad, a temesvári és a nagyszzebeni.

A vasútvonal magyarországi elterjedése fokozatosan megváltoztatta a postai közlekedést is. Gyorskocsikat csak ott közlekedtettek, ahol még nem épült meg a vasútvonal. Így 1847-től a pest-szolnoki vasútvonal megnyitása után az erdélyi utasok Pestről már vonaton utaztak Szolnokig és a postakocsik csak innen indultak Kolozsvárra.

Az erdélyi vasútvonalak kiépültével Erdélyben is fokozatosan visszaszorult a személyszállító postakocsik használata. 1884-ben Erdélyben már csak Dés–Beszterce–Tihuca, Segesvár–Csíkszereda között járt személyszállító postakocsi. 1893. év végével pedig ez is megszűnt.

A levélposta szállítást is fokozatosan átvette a vasút. 1853-ban a dél felé menő levélpostát Ceglédig vitte a vasút, innen indult lovasposta Aradra, Szebenbe, Brassóba. Később Nagykovácsról, majd Szegedről járt a lovasposta Aradra, Temesvárra és Orsovára. 1868-ban lépett üzembe a mozgóposta Bécs és Pest között, 1869-ben a Pest–Temesvár–Báziás és Pest–Arad–Gyulaféhevár, 1875-ben a Püspökladány–Kolozsvár vonalakon. A HÉV vonalak kiépültével pedig a mellékvonalakon is fokozatosan a vasút végezte a postaszállítást.

Az erdélyi posta központja az abszolutizmus korában kiadott rendelet alapján még hosszú ideig Nagyszzeben maradt és csak 1892-ben helyezték át a postaigazgatóságot Kolozsvárra.

A táviróforgalom Temesvár és Brassó között 1853-ban indult meg, majd rövidesen bekapcsolták a hálózatba Kolozsvárt, Gyulaféhevárt és Besztercét is. A század végén pedig már kiépült a telefonhálózat is.

A közutakon kívül Erdélyben a másik közlekedési, szállítási lehetőséget a vízi utak nyújtották, de a vízállás és az időjárás miatt ezeket csak időszakonként lehetett használni, akkor is inkább csak csekély merülésű hajókkal, tutajokkal.

A folyók egy része (Szamos, Körösök, Maros, Küküllő, Temes) a Tisza vízgyűjtő területébe tartozik, másik része (Olt, Zsil) a Kárpátokon áttörve ömlik a Dunába. A sokszor kedvezőtlen vízállási viszonyok ellenére is jelentős volt a szállított áruk mennyisége.

A Tiszán Máramarosból a múlt század közepén évente 100-120 ezer tonna sót vittek a tokaji, szolnoki sóházakig, ahonnan közúton fuvarozták az árut tovább. Ezenkívül nagy mennyiségű kő és faanyag érkezett az Alföldre a Tiszán. A Maroshoz közel eső sóbányákból a Maroson szállították a sót a szegedi raktárakig, innen részben közúton, részben hajón tovább lefelé a Tiszán, illetve a Dunán felfelé. Jelentős volt a fa és kőszállítás is a Maroson, sőt még a Szamoson és a Körösökön is.

A vízi szállításokhoz élénk hajóipar fejlődött ki a Tisza-mentén, de több hajóépítő műhely volt a Maros mellett Erdélyben is, például: Szászrégenben és a helyi tutajépítő társaság anyagilag részt vett a Marosvásárhely–Szászrégen helyi érdekű vasút építésében is. Kedvező volt a vízi közlekedés helyzete a Bánságban, ahol a Béga és a Temes szabályozása és a csatorna építése jó víziutat létesített a Tiszához, illetve ezen keresztül az Al-Dunához.

A hazai gőzhajózás megindítása után nemcsak a Tiszán, hanem mellékfolyóin is próbálkoztak a gőzhajók rendszeres közlekedtetésével. Gőzhajókkal azonban a Maroson csak Aradig, a Körösön Gyomáig, a Bégán Temesvárig lehetett járn. Kisebbségi hajókkal, evezősökkel a Maroson Marosújvárig, a Körösön Békésig, a Szamoson Szatmárig tudtak felmenni.

Az első vasútvonalak megnyitása Szolnokig (1847), Szegedig (1854), Tokajig (1859) változást eredményezett a szállításban. A Tiszán és a Maroson szállított áruk e városok raktáraiból nagyobb részt vasúton folytatták útjukat az ország többi területei felé. További változást hozott a vízi szállításokban az Első Erdélyi, a Magyar Keleti és a Magyar Északkeleti Vasút vonalainak 1868-1873 közötti üzembe helyezése, majd a többi erdélyi, illetve helyi érdekű vasútvonal megnyitása.

Javaslatok Erdély vasúthálózatának kiépítésére

Erdélyben is ugyanúgy, mint Magyarország többi részén a közúti és vízi közlekedés fejletlensége miatt a kereskedelem, a bányászat, az ipar és a mezőgazdaság szállítási gondjait vasútvonalak építésével kívánták megoldani a XIX. század második felében.

Erdély vasúthálózatának kialakítása mindig szerves részét képezte a magyarországi vasútfejlesztési terveknek. Több esetben, így 1848-ban és 1867-ben is az anyaország és Erdély kapcsolatának szorosabbá tétele érdekében kiemelten foglalkozott ezzel a kérdéssel a magyar országgyűlés, és törvénybe foglalta az erdélyi összekötő vasút megépítését. Az első erdélyi vasútépítési tervek útvonala nagyobb részt megegyezett a közutakéval, mint-hogy a kereskedelem ezek mentén alakult ki. Az 1836. évi XXV. törvénycikk 13 útiránya közül kettő vezetett Erdélybe Nagyváradon át Kolozsvárig és Aradon át Nagyszzebenig, de a törvény még nem határozta meg, hogy ezeket közútként vagy vasútként építsék meg.

Az 1843. évi IV. törvénycikk már több vasútvonal építését írta elő a főváros és Erdély összekötése érdekében. Ezek voltak: Pest–Szolnok–Debrecen–Szatmárnémeti–Máramarossziget, ebből kiágazóan Szolnok–Arad–Gyulaféhevár–Nagyszzeben–Brassó,

illetve Pest–Cegléd–Szeged–Temesvár–Nagyszeben vonalak.

A magyar vasúthálózat kialakítására a legnagyobb hatást gróf Széchenyi István 1848-ban megjelent javaslata gyakorolta. Széchenyi 2260 km hosszú vasútépítési tervében Erdélybe a Szolnok–Debrecen–Szatmárnémeti–Zilah–Kolozsvár és az ebből kiágazó Debrecen–Nagyvárad szárnyvonal, továbbá a Szolnok–Arad–Gyulafehérvár–Székelyudvarhely–Ojtozi szoros és ennek Arad–Temesvár közötti szárnyvonala vezetett. Javaslata eltért a korábbi útirányoktól, Kolozsvárt nem Nagyvárad felől a Sebes–Körös völgyében közelítette meg, hanem észak felől, Szatmárnémetin és Zilahon keresztül, és a román fejedelemséggel pedig a nemzetközi vasúti forgalmat az Arad–Károlyfehérvár Udvarhely–Ojtozi szoros vonalon át javasolta felvenni.

A múlt század közepén készült több olyan osztrák birodalmi vasúthálózat-fejlesztési terv is, amely tartalmazott magyarországi, illetve erdélyi vasútépítést is. Az 1848-as szabadságharcot megelőző időszakban Metternich kancellár felkérésére az ismert német közgazdász, Friedrich List által összeállított birodalmi vasúthálózati javaslatban Erdélybe a Pest–Szolnok–Debrecen–Kolozsvár–Gyulafehérvár, illetve a Pest–Kecskemét–Csongrád–Arad–Temesvár vasútvonalak vezettek. A szabadságharc bukását követően 1851-ben az abszolutizmus korszakában Bruck osztrák kereskedelmi miniszter által jóváhagyott terv a Szolnok–Arad–Piski–Gyulafehérvár–Kolozsvár, ebből kiágazó Gyulafehérvár–Nagyszeben–Brassó, Szeged–Temesvár, illetve az Arad–Temesvár–Fehér templom vasútvonalakat tartalmazta. A másik ugyanebben az időben készített javaslatban Brassót kötötte össze vasút Aradon, Szegeden, Szabadkán, Pécsen, Nagykanizsán és Zágrábon át Ausztriával.

Nagyjából ugyanebben az időszakban tette közvé Karl Ghega, a neves osztrák vasútépítő mérnök, a bécsi Központi Vasútépítési Igazgatóság egyik vezetője a magyarországi vasúthálózat-fejlesztési javaslatát és ez az Erdélybe vezető Szeged–Temesvár–Báziás, Szolnok–Arad–Temesvár, Debrecen–Nagyvárad–Arad, Debrecen–Szatmárnémeti–Zilah–Kolozsvár–Gyulafehérvár–Brassó vasútvonalakat foglalta magában. Nemzetközi összeköttetést is tartalmazott ez a terv a román fejedelemséggel, a Gyulafehérvár–Brassó vonalból kiindulva a Vöröstoronyi szoroson át.

Az abszolutizmus korában a hazai érdekek ügyében fellépő Országos Magyar Gazdasági Egylet és az egylet egyik vezéregyénisége Honán Ernő terveiben (1856-1862 években készültek) a Nagyvárad–Kolozsvár–Székelykocsárd–Tövis–Brassó és a Székelykocsárd–Gyergyószentmiklós vasútvonalak építését tartotta szükségesnek. Ugyanebben az

időben az erdélyi városokban vasutak építését szorgalmazó egyesületek, társaságok alakultak és készítettek vasútépítési terveket.

Az erdélyi vasúthálózat fővonalainak kialakítása az 1867-es kiegyezés után a második felelős magyar kormány közmunka és közlekedésügyi miniszterének, Erdély nagy szülöttjének, gróf Mikó Imrének a tervei alapján valósult meg (3. ábra). Magyarországon az 1867-es kiegyezésig a vasútvonalak megépültek kelet felé Debrecenig, Nagyváradig, Aradig, Temesvárig, Báziásig, de ezektől a városoktól keletre nem vezetett vasút.

Mikó Imre 4820 km hosszú, 25 vasútvonalat tartalmazó tervében a második helyen a Nagyvárad–Kolozsvár–Segesvár–Brassó–Bodza szoros (540 km) és az ebből kiágazó Kocsárd–Károlyfehérvár (későbbi: nevén Gyulafehérvár) (13 km), az ötödik helyen a Debrecen–Nagykároly–Szatmárnémeti–Tekeháza (Királyháza) (140 km), a 19. szám alatt az Arad–Temesvár (55 km) állt, míg a 20. a Temesvár–Orsova (174 km), a 21. az Arad–Károlyfehérvár–(Alvinc) (203km) és az ebből kiágazó Piski–Petrozsény (78km) a 22. a Kapuszeben ág (40 km), a 23. a Brassó–Csíkszereda–Gyergyószentmiklós (119 km), a 24. a Székelykocsárd–Maros–vásárhely ágvonala (51 km) és a 25. a Kolozsvár–Dés–Beszterce vonala (102 km) volt.

Mikó Imre Erdélyben tervezett valamennyi vasútvonala megépült, azzal a csekély különbséggel, hogy Románia felé a nemzetközi vonalat nem a Bodza, hanem a mellette lévő Tömösi szoroson keresztül vezették.



3. ábra

Gróf Mikó Imre, a második felelős magyar kormány közmunka és közlekedésügyi minisztere

Mikó Imrét követő Tisza Lajos miniszter folytatva elődje munkáját 1873-ban új vonalakkal egészítette ki Mikó programját, amelynek Erdélyre vonatkozó fejezetében három nemzetközi vonalat tervezett a román fejedelemségbe: Ditrótól a Gyimesi, Brassótól a Tömösi, Petrozsénytől a Vulkán szoroson át, továbbá összekötő vonalak létesítését Karánsebes–Hátszeg, Nagyvárad–Érmihályfalva, Becskerek–Vojtek, Marosvásárhely–Gyergyószentmiklós, Szatmár–Dés–Szászrégen között. A tervezetet az országgyűlés nem tárgyalta, később a tervbe felvett vonalak közül azonban néhány megépült.

Ezt követően átfogó magyarországi vasúthálózat-fejlesztési terv már nem készült. A fővonalakat a vasúttársaságok és a MÁV, a mellékvonalakat a HÉV társaságok építették, részben az országgyűlés, részben az illetékes miniszter engedélye alapján.

Az erdélyi vasútépítési tervek kezdeti időszakának eseményei

Széchenyi István vasútépítési programjának megvalósítását, mint az első felelős magyar kormány közmunka és közlekedésügyi minisztere 1848 tavaszán tudta elkezdni.

Az 1848. évi XXX. törvénycikk, amely „a felelős miniszterségnek a közlekedési tárgyak körüli teendőiről” szól, felhatalmazta a kormányt 10 millió Ft hitel felvételére, ebből 8 milliót a vaspályák létesítésének céljaira. A kormány a hitelből a Magyar Középponti Vasútnak szándékozott kölcsönt nyújtani, és további vasútvonalak építését támogatni. A támogatott vasutak között volt az erdélyi Nagyvárad–Kolozsvár vonal is.

A törvény megjelenését követően rövid idő múlva kitört a szabadságharc és ez megakasztotta a tervezett vasutak építésének megkezdését.

Az abszolutizmus idején – minthogy az osztrák kormány az államvasúti rendszer híve volt – államosították a meglévő társasági vasutakat és államvasúti építkezésként folytatták a Cegléden, Szegeden és Temesváron át a Bánságba vezető vasútvonal építését, ahol a kincstárnak hatalmas uradalmi, bányái és gyárai voltak. Az állami költségvetésből épített vasút azonban csak Szegedig jutott el. 1855-ben az épülőfélben lévő vasutakat a kormányzat az államháztartásban mutatkozó nehézségek miatt magántársaságoknak adta el. A Szegedtől–Báziásig terjedő vasútvonal építési engedélyét az Osztrák Államvasúttársaság – a megtévesztő név ellenére francia tőke-érdekeltségű magánvállalkozás – a Szolnoktól Aradig és Nagyváradig vezető vasútvonalat pedig a Tiszavidéki Vasút kapta meg. Ez a két társaság 1856. és 1858. között befejezte és üzembe helyezte ezeket a vonalakat.

1858-ban tehát eljutott a vasút Erdély kapujába Nagyváradra, Aradra és a Bánságba az Al-Dunáig.

Ekkor lángolt fel az első nagy vita az erdélyi vasútvonalak további vonalvezetéséről, hogy merre vezessen a vasút Kolozsvár vagy Nagyszeben felé? Ennek a vitának az alapja nemcsak a két nagyváros, a zömében magyar lakosságú Kolozsvár és a szászajkú Nagyszeben versengése volt, hanem közrejátszottak a különleges erdélyi terepviszonyok, a hegységek, a folyóvölgyek elhelyezkedése, a vasút továbbvitelének lehetősége és az érintett területek gazdasági érdekei is.

Az erdélyi vasútvonalak tervezésénél és építésénél, de később a fenntartásuknál is sok nehézség adódott. A legnagyobb gondot a hegyes terep és a talaj minősége okozta. Ez megnyilvánult már Erdély határainál is és ezen belül Erdély egész területén. Erdélyt az anyaországtól magas hegységek választották el, így a vasútvonalakat kisebb munkával csak a Tisza, a Szamos, a Körösök, a Maros és a Temes folyók völgyében lehetett Erdély területére vezetni. Ugyanígy a folyóvölgyek voltak alkalmasak a vasútvonalak továbbvezetésére is (Maros, Szamos, Küküllő, Olt, Zsil, Visó stb.).

A vasútvonalaknak a folyóvölgyekben való vezetése azonban sok hátránnyal is járt. A nagyobb településeket csak hosszabb útirányon át lehetett összekötni, a folyók áthidalása miatt sok műtárgyat, a folyók közelsége miatt jelentős mennyiségű mersedszabályozást, partvédművet kellett építeni. Emellett sokszor megrongálták a vasúti pályát az árvizek. A vasútvonalak átvezetése a folyók vízválasztóin nagy földmunkával, mély bevágások, esetenként alagutak, másutt magas töltések létesítésével járt együtt. A hegyes terepen épített vasútvonalak pályájának kialakításánál sok volt a sziklamunka. A sík vagy dombos vidéken, elsősorban a Mezőség területén végzett építkezéseknél a talajviszonyok miatt gyakran fordultak elő talaj- és töltéscsúszások már az építkezés idején, de később is. Sok kár származott abból is, hogy az építkezéseknél a töltéseket helyben található földanyagból, talajvizsgálat nélkül készítették, minthogy a vasútépítések kezdeti évtizedeiben még nem voltak ismertek azok a talajmechanikai alapfogalmak, amelyek figyelembevételére ma már nélkülözhetetlen a földmunkákhoz. Emiatt később, a már üzemben lévő vasútvonalakon sok helyreállítási, alapos víztelenítési munkát kellett végezni, szivárgókat, szárító aknákat létesíteni, támfalakat építeni, bevágásokat utólag beboltozni. Nem egy helyen a nyomvonalat is át kellett helyezni, esetenként több kilométer hosszban is.

Késedelmet okozott az Erdély területén vezető első vasútvonal építésének megkezdésénél a már említett vonalvezetési vita is. Ennek hevesége szinte megközelítette a korábbi, a magyar és az osztrák fővárost összekötő Duna bal és jobb parti vasút építésének vitáját.

