

HELYI ÉS REGIONÁLIS SZEREPET BETÖLTŐ MEREV PÁLYASZERKEZETŰ UTAK EGYKOR ÉS MA

LOCAL AND REGIONAL ROUTES WITH CONCRETE PAVEMENT THEN AND NOW

BENCZE ZSOLT MSc

tudományos munkatárs – KTI Közl. Tud. Int. Nonprofit Kft. Út- és Hídügyi Tagozat Ellenőrzési Iroda
PhD-hallgató – Széchenyi István Egyetem Multidiszciplináris doktori iskola

Abstract

The History of the concrete road building goes back to antiquity. The network of Roman Empire is considered as rigid pavement technology, which is proven by the durability of the still intact road sections. This was followed by the development of cement concrete road construction as well. After the initial difficulties of construction of the concrete pavement the speed and the durability clearly defined success. In countries where the technology was taken seriously and proper maintenance of the discipline techniques used at the right time, there is continuously present the concrete pavement as part of the road network. In Hungary the concrete pavement construction can be divided into several distinct ages. The last few years have proven that the concrete pavement can be resistant to the extraordinary current heavy traffic for longer term, because the construction was appropriate and the maintenance is properly.

1. Bevezetés

Az útépités és fenntartás története egyidős az emberiség történetével. A technika fejlődésével a kezdetleges gyalogos ösvények folyamatos karbantartása olyan többletenergiát jelentett volna, hogy a gazdasági és hadászati kényszer miatt áttértek a tervszerű úthálózat kiépítésére és fenntartására. Az építéstörténet kezdeti időszakára jellemző az első ismert írásban foglalt törvénykezési metódus, amelyet Hammurapi adott ki az ókori Babilonban i. e. 2200 körül.¹ A törvénykezés szigora arra enged következtetni, hogy az empirikus magasépítés rengeteg kockázattal járt. Az útépitést szabályozó szigorról viszont nem szólnak a későbbi feljegyzések² sem. Feltételezhető, hogy ennek azon egyszerű oka volt, hogy egy esetleges tervezési vagy kivitelezési hiba nem követelt emberéletet. Az útépités technológiai fejlődése a XX. században érkezett arra a szintre, hogy olyan tartós, speciálisan útépitési célra gyártott termékeket építsenek be a burkolatba, amelyek biztosítani tudják a kényelmes és gyors közlekedést. Az útépitésben alapvetően két féle kötőanyagra épülő burkolat típust különböztetünk meg: a kőolaj származású bitument, mint hajlékony szerkezeti tulajdonságú anyagot, és a mészkő/egyéb kiegészítőjű – manapság pl. kohászati salak alapú –, merev szerkezeti tulajdonságokkal rendelkező betont. A kutatási munka arra irányult, hogy közérthetővé tegye és kiegészítse az eddigi ismereteinket a hazai betonburkolat építés történetéről és az alkalmazott technológiákról valamint ezek hibáiról.

2. A kvázimerev (betonszerű) pályaszerkezetek rövid történeti áttekintése

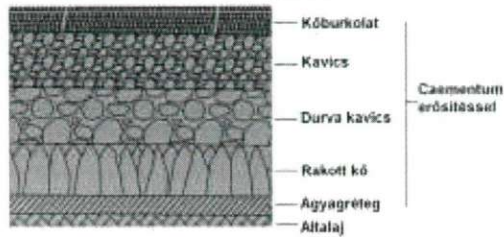
A kvázimerev pályaszerkezetek anyaga minden esetben olyan ún. hidraulikus kötésű kavicsos homokhabarcs vagy hidraulikus kötésű habarcsba ágyazott nagyobb kőlapok, amelyek szilárdulás útján nyerik el ezen burkolattípusra jellemző kötési formát. Ezt a kötési formát hidraulikus kötésnek nevezzük, amelynek pontos folyamatleírása mára már tisztázott.³ Az ókorban a magasépítésben és az útépitésben használatos kötőanyagok kereskedelme igen fontos része volt az egyes királyságok/despotikus rendszerek gazdasági tevékenységének. Ha megnézzük az ókor nagy infrastrukturális beruházásait, akkor láthatjuk, hogy milyen fontos szerepet töltek be a hidraulikus kötőanyagok. Három féle kötőanyagról beszélhetünk:

- téglapor és mész keveréke,
- vulkáni tufa,
- hidraulikus mész.

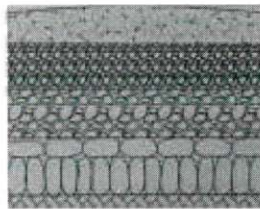
A hajózás fontos szerepet tölt be mind a mai napig a regionális és a globális kereskedelemben. Egy-egy kikötő létrehozásának technológiája ma sem különbözik az ókorban használatos technológiáktól: Heródesz Cezárea kikötőjét⁴ ugyanolyan elven építették, mint a normandiai partraszállás ideiglenes kikötőit.⁵ A kikötőépítés azonban egy olyan prioritált projekt mind a mai napig, hogy össze sem lehet hasonlítani a hátsószágnak

számító szárazföldi úthálózat kiépítésével és fenntartásával. A hadászati szempontok mellett a kereskedelem biztosítása is döntő szempont lehetett akkor, amikor létrehozták az ókori birodalmak a saját úthálózatukat. A perzsa királyi hadiutak⁶ és a római utak⁷ tervezésének alapelve egyértelműen hadászati célokat szolgált, és így a tartósság is egy fontos szempont lehetett a kivitelezésnél. A római hadiutak két típusát az 1. ábrán, illetve egy feltért szakaszát a 2. ábrán ismertetem.