A szembenálló felek közül az egyik a Nagyvárad–Kolozsvár–Segesvár–Brassó–Bodza szoros, a másik az Arad–Gyulafehérvár–Nagyszeben–Vöröstorony szoros vonalat helyezte előtérbe. Emiatt az erdélyi Királyi Főkormányzók még feljelentést is tett a minisztériumnál.

A kolozsvári megoldás mellett foglalt állást az erdélyi és szinte az egész magyar közvélemény, az érintett népesebb erdélyi városok (Kolozsvár, Medgyes, Enyed, Erzsébetváros, Torda, Segesvár, Brassó), a földbirtokosok, a pesti, a kolozsvári és a brassói kereskedelmi és iparkamara. Emellett szólt a vidék fejlett mezőgazdasága, természeti kincsei (só, szén), gyógyvizei. Támogatták ezt a megoldást az Országos Magyar Gazdasági Egylet nagynevű tagjai is, elsősorban Honán Ernő, Lónyai Menyhért és Csengery Antal.

Az Arad–Gyulafehérvár–Nagyszeben vonalat elsősorban a bécsi osztrák kormányzat pártfogolta, amely Gyulafehérvárt (akkor még neve Károlyfahérvár volt) akarta Erdély vasúti központjává tenni. Ennek érdekében keresett Bécsben támogatást a befolyásos nagyszebeni szász polgárság is.

Szakmai szempontból kétségtelen, hogy a Maros völgyében tervezett vasút nyomvonal vezetése kedvezőbb volt. Kevesebb földmunkával járt, jobb ív és lejtési viszonyokat lehetett ennél kialakítani, így üzemi szempontból is ez mutatkozott előnyösebbnek.

Az is a valósághoz tartozott azonban, hogy a gyulafehérvár–nagyszebeni vonal támogatói eltúlozták a kolozsvári vonal terepnehézségeit és a várható építési költségeket túl magasnak, a királyhágói szakaszon a vasút átvezetését szinte megoldhatatlannak tüntették fel.

A királyhágói szakaszon várható építési nehézségeket vette figyelembe korábban gróf Széchenyi István is. 1848-ban közreadott javaslatában Kolozsvárt a vasút észak felől, Szatmár irányából, a Szamos völgyében közelítette meg. Ezt annak érdekében tette, nehogy az építési nehézségek miatt Kolozsvár elessen a vasúttól és ezáltal Erdély fővárosát kirekesszék a hazai vasúti forgalomból. Széchenyi aggályait azonban még javaslatának közzététele évében eloszlatták a vasutak építésével foglalkozó erdélyi szakemberek. Az osztrák kormányzat, különösen a szabadságharc bukását követő abszolút kormányzás idején minden gazdasági és politikai eszközt igénybe vett, hogy a Gyulafehérvár–Nagyszeben vonal épüljön meg. Ez ugyanis része volt a Trieszt–Nagykanizsa–Szabadka–Arad–Gyulafehérvár között tervezett vonalnak, amit báró Bruck miniszter birodalmi vasúthálózati terve is tartalmazott. Az osztrák kormány pénzügyi támogatása abban is megnyilvánult, hogy a gyulafehérvári vasútvonal építését államköltségen, kincstári alapból kezdte el, olyan megfontolással, hogy később átadja majd az építkezést erre vállalkozó vasúttársaságnak. Kamatbiztosítást is ígért erre a vonalra, jöllehet a

vállalkozás mögött elegendő tőke nem állt, mert a szóba jött vállalkozók, a Rothschild ház, a Tiszavidéki Vasút, báró Thiery és a Pickering testvérek sorra visszaléptek a munkától. A bécsi kormányzat súlyos részrehajlást követett el a szeben–vöröstoronyi vonal támogatásával azért is, mert erőltette építését, anélkül, hogy a nemzetközi forgalom felvételéről a román fejedelemséggel tárgyalt volna. Nem vették figyelembe a döntésre jogosult osztrák hivatalok a kolozsvári vonal mellett szóló magyar érveket. Figyelmen kívül hagyták azokat a tanulmányokat, amelyek a királyhágói és egyéb szakaszok tényleges terepviszonyait tárták fel.

A kolozsvári Magyar Gazdasági Egylet, valamint a Kereskedelmi és Iparkamara kérésére Bates angol mérnök Nemes mérnök kíséretében beutazta egész Erdélyt és a román fejedelemség területét. Megvizsgálták az erdélyi vasút vonalának vezetését, valamint a Kárpátokon való átkelés lehetséges helyeit. Ennek alapján a Nagyvárad–Kolozsvár–Torda–Medgyes–Segesvár–Héjjasfalva–Brassó vonalvezetést javasolták a bodzai szoroson való határátmenettel.

Később 1862-ben Hercz Gyula főmérnök készített tanulmányt, amelyben bebizonyította, hogy a királyhágói szakaszon a vasútépítés nem jelent megoldhatatlan nehézséget és nem jár lényegesen nagyobb költséggel, mint a gyulafehérvári vasút építése. Részletesen igazolta állítását a kolozsvári vonalra elkészített előmunkálati tanulmányában, amely tartalmazta a folyók (Körös, Nádas, Szamos, Küküllő, Maros és az Olt) völgyében építhető pálya kedvező nyomvonalát, a vízválasztókon való áthaladás módját, a földmunkák mennyiségét, a szükséges alagutak hosszát, az alkalmazható legnagyobb emelkedőket és lejtőket (12–17%) és a várható költségeket.

A korszak legnevesebb vasútépítő mérnöke, az osztrák Karl Ghega is a nagyvárad-kolozsvári vonalvezetés mellett foglalt állást. Hiába tevékenykedtek azonban az 1856-ban megalakult kolozsvári és a marosvásárhelyi vasúti választmányi bizottságok is, amelyek a lakosság támogatásával a kolozsvári vasút létesítése érdekében nagy értékű felajánlásokat tettek. A kolozsvári választmány 23 ezer napi fuvart, 220 ezer kézi napszámot, 24 ezer Ft készpénzt, 2 millió db téglát, több mint 12 ezer m³ követ, nagy mennyiségű szenet, fát és a szükséges földterület nagy részének ingyenes átadását ajánlotta fel. A kolozsvári vasútvonal megvalósítása mellett szólt az a tény is, hogy 1863-ban Legrand és Hirsch bankárok a Nagyvárad–Kolozsvár vasútvonal építéséhez kínálták fel a szükséges tőkét. Mindezek ellenére az osztrák kormány magatartása részrehajló volt az építési engedély kiadásánál is. A kolozsvári vonalra benyújtott részletes és alapos anyagot nem tartotta elégségesnek, míg más vonalakat előmunkálati tanulmány nélkül engedélyezett.

A vasútépítés ügyét az osztrák kormány politikai zsarolásra is felhasználta. Az önkényuralom időszakában a kolozsvári vasútról való tárgyalásának alapfeltételül azt szabta meg, hogy az erdélyi és a magyar követek a bécsi Reichsrat (Birodalmi Tanács) ülésén vegyenek részt. Erre az adott lehetőséget, hogy 1850. és 1860. között a kormányzati módszerek eredménytelensége miatt a bécsi udvar belátta, hogy változtatni kell politikai módszerén és enyhíteni kell az önkényuralom szigorát. Ez fejeződött ki az 1860-ban „a birodalom államjogi rendezésére” kiadott császári rendeletben az „októberi diplomában” és az ezt követő „februári patensben”. A két rendelet korlátozott fokú alkotmányos uralmat akart megvalósítani, de ugyanakkor az egységes osztrák birodalomba szándékozta beolvasztani Magyarországot, Erdélyt és Horvátországot is. Ennek megteremtésére kívánta létrehozni az egész Habsburg birodalom ügyeit irányító két kamarás tanácsot, amelynek 343 tagú képviselői házába Magyarország 85, Erdély 26, Horvátország 9 tagot választhatott volna.

A tanács teljes körű működése nem valósult meg a magyarok ellenállása következtében. A magyar követek soha nem jelentek meg a birodalmi tanácsban, de nem küldték el képviselőiket az erdélyi magyarok és a horvátok sem. Nagyszebenben ugyan az erdélyi szászok többségi részvételével megtartott gyűlésen megválasztották a szászok képviselőit. A Gyulafehérváron összegyűlt magyarok azonban törvénytelennek minősítették a nagyszebeni gyűlést és határozatban jelentették ki a birodalmi gyűléstől való távolmaradásukat.

Eltérő volt a véleménye az erdélyi vasútépítésről a magyarországi és az erdélyi kancellárnak is. Magyarország kancellárja, gróf Forgách a Nagyvárad–Kolozsvár–Brassó vonalat támogatta. Gróf Nádasdy erdélyi kancellár az arad–gyulafehérvári vonalat helyezte előtérbe, illetve a két vonal közötti döntési lehetőség ígéretével igyekezett az erdélyi főurakat rávenni a birodalmi tanácsban való részvételre.

Nádasdy kancellárhoz magatartása miatt tiltakozó levelet intéztek Erdély legkiválóbb férfiai, közöttük gróf Mikó Imre, a gróf Bánffy család tagjai közül Miklós, Dénes és Albert, gróf Telek Sándor, gróf Bethlen Domonkos és Ferenc. „Jogokat pénzért el nem adunk, többet szenvedtünk már mintsem, hogy meg ne élhetnénk vasút nélkül”, írták levelükben.

Nádasdy elsősorban a Nagyvárad–Kolozsvár vasútvonal kamatbiztosítási nehézségeivel érvelt, amit nem emlegetett az arad–gyulafehérvár–nagyszebeni vonal esetében.

A kedvezőtlen kilátások ellenére a magyarok minden alkalommal kiálltak a kolozsvári vonal

építése mellett. Az erdélyi magyarság szempontjából fontosabbnak tartott Nagyvárad–Kolozsvár–Brassó vasútvonal építése érdekében két egyesületet is alakítottak, az egyiket Erdélyben „Nagyvárad–Brassó Vasúttársaság” néven Tholdalaghy Ferenc elnökletével, ugyanakkor egy másikat a fővárosban, a pesti központi gazdasági bizottságból gróf Károlyi György vezetésével. A két társulat rövidesen egyesült és előmunkálati tervet dolgoztatott ki.

1862-ben Bécsben is alakult egy szűkebb körű vasúti bizottság gróf Zichy Ferenc irányításával Erdély vasúti ügyeinek megoldására.

A császár 1863 januárjában a nála megjelenő gróf Károlyi György vezette magyarországi és erdélyi küldöttség előtt a kolozsvári vonal építésére is ígéretet tett és kilátásba helyezte a kamat biztosítását. A Birodalmi Tanács azonban a Nagyszebenből megjelent szász képviselők részvételének jutalmazásaként az Arad–Gyulafehérvár vonal építését engedélyezte.

1863-65-ben dőlt el a vita a gyulafehérvári vonal javára. 1863-ban az osztrák Kereskedelmi Minisztérium a Reichsrat elé terjesztett törvényjavaslatban Károlyfahérvárt (Gyulafehérvárt) jelölte ki Erdély vasúti központjává, ennek elfogadását szabta meg a vasútvonal részére adandó kamatbiztosítás feltételének. Ugyanakkor rábírta a kolozsvári vonal építésére korábban ajánlatot tevő Pickering céget, hogy a pénzbiztosítékot a gyulafehérvár–vöröstoronyi vonal építéséhez helyezze letétbe.

1864 és 1865-ben a Birodalmi Tanács mindkét házában elfogadták az Arad–Alvincz–Gyulafehérvár vonal építését és csak tervezetként kezelték ennek Gyulafehérvár–Kolozsvár szárnyvonalát. Függetlenül hagyták a Brassóig vezető szakaszt, valamint a bodzai, illetve vöröstoronyi szoroson való átkelés ügyét.

A két vonal, a Nagyvárad–Kolozsvár–Tövis–Segesvár–Brassó és az Arad–Gyulafehérvár–Nagyszeben–Vöröstoronyi szoros vitája idején szóba jött megoldásként a Maros-vonal építése, amely Gyulafehérváron, Marosvásárhelyen keresztül vezetett volna Moldvába. Ebből terveztek kiágaztatni szárnyvonalakat Kolozsvár, Gyergyószentmiklós és Brassó felé.

A vitához érdemes számszerűen is összehasonlítani a főváros és Kolozsvár közötti távolságot minden változat esetére. A Pest–Nagyvárad–Kolozsvár vasútvonal hossza kerekén 400 km, a Pest–Arad–Gyulafehérvár–Kolozsváré 589 km és a Széchenyi féle javaslatban lévő Pest–Debrecen–Szatmár–Zilah–Kolozsvár vonalé 515 km.

(folytatjuk)

Az európai nagyvárosok regionális közlekedésének fejlődési irányai

Dr. Kazinczy László PhD.

egyetemi docens

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,
Út és Vasútépítési Tanszék

1. Bevezetés

Az 1990-es években Közép-Európában végbeműnő politikai események nyomán bekövetkező gazdasági változások a korábbi közlekedési szokások és formák megváltozásának irányába hatnak. Az új gazdasági és társadalmi környezet igényei, valamint lehetőségei gyors, és hatékony lépések megtételére készítetik a szakembereket a városok, illetve azok régióinak közlekedés-fejlesztése területén.

A régió több nagyvárosához hasonlóan sajnos Budapesten is mindeztidáig elmaradtak azok a szervezeti átalakítások (közlekedési vállalatok közlekedési szövetségekre való egyesülése), és létesítményi beruházások (pályaépítések, járműbeszerzések stb.), amelyek az évezred fordulóján elengedhetetlen feltételei a gazdaság további fejlődésének, a környezet védelmének, az emberi mozgástér igényes kialakításának.

A közép-európai városi agglomerációk közlekedés-fejlesztésének egyre sürgetőbb feladatait a magyar főváros körülményei is jól példázzák. Az európai fővárosok között Budapest kiemelkedő helyet foglal el – népességének az ország teljes lélekszámahoz viszonyított 1:5-ös arányával. Budapesten (2,0 millió), a hozzátartozó agglomeráció 43 településén (6 város, 37 község) összesen 2,4 millió ember él. 1992-es statisztikai adatok szerint Budapest és a vele intenzív gazdasági, társadalmi kapcsolatban álló települések együttesen Közép-Európa legnagyobb agglomerációját alkotják.

Budapest-, és annak környéki közlekedésére kiterjedő átfogó forgalomfelvételt legutoljára 1992-94 között tartottak. A forgalomszámlálások szerint a budapesti lakosok összesen mintegy 4,8 millió helyváltoztatást végeznek naponta (2,36 utazás/fő/nap). Az utazások (helyváltoztatások) helyváltoztatási módok szerinti megoszlását az 1. táblázat-, helyváltoztatási célok szerinti eloszlását a 2. táblázat tartalmazza. A közforgalmú közlekedés és az egyéni gépjármű használat aránya (modal-split) 67%:33%.

Az 1992-94. évi-, valamint a korábbi 1983-84. évi adatokat összevetve megállapítható, hogy a közlekedési szokások követték a két időpont között végbeműnő gazdasági-, társadalmi- és politikai változásokat. Amíg a fajlagos utazások számában lényeges változás nem következett be (a 2,42 utazás/fő/nap - 2,36 utazás/fő/nap-ra változott), addig a forgalomeloszlás arányaiban a tömegközlekedés jelentős mértékű térvesztése figyelhető meg (a 83%:17% - 67%:33%-ra változott).

1. táblázat

A Budapesti lakosok utazásainak megoszlása a helyváltoztatás módja alapján

<i>A helyváltoztatás módja</i>	<i>Százalékos megoszlás [%]</i>
Közforgalmú közlekedés	49,9
Egyéni gépjárműhasználat	24,1
Gyalogos, egyéb	24,8
Kerékpáros közlekedés	1,2

A közforgalmú közlekedés legjellemzőbb adatai a városhatárt átlépő utazások száma, és eszközönkénti megoszlása. 1994-ben a városhatárt átlépő utazások száma összesen mintegy 600 000 volt egy irányban (Budapest irányában), mely 50-50 %-ban oszlott meg a tömegközlekedés és az egyéni gépjármű közlekedés között. A különböző közforgalmú közlekedési eszközökön a városhatárt átlépő utazások százalékos megoszlása a 3. táblázatban figyelhető meg. A táblázat adatait szemlélve a MÁV járművein tett utazások rendkívül alacsony száma tűnik ki. A MÁV városi-, és elővárosi közlekedésben való együttes részvétele is csupán csak 4%.

2. táblázat

A Budapesti lakosok utazásainak megoszlása a helyváltoztatás irányja alapján

<i>A helyváltoztatás irányja</i>	<i>Százalékos megoszlás [%]</i>
Budapesten belül	97,1
Budapestről az agglomerációba	1,4
Az agglomerációból Budapestre	1,5

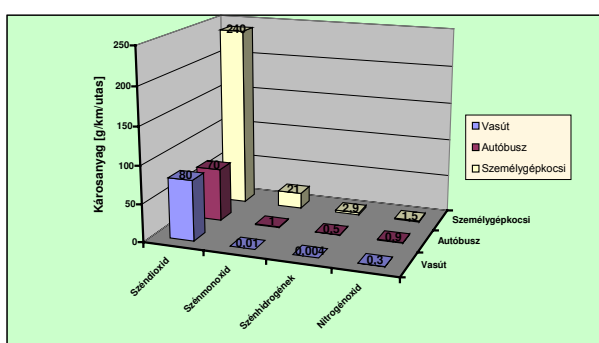
3. táblázat

A városhatárt átlépő utazások megoszlása a különböző tömegközlekedési eszközökön

Tömegközlekedési eszköz	Százalékos megoszlás [%]
BKV-HÉV	22
BKV-autóbusz	36
MÁV	24
VOLÁN	18

A forgalmi adatok alapján megállapítható, hogy a tömegközlekedés részaránya mind Budapesten, mint az agglomerációban igen jelentős mértékben csökkent az utóbbi évtizedben. A gazdasági és a társadalmi változások talaján végbemenő forgalomátrendeződést ugyanakkor a térségben működő közlekedési társaságok (BKV Rt., MÁV Rt., Volánbusz Rt.) finanszírozási hiánya is erősítette. A sajnálatos folyamat következményei – a közúti közlekedésben kialakult torlódások, az emberi létet veszélyeztető légszennyezés, a közlekedési morál és biztonság romlása stb. – már érzékelhetőek és figyelmeztetőek.

Nemzetközi statisztikai adatok szerint a teljes energiafelhasználás 28 %-át a közlekedés teszi ki, melyből 53 % a közúti-, 26 % a vasúti-, 15 % a légi-, és 6 % a vízi közlekedés részesedése. Az energiafelhasználáson túl a károsanyag kibocsátása tekintetében is rendkívül kedvező a vasúti közlekedés. Az idevonatkozó adatokat az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra

A különböző közlekedési eszközök károsanyag kibocsátásának mértéke

Budapest, illetve annak agglomerációja esetében a közlekedési problémák megoldása csak a kötöttpályás közlekedés átfogó fejlesztésével lehetséges. Nyugat-európai példák igazolják, hogy a város és környékének közlekedése, illetve az ott élő emberek életminősége számottevő módon - a Magyaror-

szágon is ma még hiányzó, ugyanakkor a nyugati államok városi agglomerációiban széles körben elterjedt – nagykapacitású elővárosi gyorsvasutakkal oldható meg.

2. A városi agglomerációk tömegközlekedésének hatékony eszközei

2.1. A tömegközlekedési eszközök szállítási kapacitása

A tömegközlekedés gerincét képező közlekedési eszközök kiválasztásakor legelőször azok szállítási kapacitását kell megvizsgálni. A 4. táblázat a siklótól kezdődően az autóbuszon, és a trolibuszon keresztül az elővárosi gyorsvasútig foglalja össze a különböző tömegközlekedési eszközök szállítási kapacitásának alsó- és felső határát irányonként, egy vágányon, illetve egy forgalmi sávon. A 4. táblázat adatai alapján megállapítható, hogy a nagyvárosi agglomerációk egyedüli hatékony tömegközlekedési eszközei az elővárosi vasutak.

4. táblázat:

Tömegközlekedési eszközök szállítási kapacitása

Közlekedési eszköz	Szállítási kapacitás [utas/irány/óra]
Sikló	1 000 – 3 000
Közepes méretű egysínű vasút	1 000 – 3 000
Autóbusz	500 – 7 000
Nyomvezetésű autóbusz	2 000 – 7 000
Nagyobb méretű egysínű vasút	2 000 – 8 000
Közúti vasút	3 000 – 12 000
Közúti gyorsvasút	5 000 – 15 000
VAL rendszerű földalatti gyorsvasút	5 000 – 16 000
Földalatti gyorsvasút	12 000 – 40 000
Elővárosi gyorsvasút	10 000 – 50 000

2.2. Az elővárosi vasutak megjelenési formái

A vasútvonal, illetve a vasúti hálózat történeti kialakulásától, valamint a közlekedés földrajzi helyzetétől függően az **elővárosi vasutaknak** napjainkban három jellemző csoportját különböztetjük meg:

1. Közúti gyorsvasút (2. ábra: Karlsruhe),
2. Önálló vonalon üzemelő elővárosi vasút (3. ábra: Budapesti HÉV vonalak),
3. A nagyvasút (államvasút) vonalain üzemelő elővárosi vasút (4. ábra: Svédország).



2. ábra

Két áramrendszerű üzemmódban közlekedő közúti gyorsvasúti jármű Karlsruhe-ban és annak környékén



3. ábra

A budapesti HÉV hálózaton közlekedő MX. jelzésű elővárosi szerelvények



4. ábra

Svédország nagyvárosainak agglomerációiban közlekedő elővárosi gyorsvasúti szerelvények

A közúti gyorsvasutaknak - amelyek járművei és pályaparaméterei a közúti vasutak, és a gyorsvasutak között található - három megjelenési formája figyelhető meg ez idáig:

1. Homogén üzem,
2. Vegyes üzem nagyvasúti teherforgalommal,
3. Vegyes üzem nagyvasúti személy-, és teherforgalommal, két áramnemű energiaellátással.

Az **önálló elővárosi vasutak** elsősorban üzemmódban különböznek egymástól:

1. Városi vasúti jellegű üzemmód (5. ábra: Bádeni vasút),
2. Nagyvasúti jellegű üzemmód.



5. ábra

Bécs-Báden között közlekedő elővárosi gyorsvasút járműve

A nagyvasutak vonalain üzemelő elővárosi vasutak forgalmában négy fejlődési fokot különböztethetünk meg:

1. A környéki forgalmat a távolsági közlekedés céljaira szolgáló vonatokkal bonyolítják le (Budapest-Hegyeshalmi vasútvonal).
2. A környéki forgalmat a távolsági vonatokkal azonos jellegű, egyik végén vezetőállással ellátott ún. ingavonatokkal szolgálják ki (6. ábra: Magyarország).



6. ábra

Mozdonnyal vontatott, egyik végén vezetőállással ellátott, elővárosi vasúti szerelvény Magyarországon

3. A környéki forgalom igényeit a távolsági közlekedéssel azonos pályán, de az elővárosi közlekedés sajátosságait figyelembevevő üzemviteli módszerekkel (ütemes menetrend), rövidebb, nagy gyorsító képességű motorkocsis szerelvények elégítik ki (7. ábra: Magyarország, Budapest – Szobi vasút-vonal).



7. ábra

A Magyar államvasutak Rt. elővárosi villamos motorvonati szerelvénye

4. A környéki forgalmat a nagyterhelésű vonalszakaszokon a távolsági forgalomtól elválasztott pályán, nagy befogadóképességű, nagy gyorsító készségű, nagy végsebességű motorkocsis szerelvényekkel bonyolítják le (8. ábra: Svájc).



8. ábra

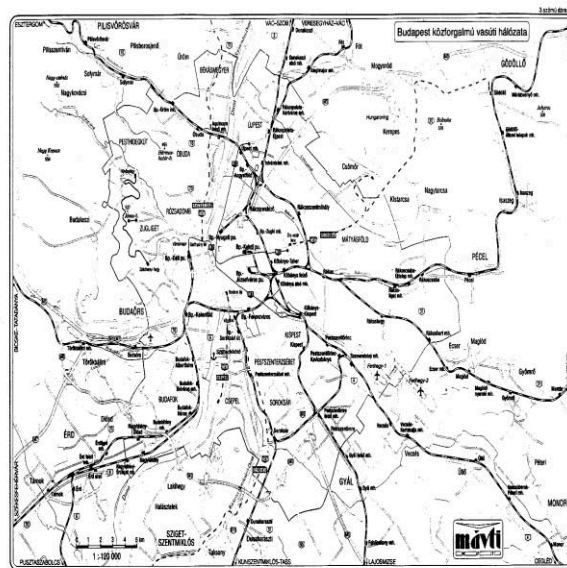
Svájc nagyvárosainak agglomerációiban közlekedő új, emeletes elővárosi gyorsvasúti (S-Bahn) szerelvény

A vázolt - döntően külföldi - megoldásokat áttekintve, magyar viszonyokat elemezve arra a megállapításra juthatunk, hogy a budapesti agglomerációban elsősorban:

1. A közúti gyorsvasúti-,
2. A nagyvasúti vonalakat igénybevevő elővárosi gyorsvasúti (S-Bahn rendszerű) - üzem alakítandó ki.

A közúti gyorsvasúti üzem elsősorban a három budapesti HÉV vonalon közeljövőben esedékes üzem mód váltással vezethető be. E HÉV vonalak további fenntartásának úgy tűnik ez a leg gazdaságosabb, és ugyanakkor leghatékonyabb módja. Minthogy e HÉV vonalak mindegyike közvetlenül kapcsolódik a főváros egyéb kötőpályás üzeméhez, ezért az egyes viszonylatok esetében megvizsgálható a több-áramnemű energiaellátás adta előnyök lehetősége.

A budapesti agglomeráció tömegközlekedési szükségleteit azonban elsősorban egy S-Bahn rendszerű elővárosi gyorsvasúti üzem elégítheti ki. Az S-Bahn rendszerű üzem alapvetően szükséges hálózati feltételei Budapesten, illetve annak környékén adódtak, hiszen mint azt a 9. ábra is mutatja a terület vasútvonalakkal jól ellátott (11-vasútvonal vezet be Budapest területére). A vasútvonalak közötti kapcsolatok a jelenlegi üzemi igények szintjén többnyire megoldottak.



9. ábra

Budapest és környékének MÁV kezelésű vonalai

Az előzőekben bemutatott kötőpályás közlekedési ágazatok üzem módjai, illetve azok műszaki paraméterei alapján megállapítható, hogy a következő években Magyarországon végrehajtandó fejlesztések szempontjából két üzem – a közúti gyorsvasúti-, és a nagyvasút vonalait igénybevevő elővárosi gyorsvasúti üzem (S-Bahn üzem) létrehozása kerülhet előtérbe.

3. A városi agglomerációk nagykapacitású tömegközlekedési eszközei

3.1. Vegyes üzemű közúti gyorsvasút

Egy 1992-1996. között Németországban elvégzett felmérés szerint a személygépkocsival közlekedők mintegy $\frac{3}{4}$ -e a különböző közlekedési eszközök rossz kapcsolatát, illetve az átszállással járó kényelmetlenséget jelölte meg a gépkocsi használat alapvető indokaként.

Ebből kiindulva egy újszerű elképzelés szerint a városi és a regionális vasúti közlekedés összekapcsolható oly módon, hogy az új megoldás mindkét rendszer előnyeit megőrizze. A rendszer lényege az, hogy a régióból a meglévő vasúti pályaszakaszon érkező városi gyorsvasúti járművek, a már korábban kiépített, vagy az újonnan létesítendő csatlakozási pontokon áttérnek a városi közúti vasúti hálózatra, s így az utasok számára átszállásmentes utazás válik lehetővé egészen a városközpontig. Minthogy e megoldást először Karlsruhe városa, illetve régiója fejlesztette ki, és alkalmazta először, ezért a rendszert a szakma „Karlsruhei modell” névre keresztelte.

A 280 000 lakosú Karlsruhe városában a DB pályaudvarai a városközponthoz képest excentrikus helyzetűek. Így az agglomerációból a városközpont felé utazók a vasút és a közút között átszállásra kényyszerültek.

E problémák megoldására 1992-től kezdődően első lépésben a közúti vasút városi vonalhálózatát fokozatosan meghosszabbították a régióban. Így a közúti gyorsvasúti járművek a DB egykori – korábban üzemben kívül helyezett – szakaszain közlekednek. A régió és Karlsruhe átszállásmentes összekötésének előnyei végül ahhoz a konkrét lépéshez vezettek, hogy a DB személyforgalmat ellátó több vonalszakaszán is bevezetésre került a közúti gyorsvasúti üzem. A Karlsruhe-i régióban jelenleg 5 vonalon 150 km-es vonalhosszon működik az úgynevezett vegyesüzemű rendszer.

Az európai tapasztalatok szerint nemcsak a modal-split változását okozza egy új rendszer bevezetése, hanem az utazási igények növekedését is kiváltja. 1992-1997 között a Karlsruhe–Bretten viszonylatban üzemelő közúti vasúton az utasforgalom növekedése több száz százalékos volt.

A vegyes üzemű rendszer legfontosabb elemét képező jármű (10. ábra) jellemzői az alábbiakban foglalhatók össze.

1. A jármű mind a közúti-vasúti (750 V egyenfeszültség), mind a nagyvasúti (15 000 V váltakozó feszültség) elektromos üzemmódra alkalmas.
2. A jármű kerékabroncsa úgynevezett vegyes profilú, amely a közúti-vasúti és a nagyvasúti kitérőkön való áthaladást egyaránt lehetővé teszi.

3. A jármű (GT8-100D/2S-M második generáció) legfontosabb műszaki adatai:
 - nyomtávolság: 1 435 mm,
 - hosszúság: 36 752 mm,
 - szélesség: 2 650 mm,
 - padlómagasság: 880/630/850 mm,
 - teljesítmény: 4 x 127 kW (750 V-nál),
 - legnagyobb sebesség: 100 km/h,
 - gyorsulás: $0,85 \text{ m/s}^2$,
 - fékezési lassulás: $1,6 \text{ m/s}^2$,
 - önsúly: 58,6 t,
 - férőhely: 100 ülő, 100 álló,
 - legkisebb járható körívsugár: 23 m.

4. A jármű mozgatható lépcsője révén az összes járatos peronmagassághoz (150-, 380-, 580, 760 mm) illeszkedni tud.



10. ábra

Két áramrendszerű üzemmódban közlekedő közúti gyorsvasúti jármű Karlsruhe-ban alacsony peron mellett

3.2. A nagyvasút vonalain üzemelő elővárosi gyorsvasút

Nyugat-európai viszonylatban a közúti közlekedés ellehetetlenülése már a 70-es években megkezdődött. Így nem véletlen, hogy a nagyvárosi agglomeráció közlekedésének javítására éppen ezekben az években számos helyen kezdődött meg a nagykapacitású elővárosi gyorsvasúti közlekedés kiépítése és bevezetése, amelyet legtöbb esetben a közlekedési szövetségek (tarifaszövetségek) létrehozása előzött meg. Az agglomerációk nagykapacitású közlekedési rendszerének legjellemzőbb példái a német, az osztrák és a svájci városok, illetve azok környékeinek S-Bahn üzei. Jelenleg Németországban például 24 város agglomerációjában üzemel elővárosi gyorsvasút.

Az S-Bahn rendszerű elővárosi gyorsvasúti közlekedés legfontosabb jellemzői az alábbiakban foglalhatók össze:

1. Az elővárosi gyorsvasúti viszonylatok vezetése a városhatárokon túl mintegy 20-50 km-es távolságra történik.
2. A városokba bevezetett elővárosi gyorsvasúti üzemek egyes viszonylatai a városi területeken sugaras-, átmérős-, vagy gyűrűs vonalvezetésűek.
3. A nagyvárosok esetében a gyorsvasúti hálózat mindhárom viszonylatvezetési alapeleme megtalálható (11. ábra: Bécs).



11. ábra
Bécs gyorsvasúti hálózata

4. Az elővárosi gyorsvasúti üzemek az agglomeráció központján kívüli területeken elsősorban a nagyvasút nyomvonalát, ill. a nagyvasút vágányait veszik igénybe.
5. Az elővárosi gyorsvasúti üzemek a nagyvasutak nagyterhelésű szakaszain – elsősorban az agglomeráció központjának területén – a nagyvasúti vágányoktól független – önálló vágányokkal rendelkeznek.
6. Az elővárosi gyorsvasúti közlekedés a nagyvárosok esetében általában csak az egyik kötőtpályás üzemmódot jelentik. Az igények szerint a gyorsvasutak mellett még további üzemek is működhetnek (Bécs: S-Bahn 112 km, U-Bahn 40 km, közúti vasút 218 km).
7. Az elővárosi gyorsvasúti rendszerben a szerelvények üzemkezdetétől üzemzárásig ütemes menetrend szerint közlekednek (10-60 perc). A forgalom igényeitől függően az egyes viszonylatok szerelvényeinek követési ideje a nap folyamán többször is változhat.
8. A járművek nagy gyorsulással ($1,0-1,2 \text{ m/s}^2$) és nagy végsebességgel (100-120 km/h) közlekednek.
9. A járművek nagy befogadó képességgel rendelkeznek, széles, távvezérlésű ajtókon keresztül szintbeni ki- és beszállást biztosítva. A járművek

kapacitásnövelésének egyik hatékony eszköze a kétszintes (emeletes) kialakítás (12. ábra: Drezda).



12. ábra
A drezdai agglomerációban közlekedő új emeletes elővárosi gyorsvasúti (S-Bahn) szerelvény

10. A járművek fejlesztése követi az utazóközönség szolgáltatásokkal szemben támasztott igényeit (13-18. ábrák).



13. ábra
Ausztria nagyvárosainak környékén korábban üzemelő elővárosi gyorsvasúti szerelvény



14. ábra
Ausztria nagyvárosainak környékén jelenleg közlekedő elővárosi gyorsvasúti (S-Bahn) szerelvény



15. ábra

A berlini agglomeráció területén korábban közlekedő elővárosi gyorsvasúti (S-Bahn) szerelvény



16. ábra

A berlini agglomeráció területén közlekedő új elővárosi gyorsvasúti (S-Bahn) szerelvény



17. ábra

A párizsi agglomeráció területén korábban közlekedő elővárosi gyorsvasúti (S-Bahn) szerelvény



18. ábra

A Párizsi Elővárosi Vasút (RÖR) hálózatán közlekedő, új emeletes kocsiokból álló szerelvény

11. Az elővárosi gyorsvasutak megállóhelyein legtöbb esetben megtalálhatók a P+R parkolók.
12. A repülőterek és a nagyvárosok közötti nagykapacitású közlekedési kapcsolat kialakítása ma már nélkülözhetetlen (London–Heathrow 48 millió utas/év, Ferihegy 3,1 millió utas/év, MÁV 158 millió utas). A 19. ábrán a Londoni városközpont és a Heathrow-i repülőtér között közlekedő ún. Heathrow expressz látható.



19. ábra

London városközpont és Heathrow repülőtér között közlekedő expressz vasút (Heathrow expressz) szerelvénye

4. Összefoglalás

A legtöbb nyugat-európai nagyváros esetében már az 1970-es években kiépültek az elővárosi gyorsvasúti üzemek. Fejlesztésük azóta is folyamatos. Így Budapestnek - miként a legtöbb Közép-európai ország nagyvárosának - e területen legalább 20-30 éves elmaradása mutatható ki. A hálózat nyugat-európai szintű kiépítése természetesen óriási pénzüsszeget igényelne, amely jelenleg sajnos nem áll rendelkezésre.

Mint hogy a közúti közlekedésben jelentkező problémák (kapacitás-hiány, környezetvédelem) megoldása Kelet-európában is egyre sürgetőbb, valamint az európai szintű tömegközlekedés megvalósítása objektív követelmény, ezért a jelenlegi gazdasági helyzet ellenére az idevonatkozó tervek, és adminisztrációs lépések részletes kimunkálását minél előbb meg kell kezdeni. Így a rendelkezésre álló tervek alapján egy-egy pénzforsás felbukkanása esetén (pl. uniós támogatás) a beruházások már egy távlati cél megvalósításának elemeit jelenthetik.

MOSFET kapcsolóeszközök VHDL szimulációja

Keresztes Péter

Széchenyi István Főiskola

A dolgozat egy VHDL csomag alapelveit ismerteti, ami lehetővé teszi a CMOS VLSI áramkörökben használt MOSFET eszközök modellezését. A modell a jelenlegi kivitelben egyirányú kapcsolóeszközök leírására alkalmas, de a lefedni kívánt alkalmazásokat tekintve ez nem korlátozó tényező. Ugyanakkor a csomag lehetővé teszi az átmeneti kapacitív szinttárolás és a gyenge logikai szintek modellezését. A bevezetett nyolc-állapotú bit az eddig alkalmazott többszintű típusoknál lényegesen egyszerűbb.

A dolgozat bemutatja egy digitális celluláris neurális hálózat processzor-chip (CASTLE) fejlesztésénél a VHDL csomaggal kapcsolatos tapasztalatokat.

1. Bevezetés

Az ún. FULL-CUSTOM CMOS VLSI áramkörök tervezése során megkerülhetetlen, hogy a logikai működést a tranzisztorok (kapcsolók) szintjén ellenőrizzük. A FULL-CUSTOM tervezés során ugyanis nehezen, vagy egyáltalán nem zárható le a cellák vagy makrocellák a LAYOUT tervezés során. A tervezők kénytelenek újra és újra módosítani egy-egy elemi funkciójú építőelem LAYOUT-ját, hiszen csak így lehet minimalizálni a chip területét.

Ez persze megköveteli, hogy a LAYOUT tervezéssel párhuzamosan kialakuló hierarchikus séma ne csak a LAYOUT-val való összehasonlítással történjen ellenőrzése, hanem logikailag is.

Ha a hierarchia bármely szintjén fenntartjuk az elrendezés megváltoztatásának a lehetőségét, akkor a „layout-versus-schematic” (LVS) ellenőrzés a fentiek miatt tranzisztor szinten kell hogy végbemenjen. Ez pedig csak akkor megnyugtató, ha a séma, vagyis a struktúrális leírás alapeleme a tranzisztor, azaz a szimuláció során használt viselkedési leírások tranzisztorok viselkedési leírásai.

CMOS áramkörök tranzisztor-szintű logikai szimulációja régóta kutatott terület. A MOSFET eszközöknek a logikai működés szempontjából van néhány meghatározó fontosságú tulajdonságuk. Ezek a következők:

- A MOSFET kétirányú kapcsoló. Az átvitel irányát a feszültség-viszonyok határozzák meg.
- A MOSFET vezérlő-elektrodája kapacitív, és töltéstároló tulajdonságát a CMOS kapcsolástechnikában alaposan ki is használják. (Dinamikus- és kvázistatikus-latch és flip-flop elemek)
- A MOSFET meghajtóképessége a csatornaellenállásától függ. Sok kapcsolás kihasználja ezt, és a MOSFET egy ellenállás szerepét tölti be. (Kvázi-n és kvázi-p CMOS kapuk).

- Az n-MOS a logikai magas szintet, a p-MOS a logikai alacsony szintet csak csonkítva képes átvinni. Ezeket a szintvesztéseket a két tranzisztor párhuzamos kapcsolásából álló átvivőkapu (transmission-gate) küszöböli ki. Ha ennek hibás vezérléseit a szimulációval ki akarjuk mutatni, modellezni kell a csonka szintű átvitteket.

Az eddig ezekre a kapcsolókra kifejlesztett VHDL, vagy más hardware-szimulációs eszközök túlhangsúlyozták a kétirányú (bipoláris) kapcsoló tulajdonságot, és az ellenállás-szerű meghajtást, ugyanakkor kevés gondot fordítottak a töltéstárolás és a csonka-szintű átvitel modellezésére [1], [2].

2. A nyolc-állapotú bit

A „newbit” típushoz nyolc állapotot ill. szintet rendelünk.

A szintek közül az '1' és a '0' a konvencionális, feszültség-generátoros meghajtású logikai magas és alacsony szintek.

A w0 és w1 ezeknek áramgenerátoros, ellenállásos meghajtású, illetve csökkentett feszültségértékű megfelelőik.

CMOS áramkörökben előnyösen alkalmazhatók ún. kvázistatikus és dinamikus elemek, amelyekben a MOS kapacitás átmeneti töltéstároló tulajdonságát használják ki. Ezt a s0 és s1 tárolt szintekkel reprezentáljuk.

A hetedik állapotot, az u-t a tranziens állapot reprezentálására használjuk. Szemlélet kérdése, hogy az u szintet úgy tekintjük, mint a magas és az alacsony szintek közötti feszültség-állapothoz rendelt logikai szintet, vagy úgy, mint amelyik lehet éppen magas is, vagy lehet éppen alacsony is, de nem tudjuk, hogy ezek közül éppen milyen.

Végül a nyolcadik, a z szint a lebegő, ún. harmadik állapotot reprezentálja, tehát azt a szintet, amelyet egy kapcsoló akkor produkál, amikor elengedi a kimenetére kapcsolódó pontot.

Definiálunk egy speciális relációt. Ez a reláció a szintek közötti erőviszonyokat hivatott meghatározni. A relációt a következőképpen definiáljuk:

$level_i \text{---->} level_j$,

azaz $level_i$ felülírja a $level_j$ szintet, ha két azonos csomópontra kapcsolt kapcsolóeszköz közül - amelyek egyike $level_i$ -t, a másik $level_j$ -t ad a saját kimenetére - a $level_i$ -t képviselő szintje jelenik meg a közös csomóponton.

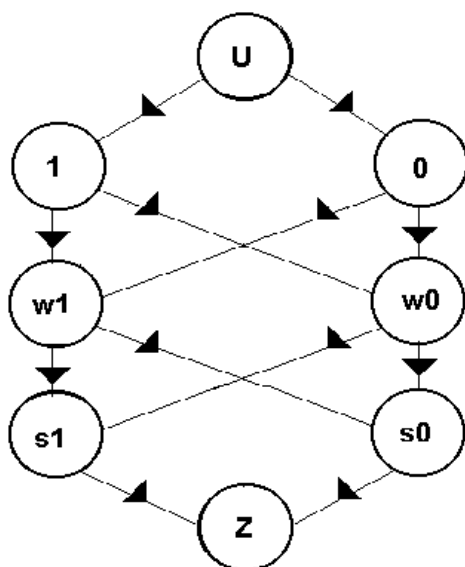
Ez a reláció *reflexív, antiszimmetrikus és tranzitív*, tehát a szintek halmazát részben rendezzi.

A részben rendezett szinteket mutatjuk be az 1. ábrán.

3. A „newbit” csomag felépítése

A „newbit” VHDL csomag definiálja a fent felsorolt szinteket, és a „connewbits” rezolúciós függvény segítségével érvényre juttatja a felülírási relációkat.

A függvény első részében található utasítássorozat segítségével számba vesszük a csomópontokra kapcsolódó összes meghajtót, mégpedig szintenként. A függvény második része a felülírási reláció alapján kiválasztja az érvényesülő szintet. A csomópont z állapotú csak akkor lehet, ha valamennyi meghajtó z kimenetű. Az u szint akkor jelenik meg, ha azonos erősségű, de egymásnak ellentmondó szintek vannak a meghajtó kimenetek között. Az erősebb, azaz a felülíró-szint mindig érvényesül a gyengébbel szemben.



1. ábra. A nyolc állapot, részben rendezve a felülírási reláció szerint

```
package newnstd is
type newbit is ( Z, w0, w1, s0, s1, '0', '1', U);
-- '0', '1' : strongest classical logical levels;
-- s0, s1 : stored logical levels;
-- w0, w1 : weak logical levels;
-- Z : floating (third) state;
-- U : undefined or transient state;
type newbit_vector is array (natural range<>) of newbit;
function connewbits (srcs : newbit_vector) return newbit;
end newnstd;
```

```
package body newnstd is
```

```
function connewbits ( srcs : newbit_vector) return newbit is
variable num0, num1, s0num, s1num, w0num, w1num, znum,
unum : natural := 0;
variable v : newbit := Z;
begin
for i in srcs'range loop
if srcs(i) = '0' then num0 := num0 + 1;
elsif srcs(i) = '1' then num1 := num1 + 1;
```



```

    elsif srcs(i) = s0 then s0num := s0num + 1;
    elsif srcs(i) = s1 then s1num := s1num + 1;
    elsif srcs(i) = w0 then w0num := w0num + 1;
    elsif srcs(i) = w1 then w1num := w1num + 1;
    elsif srcs(i) = Z then znum := znum + 1;
    else unum := unum + 1;
    end if;
end loop;

if unum > 0 then v := U; elsif
    unum = 0 and num0 = 0 and num1 > 0 then v := '1'; elsif
    unum = 0 and num1 = 0 and num0 > 0 then v := '0'; elsif
    unum = 0 and num1 > 0 and num0 > 0 then v := U; elsif
    unum = 0 and num1 = 0 and num0 = 0 and w0num > 0 and
        w1num = 0 then v := w0; elsif
    unum = 0 and num1 = 0 and num0 = 0 and w0num = 0 and
        w1num > 0 then v := w1; elsif
    unum = 0 and num1 = 0 and num0 = 0 and w0num = 0 and w1num = 0 and s1num = 0
        and s0num > 0 then v := s0; elsif
    unum = 0 and num1 = 0 and num0 = 0 and w0num = 0 and w1num = 0 and s1num > 0
        and s0num = 0 then v := s1; elsif
    unum = 0 and znum = srcs'length then v := Z;
else v:= Z;
end if;
return v;
end connewbits;
end newnstd;

```

4. A kapacitív szinttárolás modellezése a „newbit” csomag segítségével

Az alábbi VHDL leírás megmutatja, hogyan modellezhető egy, a MOSFET kapcsolók közé iktatott kapacitás. A CAPAC-elem, ha pontját **1**, **0**, **w1**, vagy **w0** szinttel meghajtja egy domináns kapcsoló, majd elengedi úgy, hogy azt a többi, erre a pontra irányuló kapcsoló is elengedi, ill. elengedve tartja, akkor a kapacitás a **z**-nél erősebb **s1** vagy **s0** szintet ad sajátmagára, és ezt egy megadott ideig (töltéstárolási idő) tartja, majd ő maga vált át a **z** szintre.

A töltéstárolásra képes kapu-elektrodájú MOSFET eszközök kapu-elektrodáját egy ezzel ekvivalens működésű utasítás-sorozattal modellezzük.

```

library work; use work.newnstd.all;
entity CAPAC is
    port
        ( CNODE : inout connewbits newbit);
end;

```

```

architecture BEH of CAPAC is
begin
    CNODE <= s1 when CNODE = '1' or CNODE = w1 else
        s0 when CNODE = '0' or CNODE = w0 else
        Z after 100 ns when CNODE = s1 or CNODE = s0 else
        Z;
end BEH;

```

5. MOSFET modellek

Példaként bemutatjuk az „erős”, **n**-csatornás MOSFET modellt. Ahogyan már említettük, a GATE elektróda kapacitásként viselkedik. A **S** (SOURCE) és a **D** (DRAIN) közötti kapcsolatot leíró programrész nem különbözteti meg, hogy a **G** elektródán **'1'**, **w1** vagy **s1**, illetve **'0'**, **w0**, vagy **s0** van.

Ugyanakkor a modell megkülönbözteti azt a két esetet, amikor az **S** elektródára **'0'** vagy **'1'** kapcsolódik. Fizikailag ugyanis a logikai magas szinttel vezérelt **n**-csatornás MOSFET a magas szintet csak küszöb-feszültséggel gyöngítve képes a **D** elektródán megjeleníteni. Ezért a modell ilyenkor **w1** szinttel jelentkezik. Ebben a modellben **w1** tehát a csökkentett feszültség-szintet reprezentálja.

```

library work; use work.newnstd.all;
entity nfet is
port
  ( S : in  connewbits newbit;
    D : inout connewbits newbit;
    G : inout connewbits newbit;
    nSUB : in connewbits newbit);
end;
architecture BEH of nfet is
begin
  G <= s1 when (G = '1' or G = w1) else
    s0 when (G = '0' or G = w0) else
    Z after 100 ns when G = s1 or G = s0 else
    Z;
  D <= S after 100 ps when (nSUB = '0' and (G = '1' or G = w1 or G = s1 or G = U) and
    (S = '0' or S = w0 or
    S = w1 or S = U or S = Z)) else
    w1 after 100 ps when (nSUB = '0' and (G = '1' or G = w1 or
    G = s1 or G = U) and S = '1') else
    s0 after 100 ps when (nsub = '0' and (D = '0' or D = w0) and
    (G = '0' or G = w0 or G = s0)) else

    s1 after 100 ps when (nsub = '0' and (D = '1' or D = w1) and
    (G = '0' or G = w0 or G = s0)) else
    Z after 10 ns when ((D = s0 or D = s1) and
    (G = '0' or G = w0 or G = s0) and nSUB = '0' )
    else
    Z after 100 ps when ( nsub = '0' and S = Z)
    else
    Z after 100 ps when (nsub = '0' and G = Z )
    else
    U after 100 ps when nSUB /= '0' else
    Z;
end BEH;

```

Egy másik **n**-csatornás **MOSFET** modellben az eszköz „gyenge”, azaz kimenetét az erős eszközhöz képest nagy ellenállású csatornán keresztül hajtja. Ezeket a szinteket is **w1** illetve **w0**-val jelöljük.

Álljon itt a kisáramú **n-MOSFET**, mint az ellenállásként alkalmazott **MOSFET** modellje.

```

library work; use work.newnstd.all;
entity R_nfet is
port
  ( S : in  connewbits newbit;
    D : inout connewbits newbit;
    G : inout connewbits newbit;
    nSUB : in connewbits newbit);
end;

architecture BEH of R_nfet is
begin
  G <= s1 when (G = '1' or G = w1) else
    s0 when (G = '0' or G = w0) else
    Z after 100 ns when G = s1 or G = s0 else
    Z;
  D <= w0 after 100 ps when nSUB = '0' and (G = '1' or G = w1 or G = s1 or G = U) and

```

```

S = '0' else
  w1 after 100 ps when nSUB = '0' and (G = '1' or G = w1 or G = s1 or G = U) and
    S = '1' else
  U after 100 ps when nSUB = '0' and (G = '1' or G = w1 or G = s1 or G = U) and
    (S = w0 or S = U) else
  U after 100 ps when nSUB = '0' and (G = '1' or G = w1 or G = s1 or G = U) and
    (S = w1 or S = U) else
  s0 after 100 ps when (nsub = '0' and (D = '0' or D = w0) and
    (G = '0' or G = w0 or G = s0)) else
  s1 after 100 ps when (nsub = '0' and (D = '1' or D = w1) and
    (G = '0' or G = w0 or G = s0)) else
  Z after 10 ns when ((D = s0 or D = s1) and
    (G = '0' or G = w0 or G = s0) and nSUB = '0') else
  Z after 100 ps when (nsub = '0' and S = Z) else
  Z after 100 ps when (nsub = '0' and G = Z) else
  U after 100 ps when nSUB /= '0' else
  Z;
end BEH;

```

6. A „newbit” csomag alkalmazása digitális CNN chip tervezése során

A Magyar Tudományos Akadémia Számítástechnikai és Automatizálási Kutató intézetének Roska Tamás akadémikus vezette analogikai kutató csoportja egy digitális CNN feldolgozást végző processzor architektúrát definiált [3]. A processzort, illetve egy processzor-tömböt tartalmazó chip fejlesztése a közelmúltban indult meg.

A tervezés során a **CADENCE „IC and System Design Package”** rendszerét használtuk. A tervezés egy **DATA-FLOW** stílusú, bit-vektor szintű **VHDL** leírás alapján, jellemzően „**bottom-up**” módon zajlott, egy szubmikronos **CMOS** technológiára. A minimális szilícium-felületre való törekvés jegyében a grafikus layout szerkesztővel megrajzolt elrendezés újra és újra módosításra került. Azért, hogy ezt az állandó layout módosulást a séma-leírásokkal követni tudjuk, az **LVS (Layout-Versus-Schematic)** programhoz előkészített strukturális leírás primitívjei az **n-mos** és **p-mos** tranzisztorok voltak.

Ez azt jelentette, hogy igen nagy és logikailag bonyolult cellákon *tranzisztor-szintű* szimulációt kellett végezni a tervezés ellenőrzése céljából. A tranzisztor-szintű **VHDL** leírást maga a **CADENCE** generálta, de a szimulációt a **V-SYSTEM (Model Technology)** rendszeren végeztük.

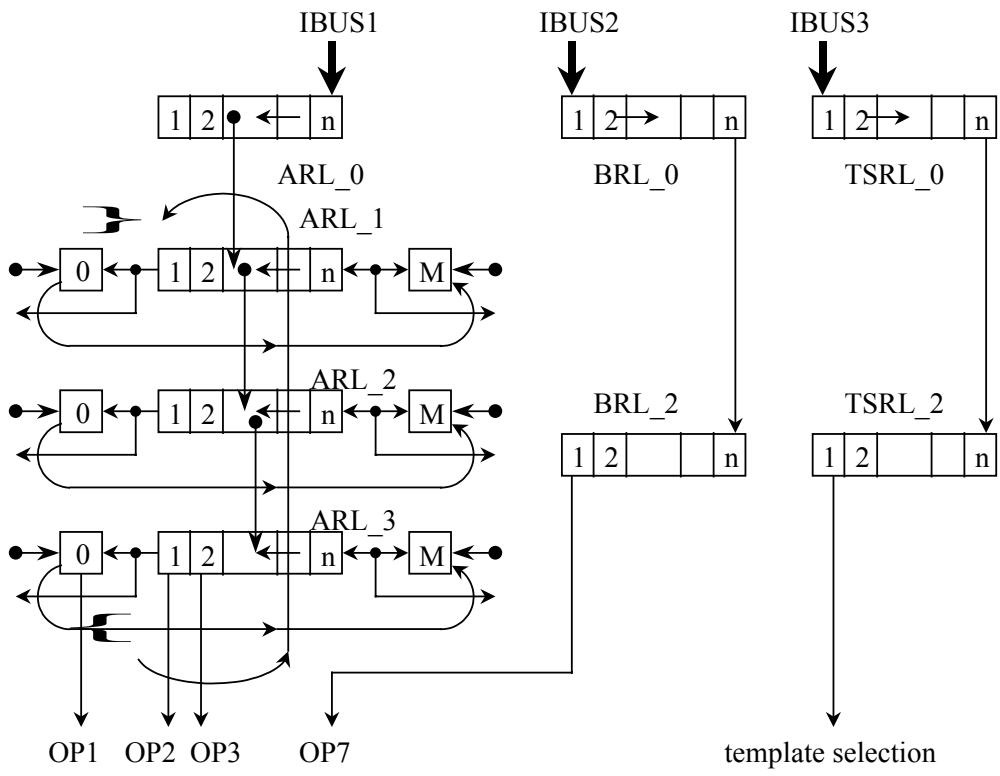
Mivel a **CASTLE**-chip időzítő-vezérlő egysége dinamikus-kétfázisú **M-S** tárolókból, regiszter-tömbje pedig kvázistatikus-dinamikus tárolókból áll, azaz a átmeneti töltéstárolás meghatározó szerepet játszik ezek működésében, az előző pontokban leírt **VHDL**-csomag és a tranzisztor modellek alkották az alapját a makrocella modellezésnek.

Számos tervezési hibát, mint a séma és a layout közötti eltérést maga az **LVS** rendszer mutatott ki. Számos olyan hiba is akadt, amely egyaránt megjelent a sémán és a layouton is, de csak a fenti csomagon alapuló tranzisztor-szintű szimuláció mutatta ki azokat.

Referenciák

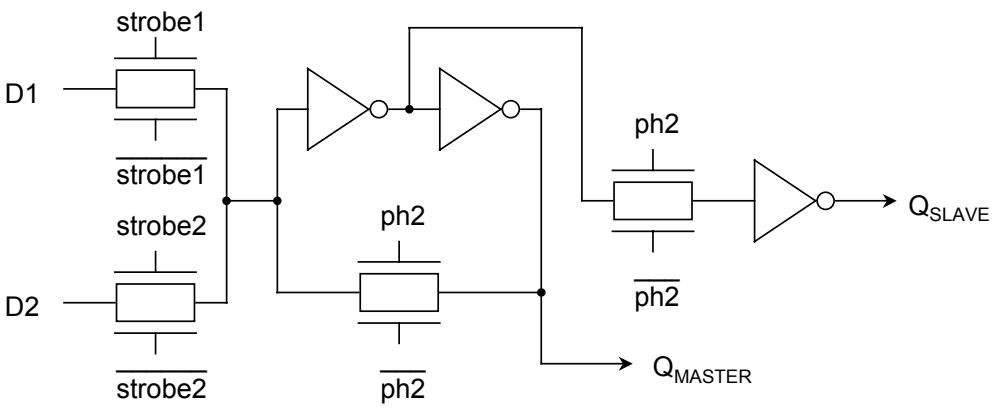
- [1.] A. Stanculescu: Bi-directional Switches in VHDL using the 46 Value System, VHDL Simulation Synthesis and Formal Proofs of Hardware, Ed. Jean Mermet, Kluwer Academic Publishers
- [2.] K, Khordoc, M. Biotteau, E. Cerny: Switch-Level Models in Multi-level VHDL Simulation, VHDL Simulation Synthesis and Formal Proofs of Hardware, Ed. Jean Mermet, Kluwer Academic Publishers
- [3.] P. Keresztes, Á. Zarándy, T. Roska, P. Szolgay, T. Bezák, T. Hidvégi, P. Jónás, A. Katona: An Emulated Digital CNN Implementation, Journal of VLSI Signal Processing Systems, Volume 23, Number 2/3, November/December 1999 pp 291-303. Kluwer Academic Publishers

(a 2. és 3. ábrákat lásd a következő oldalon)



2. ábra

A CASTLE processzor regiszter-tömbje. A regiszterek többsége több forrásból beírható, kvázistatikus MASTER, és dinamikus SLAVE fokozatból álló tároló-elemből áll.



3. ábra

Egy két forrásból beírható kvázistatikus-dinamikus tároló-elem. Az átmeneti tárolás az átvivőkapuk kimenetén, azaz ide kapcsolódó MOSFET vezérlőelektródákon történik.

Az ágyazatátvezetéses vasúti hidak terhelése

Összehasonlító tanulmány
a hazai és európai hídszabványok előírásai tükrében

dr. Köllő Gábor¹, Orbán Zsolt²
egyetemi tanár¹, V. éves egyetemi hallgató²
Kolozsvári Műszaki Egyetem

Bevezető

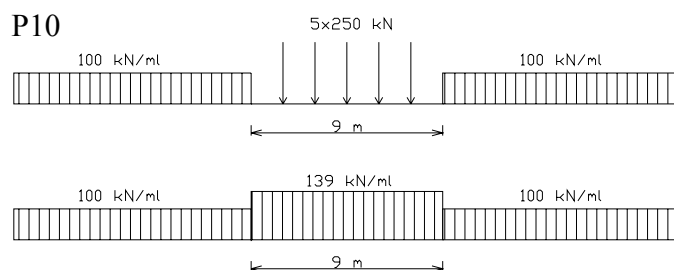
Az utóbbi évtizedben az Európai Unió Államokban elkezdődött egy egységes szabványrendszer kidolgozása az építéstudomány számára. Ezek a szabványok az EUROCODE elnevezést kapták. Az itt bemutatott tanulmányban röviden vázoljuk egymással összehasonlítva az EUROCODE 1 és a hazai szabványok STAS 3220-65, STAS 1911-98 vasúti hídszerkezetek terhelésére vonatkozó előírásait, részletesebben tárgyalva az ágyazatátvezetéses vasúti hídszerkezetek függőleges vonatteher által okozott terheléseket.

A román vasútvonalakra nem jellemzőek az ágyazatátvezetésű szerkezetek még kis fesztávú hidak esetén sem. Inkább a klasszikus acéltartókat alkalmazták. Az is tudvalevő, hogy a dombvidéken és főleg hegyvidéki vasútvonalak esetében a hídszerkezetek száma jelentős. A fővonalak felújításakor, amikor jelentősebb sebességnövekedést szeret-

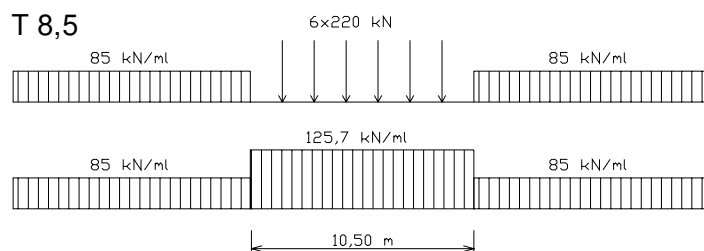
nénk elérni (ez a lépés a román vasutak minden fővonalára szükségszerű ha nem akarunk még jobban vagy teljesen lemaradni az európai tendenciáktól) a kis és középvesztávú hidakat ágyazatátvezetéses szerkezetekként kell megépíteni (lásd a német a francia és a többi nyugat-európai előírásokat a nagyobb sebességű vasúti pályákra). Az ágyazatátvezetéses szerkezetek előnyei ismertek. (lásd Műszaki Szemle I. Évfolyam, 3-4 szám 1998, 12-21 oldal) Most csak a dinamikus hatás, valamint a kifáradás okozta igénybevételek csökkentésével foglalkoztunk.

A függőleges vonatteherelések ismertetése

A romániai fővonalak hídjait jelenleg két tehervonat, a P10 és a T8,5 jelzésű, egy-egy mozdonyból és ezt közrefogó kocsisorokból álló teherrendszerre kell méretezni. Az 1-es és 2-es ábrák ezt a két teherrendszert mutatják be.



1. ábra



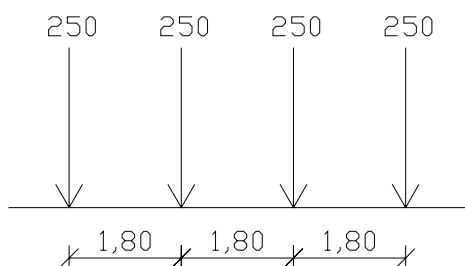
2. ábra

A megerősíthető hídszerkezeteket a T8,5 vonatteherre (ide főleg az acélszerkezetek tartoznak). Míg a meg nem erősíthető hídszerkezeteket (ide tartoznak a vasbeton és feszített beton, az öszvér-, valamint a hídszerkezetek alépítményei) a P10 vonatteherre kell méretezni.

A P10 vonatteher mozdonyát 139 kN/m egyenletesen eloszló teherként lehet alkalmazni, a T8,5 vonatteher mozdonyát 125,7 kN/m-ként egyenlete.

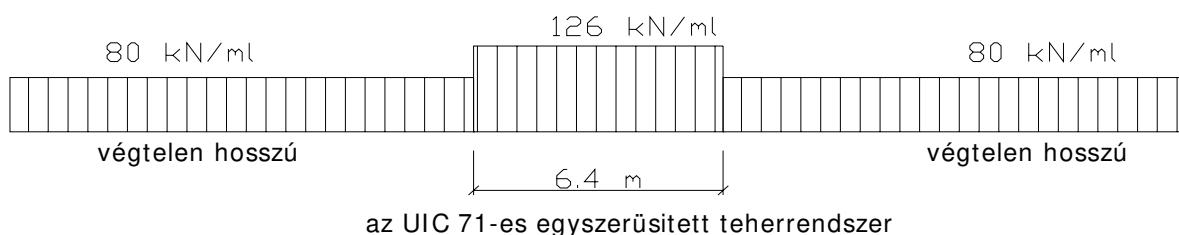
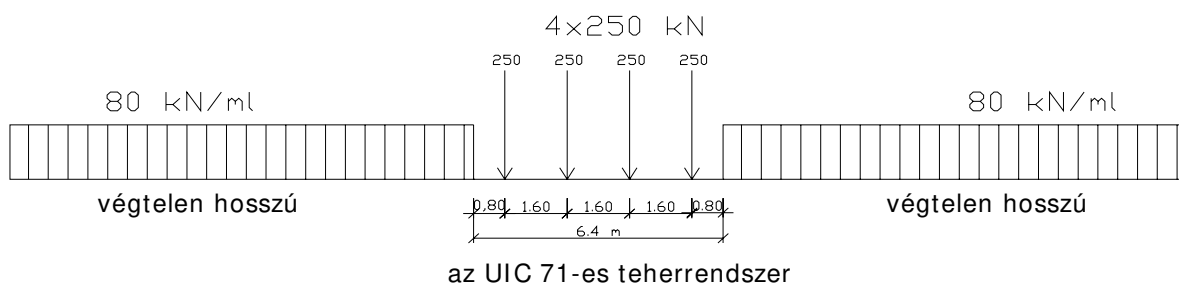
A 3,50 m fesztávolságú hídszerkezeteket egy koncentrált $P=300$ kN erőre kell méretezni.

A T8,5-ös teherrendszernek van egy alternatív rendszere a ($L < 8$ m) 8 m-nél kisebb nyílású hidak esetére.



Az európai szabványok által javasolt teherrendszerek az ENV 1991- 3/1993 szerint az UIC71 és az UIC-SW, amelyeket a 4 és 5-ös ábra mutatja be.

3. ábra



4. ábra



Terhelési osztály	q(kN/m)	a(m)	c(m)
SW/0	133	15,00	5,30
SW/2	150	25,00	7,00

5. ábra

Az SW/0 terhelést a folytonos tartók (5-35 m-ig) méretezésénél alkalmazhatjuk. Ez a teherrendszer

nagyobb alakváltozásokat és feszültségeket hoz létre mint az UIC 71-es terhelés.

Az SW/0 magába foglalja a nehéz teherkocsikat is 200 kN/tengely terheléssel.

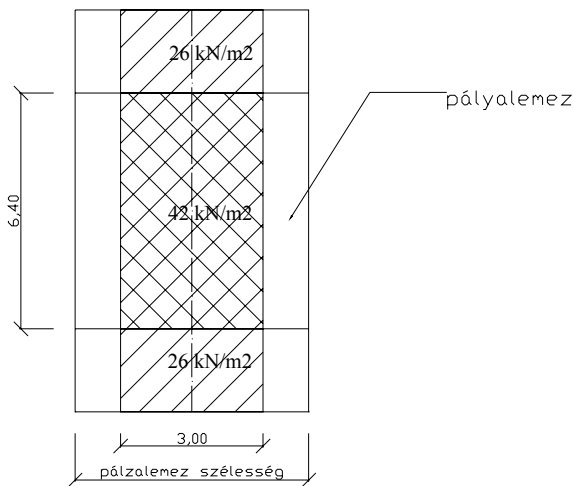
Az SW/2 terhelés alkalmazását a vasúttársaságok írhatják elő és magába foglalja a 225 kN/tengely terhelésű kocsikat.

Az SW/0, SW/2 terhelést nem választhatjuk szét akkor amikor az igénybevételek meghatározását végezzük el. A hídfők és hídpillérek méretezésénél az UIC71 és az UIC-SW terheléseket használhatjuk.

A dupla vágányú hídszerkezetek tervezésénél az UIC71-es terhelést használjuk mind a két vonalon.

Az SW terhelés csak az egyik vonalra helyezhető.

Az UIC71-es terhelési rendszer esetében, A pályalemezre jutó terhelést a következő módon lehet meghatározni.



6. ábra

Az eddig bemutatottakból látható, hogy a román szabványok terhelési rendszerei főleg a P10-es összehasonlíthatók az EUROCODE1 által javasolt vonatterhekkel sőt a mozdony által létrehozott egyenletesen eloszló terhelés (139 kN/m) nagyobb, mint az UIC 71 mozdony által okozott egyenletesen megoszló teher (126 kN/m) és a T8,5-ös tehervonat (125,7 kN/m) megoszló terhelése is majdnem egyenlő az UIC 71-es megoszló terheléshez, de ez sokkal nagyobb hosszon hat. A P10-es 9m, a T8,5 pedig 10,5m hosszon. A kocsisor terhelése is nagyobb a román szabványok szerint mint az UIC 71-es kocsisor terhelése. A hazai szabványok által előírt terheléseknél csak az SW nehézterhelések nagyobbak. A vasúti járművek okozta terheléseket egy dinamikus tényezővel szorozzák, így kapjuk a méretezési terhelést.

$$P_m = \Phi \cdot P \quad \Phi = \text{dinamikus tényező}$$

Az EUROCODE 1 differenciálva veszi számításba a dinamikus tényezőt

Φ_2 = dinamikus tényező egy megfelelően jól karbantartott pálya esetében;

Φ_3 = dinamikus tényező egy normál módon karbantartott pálya esetén

$$\Phi_1 = 1,67 \quad \text{ha } 0 \leq L_\Phi \leq 3,61\text{m}$$

$$\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\Phi} - 0,2} + 0,82 \quad \text{ha } 3,61 \leq L_\Phi \leq 65\text{m}$$

$$\Phi_2 = 1,0 \quad \text{ha } L_\Phi \geq 65\text{m}$$

$$\Phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\Phi} - 0,2} + 0,73$$

Azokon a hídszerkezeteken, ahol a töltés nagysága (magassága) nagyobb mint 1m, a dinamikus tényező csökkenthető.

Az üzemben lévő vonatok számára a kifáradási ellenőrző számításoknál a dinamikus tényező

$$1 + \Phi = 1 + \Phi' + 0,5\Phi''$$

ahol Φ' = hídeffektus

$$\Phi' = \frac{K}{1 - K + K^4} \quad \text{ahol } K = \frac{V}{2 \times n_0 \times L_\Phi}$$

Φ'' = pályaeffektus

$$\Phi'' = \frac{\alpha}{100} \cdot \left[56 \cdot e^{-\left(\frac{L_\Phi}{10}\right)^2} + 50 \cdot \left(\frac{n_0 \cdot L_\Phi}{80} - 1\right) \cdot e^{-\left(\frac{L_\Phi}{10}\right)^2} \right]$$

ahol V – sebesség (m/s)

n_0 – a híd saját frekvenciája (Hz)

L_Φ – hatáshossz, kéttámaszú tartóknál a fesztáv (m)

$$\alpha - \text{sebességtényező} \begin{cases} \alpha = \frac{V}{22} & \text{ha } V < 22 \text{ m/s} \\ \alpha = 1 & \text{ha } V > 22 \text{ m/s} \end{cases}$$

$$\text{az } n_0 \text{ maximális értéke } n_0 = 94,76 \cdot L^{-0,748}$$

$$\text{az } n_0 \text{ minimális értéke} \begin{cases} n_0 = \frac{80}{L} & \text{ha } 4\text{m} < L < 20\text{m} \\ n_0 = 25,8 \cdot L^{-0,592} & \text{ha } 20\text{m} < L < 100\text{m} \end{cases}$$

$$\text{Egy kéttámaszú tartó esetén } n_0 = \frac{5,6}{\sqrt{\delta_0}}$$

δ_0 (cm) n_0 (Hz)

δ_0 – az állandó terhelés okozta lehajlás

A hazai szabványok (STAS 1989) a dinamikus tényezőt csupán a hídníválás függvényében adják meg:

– Amikor a vasúti felépítményt közvetlenül erősítjük a híd felépítményéhez.

$$\Psi_1 = 1,10 + \frac{17}{35 + L} \geq 1,20$$

– Ágyazátátvezetéses hídszerkezet esetén

$$\Psi_2 = 1,05 + \frac{15}{40 + L} \geq 1,15$$

Az ágyazátátvezetéses szerkezeteknél figyelembe veszik azt a tényt, hogy hézag nélküli vágányról van szó vagy nem.

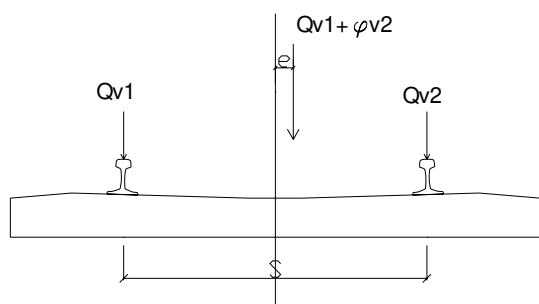
A hazai szabványaink nem veszik számításba úgy mint az EUROCODE 1, hogy a kifáradási ellenőrző számításoknál figyelembe kéne venni a hídon átmenő vonatok sebességét, valamint a híd saját frekvenciáját.

Összehasonlító táblázat a dinamikus tényezők értékeivel

L_{Φ} (m)	Φ_2	Φ_3	Ψ_1	Ψ_2	L_{Φ} (m)	Φ_2	Φ_3	Ψ_1	Ψ_2
3.61	1.67	2.00	1.54	1.62	18	1.18	1.26	1.42	1.48
4	1.62	1.93	1.54	1.62	19	1.17	1.25	1.41	1.47
5	1.53	1.79	1.53	1.61	20	1.16	1.24	1.41	1.47
6	1.46	1.69	1.51	1.59	22	1.14	1.21	1.40	1.45
7	1.41	1.61	1.50	1.58	24	1.13	1.19	1.39	1.44
8	1.37	1.55	1.50	1.57	26	1.11	1.17	1.38	1.43
9	1.33	1.50	1.49	1.56	28	1.10	1.15	1.37	1.42
10	1.31	1.46	1.48	1.55	30	1.09	1.14	1.36	1.41
11	1.28	1.42	1.47	1.54	35	1.07	1.11	1.34	1.38
12	1.26	1.39	1.46	1.53	40	1.06	1.08	1.33	1.36
13	1.24	1.36	1.45	1.52	45	1.04	1.06	1.31	1.34
14	1.23	1.34	1.45	1.51	50	1.03	1.04	1.30	1.33
15	1.21	1.32	1.44	1.50	55	1.02	1.03	1.29	1.31
16	1.20	1.30	1.43	1.50	60	1.01	1.02	1.28	1.30
17	1.19	1.28	1.43	1.49	65	1.00	1.00	1.27	1.29

A táblázatból látható, hogy a román szabványok által javasolt dinamikus tényező majdnem mindig nagyobb mint az Eurocode által javasolt szám, kivételt képeznek a nagyon kicsi nyílású hidak.

Az újdonság, amit az EUROCODE 1 hoz a terhelő erők keresztmetszeti elrendeződésében van. Ezt a 1911/98 román szabvány is egy az egyben átveszi (7. ábra).



7. ábra

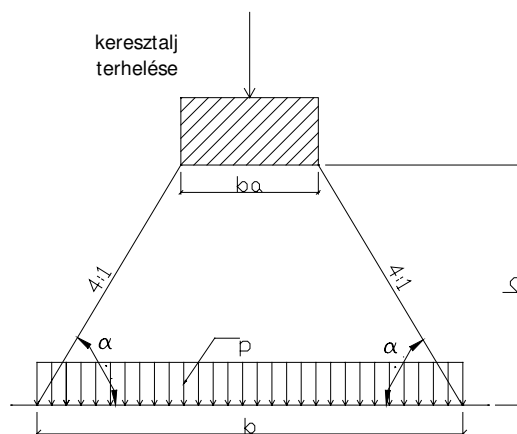
Q_{v1}, Q_{v2} – kerékterhelés
 $Q_{v1}+Q_{v2}$ – tengelyterhelés
 $\frac{Q_{v1}}{Q_{v2}} \leq 1.25$; $e \leq \frac{S}{18}$

Az itt bemutatott ábrán az újdonság azt jelenti, hogy a hídszerkezet terhelése mindig aszimmetri-

kus, így közelebb kerül az elméleti terhelés a valós terheléshez, mert a sínfej belső oldala és a nyomkarika között létezik egy játék (1435-1410), ami lehetővé teszi a sínek egyenlőtlen terhelését, továbbá figyelembe veszi, hogy a kocsi rakománya nem mindig tökéletesen szimmetrikus.

A terhelés eloszlása az ágyazaton keresztül

A függőleges terhelés eloszlását a keresztaljól a hídfelépítményig az ágyazaton keresztül a 8. ábrán szemléltethetjük (a híd hossz tengelyével párhuzamosan). Az EUROCODE 1 szerint, amit az 1998 román szabvány (1911/98) is átvett a terhelés tg α = 4:1 síkok mentén kerül a hídlemezre.

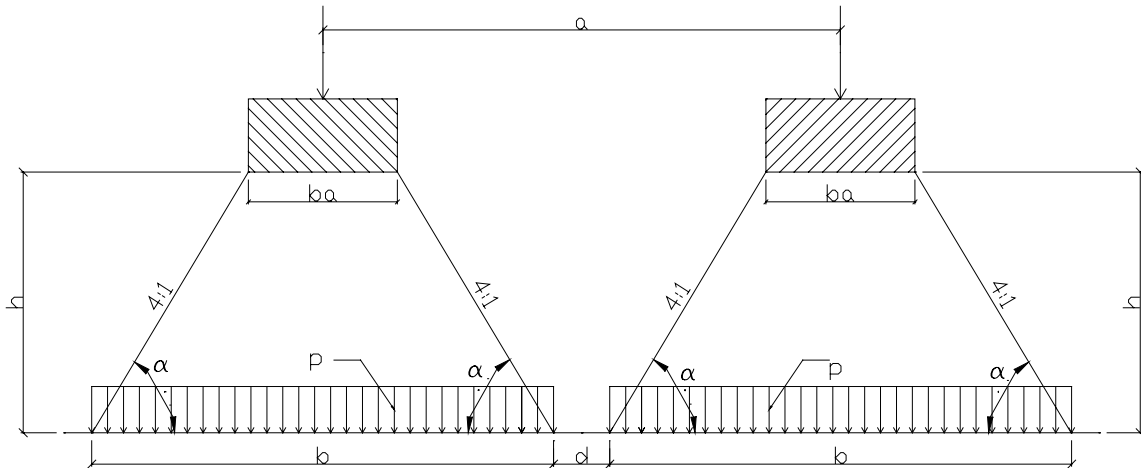


8. ábra

$$b = b_a + 2 \times \frac{h}{2} = b_a + \frac{h}{2} = 27.8 + 15 = 42.8 \text{ cm}$$

h – az aljalati ágyazatvastagság
 b_a – keresztalj szélessége

A 9. ábra a terhelés hosszanti elrendezését mutatja be.



9. ábra

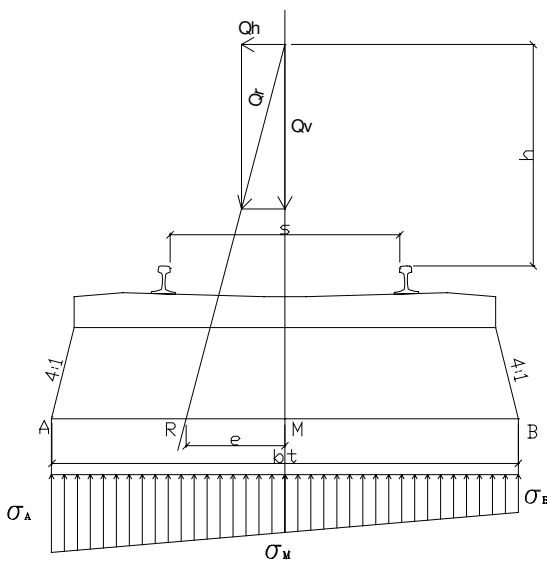
- | | |
|---|-------------------------------|
| I. | II. |
| $a = 60 \text{ cm}$ | $a = 55 \text{ cm}$ |
| $b = 42,8 \text{ cm}$ | $b = 42,8 \text{ cm}$ |
| $d = a - b = 60 - 42,8 = 17,2 \text{ cm}$ | $d = a - b = 12,2 \text{ cm}$ |

$$b_t = l_a + \frac{h}{2}$$

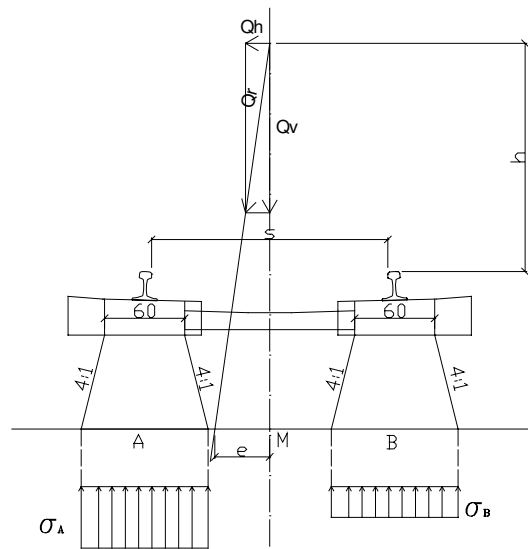
például: $b_t = 260 + \frac{30}{2} = 275 \text{ cm}$

A terhelés keresztmetszeti eloszlását a 10. ábra szemlélteti

A kétblokkos betonalj esetén a keresztmetszeti eloszlást a 11. ábra szemlélteti

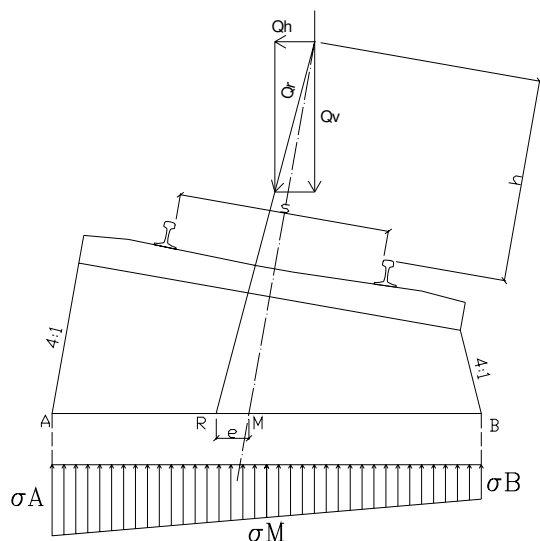


10. ábra

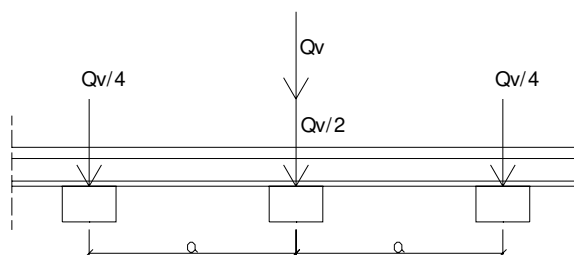


11. ábra

Az ívekben létrejövő keresztmetszeti eloszlást a 12. ábrán mutatjuk be.



12. ábra

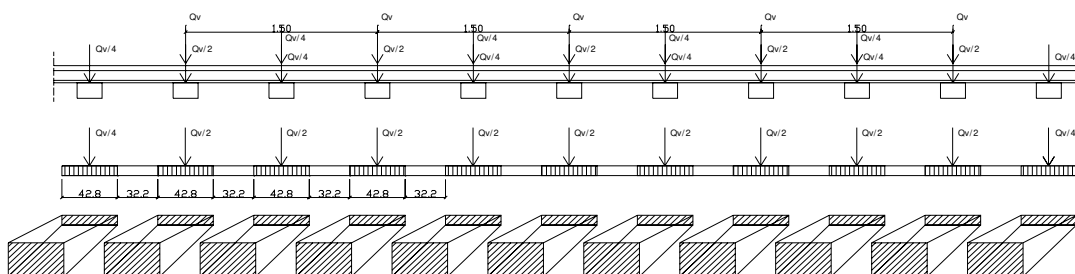


13. ábra

A P10-es mozdony a 14. ábrán látható terhelést okozza (maximális terhelés).

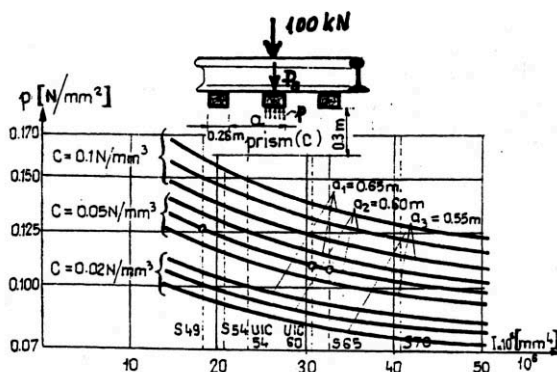
A pályalemezre jutó terhelések függenek attól, hogy a sín kerékterhelése hány keresztaljra oszlik el.

Az EUROCODE 1 a következő eloszlást javasolja:



14. ábra

Befejezésül szeretnénk az aljak alsó lapján fel lépő talpnyomás (p) változását, az inercianyomatéka (I) és az aljtávolság függvényében (a) (Eisenmann diagramja) bemutatni (C ágyazási tényező).



15. ábra

A talpnyomás elméleti képlete:

$$p_{\max} = \frac{G}{2 \cdot b_0 \cdot L} \text{ ahol } G - \text{kerékterhelés}$$

$$b_0 = \frac{b}{a} \cdot \alpha \cdot \frac{l_a}{2} \quad \alpha - 0,86 \text{ feszített beton-}$$

jak esetében

$$L = \sqrt[4]{\frac{4 \cdot (E_s \cdot I_s \cdot a + 0,5 \cdot \alpha \cdot l_a \cdot E_a \cdot I_a)}{0,5 \cdot \alpha \cdot C \cdot l_a \cdot b}}$$

l_a – alj hossza

b – alj szélessége

E – rugalmassági tényező (sín s , alj a)

I – inercianyomaték (sín s , alj a)

A keresztalj $0,5 \cdot \alpha \cdot l_a$ hosszán a talpnyomás p

$$p \cdot \alpha \cdot 0,5 \cdot l_a \cdot b = a \cdot b_0 \cdot p_{\max} \Rightarrow p = \frac{a \cdot b_0 \cdot p_{\max}}{0,5 \cdot \alpha \cdot l_a \cdot b}$$

behelyettesítve b_0 -ot következik $p = p_{\max}$

Tehát az alj talpnyomását a $p_{\max} = \frac{G}{2 \cdot b_0 \cdot L}$

összefüggéssel határozhatjuk meg.

Befejezésül meg kell említeni, hogy az 1911 szabvány 1998-ban bekövetkezett módosítása indokolt, mert igaz, hogy a hídszerkezetek terhelése az igénybevételek szempontjából előnyösebb (nagyobb igénybevételekkel számolunk). Az 1998-előtti szabványok esetében a terhelés nagyobb területen került a hídlemezre mivel $tg\alpha=1:1$. Jó volna egyes hídszerkezetek vizsgálásánál nálunk is használni egy speciális nagyterhelésű tehervonatot, hasonlókat mint a SW terhelések.

A hazai szabvány által használt terhelési rendszerek P10 és T8,5 megtartása egyelőre indokolt.

A Bodajk–Balinka állomásközben bekövetkezett rézsűkárosodás helyreállítása előregyártott vasbetonelemekből kialakított szivárgó földtámrendszerrel

Molnár László¹, Dr. ing. Mihalik András²

Csúcs Ipari és Szolgáltató Kft. Budapest¹,

Okleveles mérnök, a műszaki tudomány doktora, egyetemi tanár, Nagyvárad²

„Az elméletre egy cédulát kéne függeszteni:
figyelemmel, óvatossággal használandó!
Nem több, mint egy csepp egy liter tapasztalathoz.”
K. Terzaghi

A szerzőknek e közleménye a kolozsvári vasútigazgatóság területén 1958. óta alkalmazott támasztó szerkezetek tanulmányozásának a hasznosítását írja le. Több alkalommal MÁV-szakemberek és a kivitelező Csúcs Ipari és Szolgáltató Kft. a helyszínen, a Nagyvárad–Vaskóh vasútvonalon, Nagyváradon, a Fekete- és Sebes-Körösökön elemezték az előregyártott vasbeton elemekből kivitelezett építményeket a mélyépítés, víz-építés és közlekedési gyakorlatban. Több mint negyven év pozitív eredményei, az építmények természetbarát viselkedése – különösen kohéziós talajokban – vezettek el oda előzetes tanulmányozás után, hogy a Bodajk–Balinka állomásközben bekövetkezett rézsűkárosodás helyreállítására egy MIHAND rendszerű szivárgó alapozású és felépítményű, szivárgó és támbordákból kialakított szerkezetet kivitelezzenek 2000 augusztus végén. A bevezetésben röviden bemutatásra kerülnek a 40 év folyamán észlelt károsodások tipikus formái, valamint ezeknek a helyreállítása a már említett földtám rendszerrel.

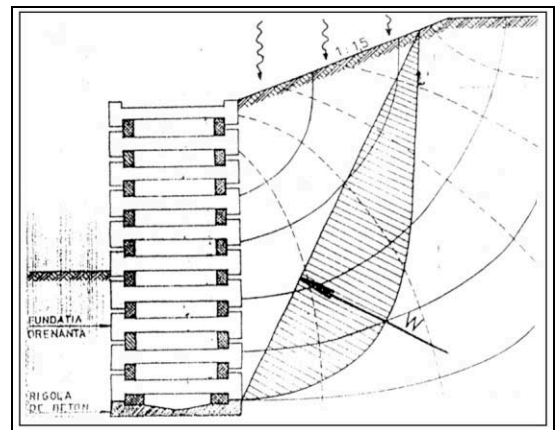
1. Bevezetés

Minden mérnöki létesítmény – esetünkben támasztó szivárgó szerkezetek – összefügg a környező tájjal, annak részévé válik, kitéve a légköri behatások, a felszíni és felszín alatti vizek, a felszíni mozgások stb. hatásainak. Ha nem ismerjük fel helyesen azokat az eleven természeti erőket, amelyek a táj képét formálják, ha a tervezés és az építés során nem vesszük ezeket figyelembe, akkor a mérnöki építmény rombolólag hat, gazdasági, esztétikai szempontból károkat okoz. Ezek a jelenségek azután a műszaki létesítményre is visszahatnak, azt tönkretelhetik, vagy annak fenntartása, karbantartása csak nagy költségekkel válik lehetségessé. A táj, amelybe a mérnöki alkotás mint „idegen test” belekerül, növényvilágával együtt szerves egység, mely állandóan változik és átalakul, csak a szerves folyamatokkal együtt érthető meg teljesen. Egyes jelenségek kiszakított szemlélete teljesen hamis következtetésekre vezet.

Ezért helytelen a természetben végzett mérnöki működés során csak tisztán műszaki szempontokat venni figyelembe.

A földműveket alkotó műszaki emberek tehát a táj összhangjának és szépségének megőrzéséért is felelősek. Feltétlenül tekintetbe kell vennünk az éghajlat, a talajösszetétel, a vízháztartás, a tájolás szempontjait. Ezek mind kapcsolatban vannak a mérnökgeológiai feladatok megoldásával is, melynek ismerete nélkül nehezen képzelhetők el napjainkban az építmények kivitelezésének a problémái.

Több mint negyven év kutatásaira és tapasztalataira támaszkodva a bemutatott építmény a talaj, a növényzet és a vízháztartás szoros kapcsolatát csak gyengén befolyásolja, ezáltal eltűnik az „idegen test” káros hatása, csökken a természet káros visszahatása a műszaki létesítményre, amely a karbantartás szempontjából az építmények biztonságos viselkedésénél nem elhanyagolható körülmény.



1. ábra

Szivárgó alapozású és felépítményű támasztó szerkezet előregyártott vasbeton elemekből

A támasztó szerkezetek előregyártott vasbeton elemekből vannak összeszerelve, amelyek az építmények szilárdsági vázát képezik. A szilárdsági struktúra által határolt területet terméskövel gondosan ki kell tölteni. Ezáltal például egy támfal szivárgó rendszerre alakul át, ami biztosítja a levegő ál-

landó mozgását a megtámasztott föld felülete és a környező levegő között, valamint nem emel akadályt a talajvíz normális, természetes áramlása elé, mint a monolitikus támfalak esetében.



2. ábra

Az alépítmény károsodása klasszikus mélyszivárgók környezetében, kohéziós talajban

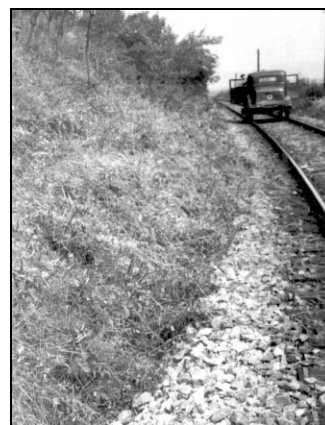
Mivel lényegében ugyanazok a jelenségek szabadon lejátszódhatnak az építkezés után is mint a természetes környezetben, nyilvánvaló, hogy a mérnöki beavatkozás nem hat rombolólag. Ugyanakkor a természet erői sem találnak ellenállásra – nincs mit legyőzniük –, ezáltal megkímélik az építményt.

Különösen fontos ezeknek a szivárgószellőztető, előregyártott vasbeton elemekből készült támszerkezeteknek a jelentősége kohéziós, agyagos talajokban, ahol a statisztikai adatok alapján az építmények károsodása maximális (2., 3., 4., 5., 6., 7. ábra). Mivel az agyagos talajokból a víz nem távozik a szokásos gravitációs törvények szerint, csupán szellőztetéssel, megváltozik a mélyszivárgókról alkotott eddigi elképzelés, ugyanis nemcsak a vizet, hanem a rugalmasan elhelyezkedő páráit is szükséges ezekből a talajnemekből szellőztetéssel az árok határfelületén lecsapódásra készíteni és utána a szivárgó rendszeren át elvezetni.



3. ábra

Rézsűkárosodás



4. ábra

A rézsű csúszó földtömegének a nyelve



5. ábra

Öv árok károsodása



6. ábra

Kavicszsák okozta károsodás

Megjelenik a termo-ozmózis fogalma, és az ilyen rendszerű szivárgók alkalmazása emeli a vízel távolítás hatásfokát, hozzájárulva ezzel az alépítmények általános stabilitásához. A vasutak esetében a mélyszivárgók általában a károsodások kezdeti fázisában, de az esetek többségében a károsodás után kerülnek kivitelezésre. Ezek az építmények nagyon költségesek mindamelllett, hogy a kivitelezések után a karbantartásával nemigen foglalkoznak, ugyanis a karbantartás lényegében a kötőanyag eliszaposodási fokát kéne ellenőrizze, amely bonyolult probléma, szinte egy új szivárgó létesítésével ér fel.



7. ábra

Mélyszivárgó folyókájának a károsodása. A törésnél összegyűlt víz sietette a csúszás folyamatát.



8. ábra

Az alépitmény károsodása kohéziós talajban klasszikus mélyszivárgók között.

Bonyolódik a helyzet akkor, amikor a mélyszivárgót agyagos talajban kivitelezik. A mai napig sokan még a szakemberek közül sem értik meg, hogy az agyag gravitációnálisan nem adja le a vizet, s ha nincs szerves, állandó kapcsolat a környező levegővel, tehát ha nincs állandó légmozgás a megtámasztott agyag felületén, a szivárgónak a hatékonysága nagyon alacsony nívón mozog. Ebben az esetben előbb-utóbb bekövetkezik a károsodás (8. ábra).



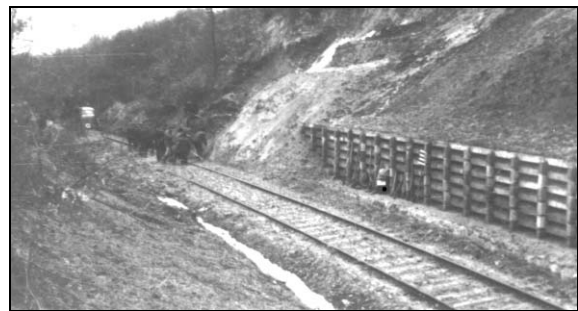
9. ábra

Az első kísérleti szakasz kohéziós talajban. 1959. Nagyvárád–Vaskoh vasútvonal

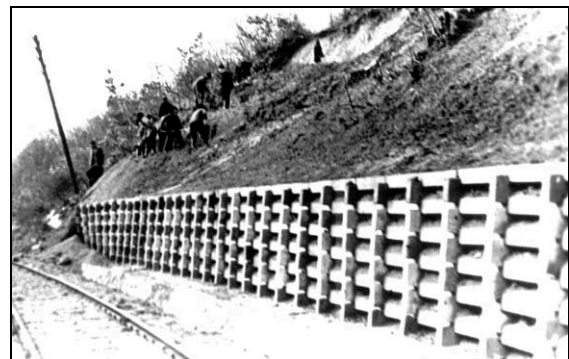


10. ábra

Egy károsodásnak idült töltés rézsűjének a megerősítése a talppont magasságában. Ebben az esetben a támfal alapozás nélkül a természetes talajra kerül, gravitációs padkaként.



11. ábra



11–12. ábra

Modellkísérlet természetes nagyságban “in situ”. Egy lassan deformálódó rézsű hosszának a feléig megépült szivárgó rendszerű támszerkezet viselkedését figyeltük meg hónapokon keresztül. A tavaszi esők hatására a rézsű intenzíven csúszásznak idült. Ott ahol a támfal megépült, a rézsű stabil maradt, ott, ahol nem volt támfal, a földtömeg a pályára csúszott.

A talajtömegek aktív nyomásának meghatározásában a nyírószilárdság kérdése jelentős szerepet játszik, márpedig agyagok nyírószilárdságának pontos meghatározása a talajmechanikának a nem teljesen megoldott kérdései közé tartozik. Az aktív nyomás előidézéséhez szükséges alakváltozás nagysága kötött talajok esetén nem egyértelműen meghatározható mennyiség: nincs módunkban

összefüggést megállapítani a kohéziós talaj elmozdulása és oldalmozgása között úgy, mint a szemcsés kohézió nélküli talajok esetében. Ha egy kohéziós földtömegben már kialakult csúszólapon a nyírófeszültség állandó marad, akkor számíthatunk arra, hogy a földnyomás értéke is állandó lesz. Ha viszont a talajtömegben fellépő nyírófeszültségek túllépik a talaj fundamentális nyírószilárságát, akkor állandó nyírófeszültségre csak abban az esetben számíthatunk, ha állandó, lassú, folyamatos alakváltozás következik be a támfallal megtámasztott földtömeg esetében, tehát a fal állandó, lassú, kifelé való mozgást végez.



13. ábra

A fal vége súrlódás hatására deformálódik, az elemek vízszintes irányban csúsztak.



14. ábra

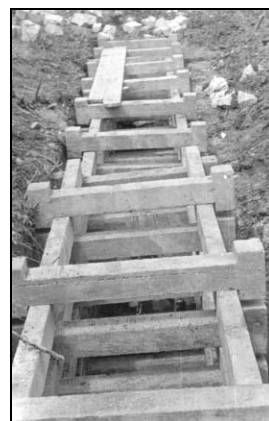
A fal végleges hossza a vágány tengelyében



15. ábra

Száritó bordákkal épülő támszerkezet kohéziós talajban

Kohéziós talajt megtámasztó falakat tehát csak akkor ajánlatos aktív földnyomás nagyságára méretezni, ha a fal lassú, folyamatos alakváltozása káros következmények nélkül beállhat, vagy pedig a fal nem olyan merev, illetve az építmény egyéb részével együttesen nem alkot olyan merev szerkezetet, hogy a kisebb aktív nyomás fenntartásához szükséges alakváltozás fellépte nem biztosítható.



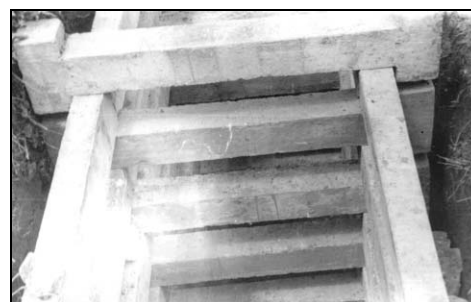
16. ábra

Egy szivárgó alapozás terméskővel való feltöltés előtt



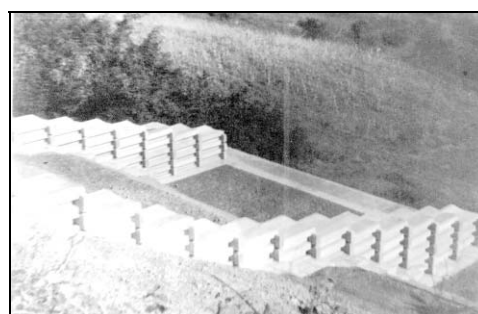
17. ábra

Mélyszivárgó-keresztmetszet építés közben (14m mélységben)



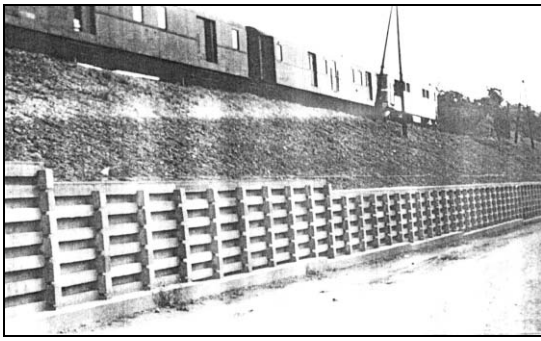
18. ábra

A csuklósan kialakított struktúra



19. ábra

Szivárgó szárító támbordák



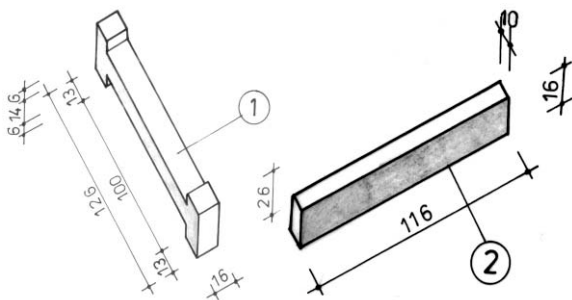
20. ábra
Szivárgó alapozású és felépítményű támszerkezet
(MIHAND) városi környezetben,
Nagyváradon – 1968-ban

Amikor figyelmünket az agyagos talajokban kivitelezett, a magas százalékban károsodott struktúrák felé irányítottuk, meggyőződhetünk arról, hogy a megtámasztás hatékonysága csak egy rugalmas, de szilárd vázú szivárgó építménnyel lehetséges. Erre a legalkalmasabb hatékony struktúra csak előregyártott vasbeton elemek segítségével lehetséges, ahol az elmozdulások nem veszélyeztetik az építmény általános stabilitását, s nedvességszökkentő, szellőztető hatásukkal a földtömeg állékonyságát növelik. A gyakorlat azt igazolja, hogy nem tévedtünk, habár kutatásaink veszélyes körülmények között, néha a kiábrándulás határát is érintették.

Az alépítmény állékonysága különböző keresztmetszetekben, sajátos hidrogeológiai környezetben általában a vízvezetés felszíni és felszín alatti függvénye.

Ha ez a feltétel nem biztosított, a földtömeg deformálódik és bekövetkezhet a csúszás jelensége.

Az eddig említett sajátosságok figyelembevételével alkalmazták Erdélyben a Román Államvasutaknál (CFR) először 1958-ban az ilyen típusú támszerkezeteket, támasztó szerkezeteket (MIHAND) (9., 10., 11., 12., 13., 14., 15., 16., 17., 18., 19., 20. és 21. ábrák).



21. ábra
A két típusú előregyártott vasbeton elem (1-EA, 2-EL): alkotói a szilárd struktúrának és a rugalmas kivitelezett építményeknek

A megépült támfal végén a földtömeg és az előregyártott vasbeton elemek közötti súrlódás hatására egy „csavarásnak” tekinthető jelenség lépett fel, és az utolsó négy sor magasságában az elemek vízszintes irányban megcsúsztak, de nem károsodtak. A szivárgó támszerkezet tehát nem egy sarokpont körül deformálódik, veszti el stabilitását, hanem a vasalt földhöz hasonlóan vízszintes csúszás lép fel. Az így végrehajtott modellkísérlet is aláhúzza ennek a szivárgó támrendszernek a rugalmasságát. A károsodás helyreállítása a megépült kísérleti támszerkezet hosszának a megduplázását vont maga után.

A bemutatott károsodások helyreállításánál aláhúzható a gyors és egyszerű kivitelezés a forgalom lezárása nélkül. Eltűnik a kivitelezés szezonjellege, a fal a kivitelezés befejeztével azonnal átveheti a nyomóterhelést, ellentétben a klasszikus, monolitikus építményekkel. Abban az esetben, ha egy ilyen támszerkezet elvesztené stabilitását, a vasbeton elemek visszanyerhetők, s a csúszott földtömeg eltávolítása után megépíthető az új támszerkezet.

Esztétikailag szervesen illeszkedik a környezethez, amely urbanisztikai kivitelezésben különösen szembeötlő!

2. A Bodajk–Balinka 35/36 szelvény rézsúcsúszás talajmechanikai elemzése, az építmény méretezése

A vonal az 1950-es években épült a helyi közforgalom és teherszállítás lebonyolítására. Időközben a személyforgalom átterelődött a közútra, a vasúti forgalom jelentős része a szénbányászat kiszolgálására irányult.

A vonal építése során a bevágás fejítése közben több helyütt tört fel forrászerű, fakadó víz, ezért a kivitelezés elősegítésére, valamint a majdani forgalom biztosítására megszakító talpszivárgó létesült, valamint a 35/42 szelvények közötti szakaszon a bevágás jobb oldalán övárók készültek. Körülbelül 10 évvel ezelőtt a 35/36 szelvényben, de a bal oldalon már történt egy rézsúcsúszás, amelynek okáról és a helyreállítás mikéntjéről nincs adat.

Az elkészült bevágási felületen több szelvényben vált szükségessé szárítóborda készítése, mivel erős nedvedésnyomokat észleltek. Ezek nem mindegyike működik, mivel az eltelt idő alatt a bordatest betömődött. Ilyen szárítóborda készült a 35/90 szelvényben is, a szárító hatása jól érzékelhetően csak korlátos. A rézsúfelületre szivárgó víz nem a bordatestbe jut, hanem gravitációs úton, valamint párolgás útján távozik.

2.1. Talajfeltárás, altalaj és talajvízviszonyok

Az elmozdulás okainak kiderítésére 4. db kis átmérőjű, 1 db. nagy átmérőjű feltáró fúrást mélyítették le, továbbá a tagolt terep miatt szeizmikus geofizikai szondázást és geoelektromos méréseket végeztek.

A kis átmérőjű fúrások összes hossza 26 m, míg a nagy átmérőjű 12 m mélyre hatolt le. A kis átmérőjű fúrásokból azonosító vizsgálatra 18 db. zavart állapotú, míg a nagy átmérőjű fúrásokból 3 db. zavartalan és 10 db. zavart állapotú minta került laboratóriumba, beszállításra.

Az elmozdult rézsűfelületen elkészített fúrások világosbarna homok, világosbarna iszapos homok és szürke agyag rétegeket harántoltak. Az elmozdult talajrétegekről indított fúrásokkal feltárt agyagréteg mintegy 10 százalékos eséssel lejt a vasúti pálya bal oldala felé, amely megegyezik a csúszás helyén lévő terepalakulat hajlásszögével. Az agyagréteg fölötti talajok száraz állapotúak, míg a kb. 10 cm-nyire lévők erősen nedvesek, telítettek.

A szeizmikus mérések alapján a fúrással közel azonos mélységben érezhető az agyaghatár, amelynek a felülete igen változékony. A csúszás környezetében jelentős szintmélyülés tapasztalható. Ezek alapján az agyagrétegnek nemcsak pályatengelyre merőleges, hanem jelentős mértékű pályatengely irányú dőlése is van.

Az ellenállásmérések alapján sem a felszínen, sem a rézsűoldalon vezetett mérési vonalon kiugróan nagyobb nedvességtartalomra utaló zónát nem lehet kimutatni.

Az elvégzett szilárdsági vizsgálatok alapján a szakadólap felső tartományában lévő talaj jellemzői $\bar{R}_u = 28,8^\circ$; $C_u = 47,6 \text{ KN/m}^2$, a csúszólap alsó tartományában lévő talaj jellemzői pedig $\bar{R}_u = 20,61^\circ$; $C_u = 56,88 \text{ KN/m}^2$.

2.2. A rézsűállékonyság vizsgálata, a szivárgó rendszerű támasztó szerkezet méretezése

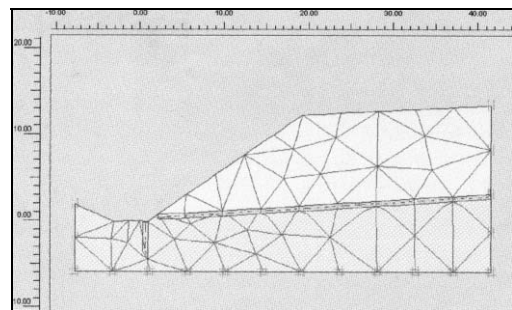
A rézsűcsúszás káros következményeinek mielőbbi elhárítása érdekében a talajmechanikai feltárással egyidejűleg készült el a rézsűállékonyság ellenőrzése, valamint egy ideiglenes megtámasztás tervezése. Az állékonyság-vizsgálat a Budapesti Műszaki Egyetem Geotechnikai Tanszékén működő PLAXIS végelemes program segítségével készült el. A felvett szilárdsági paraméterekkel a rézsűcsúszás előtti állapot biztonsági tényezője $n = 1,22$, a csúszás megtörténtekor az esőzések hatására a talaj telített állapotba került és a talajvíz a bevágás felé áramlott. E modellben a biztonsági állapot $n = 0,96$.

A csúszás nyomán kialakult, deformálódott rézsűfelületre a biztonsági tényező $n = 1,21$, amennyiben a rézsű száraz állapotban tartható. Ha a vízutánpótlás nem zárható ki, a biztonsági tényező $n = 0,93$. Ez azt jelenti, hogy a rézsűfelület állapota nem stabilizálódik, hanem másodlagos csúszásokkal további szakadó szakaszok mobilizálódnak.

A végleges helyreállításig megfogalmazódott egy közbelső ideiglenes megtámasztás kialakítása vízepítési terméskőből gravitációs padka formájában (1,0 x 2,0 x 50 m), amely a kivitelezés után nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket.

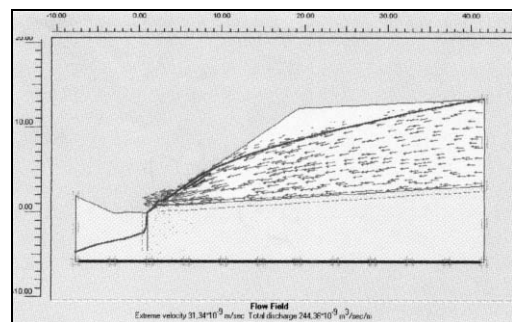
A számítás során a talaj modellezésére rugalmas-képlékeny, a szivárgótámasztó szerkezet modellezésére rugalmas anyagmodellt használtak.

A PLAXIS véges elemes program néhány eredményét a 22., 23., 24., 25., 26., 27 és a 28-as ábrák szemléltetik.



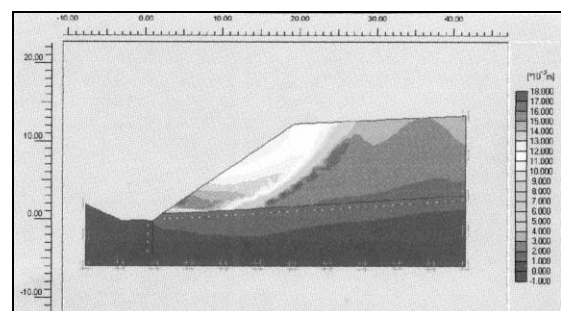
22. ábra

A rézsűcsúszás előtti állapot modellje



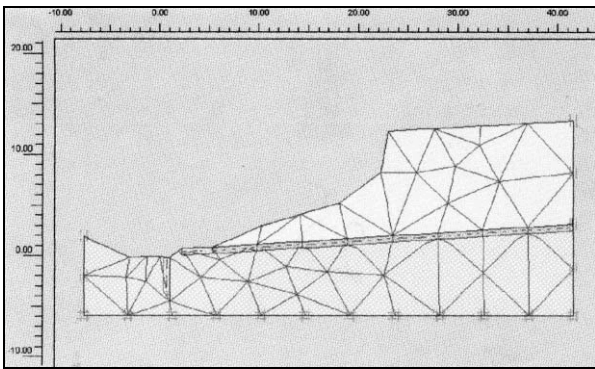
23. ábra

A talajvízáramlás eső után



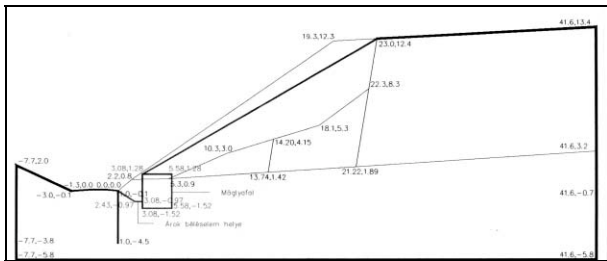
24. ábra

Rézsűmozgások a tönkremenetelkor



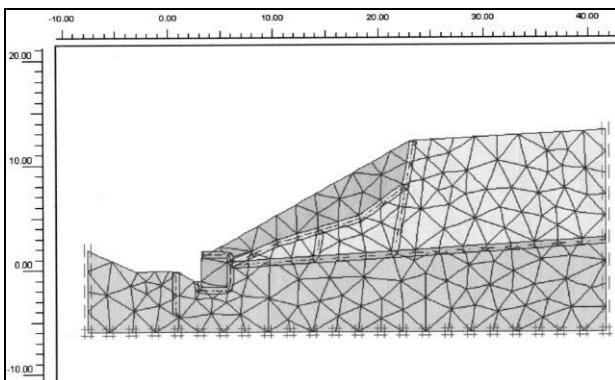
25. ábra

A rézsűfelület stabilitásvizsgálata a csúszás utáni állapotban



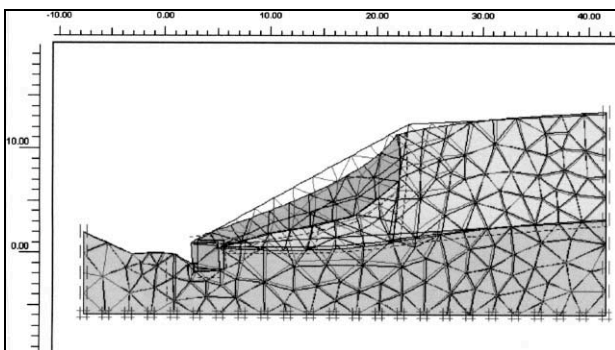
26. ábra

A megtámasztás keresztmetszeti elrendezése



27. ábra

A helyreállított rézsű vizsgálatának végeelem hálózata



28. ábra

A visszatöltés hatására keletkező mozgások

Az állékonyság biztonsági értéke $n = 1,611$. Ez a globális biztonság vonatkozik a statikailag lehetséges tönkremeneteli módokra, tehát a rézsűállékonyságra, a kiborulásra és az elcsúszásra is, tehát bármely „részbiztonság” ennél nagyobb vagy egyenlő. Tehát a rézsű legalább $n = 1,6$ globális biztonsággal, ezen belül a szivárgó támszerkezet (50 m x 3,0 x 2.1,26) elcsúszásával szemben $n = 2,6$ biztonsággal rendelkezik.

A támszerkezet megépítése után történő rézsűhelyreállításból származó mozgások a visszatöltés hatására a vágány felőli területen max. 16,3 mm-ig terjedhetnek.

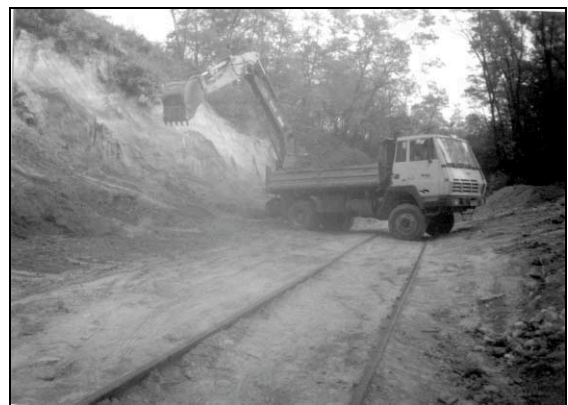
3. A földtámrendszer kivitelezésének a szemléltetése, különböző munkafázisokban

A rézsűállékonyság vizsgálatánál megállapított geometriai méretekkel építették meg a támszerkezetet két szélő szárítóbordával és egy központi támszó bordával, amely a szellőztetés növelésének az elősegítésére a rézsűfelület fölé emelkedik, ennek a teljes 7 méteres hosszán. A támszerkezet két végén, a szárítóbordákig leterhelő konzollal növeltük a befogás biztonságát.



29. ábra

A lassan mozgó földtömeg a pályára csúszik



30. ábra

Elkezdődött az alapgyőr kialakítása



31. ábra
*A rétegvíz „befogásának” előkészítése
a támszerkezet baloldali részén*



34. ábra
*A szűrítóborda csatlakozása
a támasztószervezethez, szerelés közben*



32. ábra
*Az előregyártott vasbeton elemek szerelése
az alapozásnál*



35. ábra
*A szűrítóborda terméskővel történő kitöltése
a föld felületéig*



33. ábra
*A terméskő elhelyezése a föld felületéig
és az elemek között*



36. ábra
*A támszerkezet a rézsűkárosodás hosszában,
szerelés közben*



37. ábra

Az építkezés alatt a vasútforgalom nem szorul korlátozásra



38. ábra

A támszerkezet végleges magassága és kialakítása

Megemlítendő, hogy a Bodajk-Balinka támszerkezet (50 x 3,0 m x 3,60 m) kivitelezése 5 napot vett igénybe 10 órás napi munkaidővel, 12 napszámossal részvételével, egy műszaki felügyelő állandó biztosításával.

4. Befejezés, következtetések

A földművek építése egyike a legrégebb emberi tevékenységeknek. Alig van műszaki alkotás, amely a természettel oly szoros kapcsolatban lenne, mint a földművek.

A fejlődés, technológia és méretezési módszer mindig sokat köszönhetett az építmények viselkedésének megfigyeléséből fakadó ismereteknek. Így lesz ez a Bodajk-Balinka állomásközben bekövetkezett rézsúkkárosodás helyreállításának a támszerkezeténél is, amely a MÁV-nál az első ilyen kivitelezett földtámasztó rendszer.

Jelen tanulmányból is kitűnik, hogy olyan támasztó szerkezetet terveztek és kiviteleztek, amelyek konkrétan megoldották azokat az elméleti problémákat, amelyeket a kohéziós talajok viselkedése a megfelelő esetekben a vasút alépítményénél felvetett. Az előregyártott vasbeton elemekből kivitelezett szerkezetek a tervezés és különösen az építés fázisában szigorú elemzésnek voltak alávetve üzembiztonsági szempontból az illető vasúti műszaki szerveknél.

A kísérleti szakaszok engedélyezése, az elért eredmények vizsgálata után hosszú idő telt el, míg a minisztérium vasúti műszaki főigazgatósága, a kutató és tervező intézetek ajánlása alapján bevezette a CFR minden pályamesteri szakaszán.

A kutatások kimutatták ezeknek a rendszereknek a hatékonyságát kohéziós talajokban, a földfelületek állandó szellőzése következtében. Ennek a jelenségnek a hatására növekedtek a belső ellenállás paraméterei, a földtömeg statikai biztonsága.

Szakirodalom

- [1.] Terzaghi K.: Teoria mehaniki gruntov, Moszkva 1961
- [2.] Mihalik A.: Ziduri de sprijin din rame de elemente prefabricate din beton armat. Revista Căilor Ferate nr. 3, București 1969
- [3.] Mihalik A.: Tiefensänen aus vorgefertigten Eisenbetonbestandteilen. Vofertigung ingenieurbau symposium. Budapest 11–14 September 1973
- [4.] Mihalik A.: Comportarea in situ a construcțiilor de sprijiniri din elemente prefabricate de beton armat la consolidarea terasamentelor de cale ferată. Buletinul Științific nr. 1–2. Institutul de Construcții București 1977.
- [5.] Mihalik A.: Podpornie sztenki iz zbornih zselezobetonnih ram. Danube European Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Varna 1980
- [6.] Mihalik A.: Podpornie sztenki szpecialnik konztrukcij na drenirujuscsik osznovanijak. 10 Kongresz Osznovanijj. Brno 1982
- [7.] Mihalik A.: The causes and results of failure in railway embankments. Danube – European Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering. Budapest october 2–5 1990.