1. ábra. A római utak pályaszerkezete
Figure 1. The Roman road pavements



Hidraulikus habarccsal erősített kavicsos homok
Dió nagyságú kavics
Ököl nagyságú kavics
Természkő alap
Döngölt agyag



Forrás: Betonburkolatok 2.1. ábra 13. oldal

2. ábra. A borostyánút
Figure 2. Amber Route



Forrás: <http://www.amber.net46.net/amber%20road.html> (letöltés dátuma: 2012-10-11)

A rómaiak által épített hadiutakra jellemző, hogy szilárdságukat az idők során nem veszítették el, és mind a mai napig jó állapotban vannak a megmaradt részek. A szilárdságukat biztosító (cement)hidrátok tulajdonságai megegyeznek a manapság használatos cementhidrátokéval.

3. A betonutak megjelenése

A Római Birodalom bukása és az újkori gazdasági fellendülés közötti időszakban a hadászati doktrínák egyik alapeleme volt, hogy a betörő ellenség mozgását ne segítsük jó minőségű utakkal, így az úthálózat építése és fenntartása csak a „mag”-ot képező régiókra volt jellemző minden országban. A magasépítésben továbbra is használtak hidraulikus kötőanyagokat. Az 1750-es években többen is újra kutatni kezdtek olyan építészeti megoldásokat, amelyek segítségével még gyorsabban még erősebb építményeket lehetett kivitelezni. Ezen kutatások John Smeaton⁸ nevéhez lehet kötni. Az első cementgyár 1796-ban nyitotta meg kapuit Angliában. A világon az első portlandcement szabadalmat Joseph Aspdin⁹ kapta meg 1824-ben, de még 2 évtizedet kellett várni, hogy J. Ch. Johnson¹⁰ tökéletesítse a portlandcement gyártását. Az első betonburkolatú utakat Skóciá-

ban építették Invernessben (1865) és Edinburghban (1872). Ezután a Kontinensen is sorban jelentek meg a betonburkolatok: Franciaország – Grenoble 1876, Németország – Breslau 1888,¹¹ majd Bellefontaine (USA) városában George W. Bartholomew 5 év garanciát vállalt a burkolatra. Ezután egy lassú térnyerés következett, majd a betonburkolat 1913-as Pine Bluff-i kivitelezése olyan sikeres volt, hogy 1914-ben egy év alatt közel 2300 mérföld betonutat építettek az Amerikai Egyesült Államokban. Ebben az időben kapta a az 1 dolláros út nevet a betonburkolat, mert az építési költségei 1 láb hosszú, 9 láb széles és 5 hüvelyk vastag burkolatnak pont 1 dollárba került.¹² Ehhez persze az is kellett, hogy a Ford művek kifejlessze a T-modellt, amely már kellő inspirációt jelentett a döntéshozóknak, hogy a választóik (akik egyben a támogatóik is) megfelelő kényelemben utazhassanak, vagy kellő gyorsasággal szállíthassák a termékeiket a felvevő piacra (3. ábra). Az első világháborút követően az amerikai egyesült államokban nagymértékű fellendülés kezdődött, amelyet jól példáz az úthálózatuk robbanásszerű fejlesztése: 1925-ben már közel 25 000 km hosszúságban 2 × 2 sávos betonburkolatú autópálya épült meg.

Európában az 1933-as gazdasági válságot követően a hadigazdaságra berendezkedő Németország infrastruktúrája fejlődött a leglátványosabban: 4 év alatt (1935–1939 között) a 105 km-ről 3301 km-re növelte a gyorsforgalmi úthálózatát, amelyet kizárólag betonburkolattal készítettek.

3. ábra. Marketingképek az 1920-as évekből
Figure 3. Marketing Pictures from a 1920 Years



Forrás: PCA 1991. november No10. Concrete Paving – 100 Years of Progress Through Innovation

4. ábra. Betonburkolatú autópálya építés Németországban a 30-as években
Figure 4. Concrete highway construction in Germany in the '30-s



Forrás: http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Bundesarchiv_B_145_Bild-020683_Reichsautobahnbau_bei_Berlin.jpg&filetimestamp=20110105230924 (letöltés dátuma: 2012-10-11)

5. Betonburkolatok hazánkban

A hazai betonútépítés egykorú az európai betonút építéssel. 1880-ban az Akácfa utcában építették, azonban néhány hónap múlva tervezési és kivitelezési problémák miatt tönkre ment.¹³ Az első tartósan bizonyult betonburkolatot Iglón készítették 1911-ben, mely az 1930-as években került felújításra.

Az idei esztendőben megjelent betonburkolatok című könyvben 5 korszakot különböztetnek meg a betonburkolatú utak építésének szemszögéből:¹⁴

- az 1927–1935. – hőskor,
- az 1936–1944. – ókor,
- az 1947–1962. – középkor,
- az 1962–1975. – újkor,
- az 1999–2012. – visszatérés kora.

A könyvben nem tesznek említést az 1975–1999-es időszakról, amelyet én az árnyékkornak neveznék, ugyanis ekkor is épültek betonburkolattal utak, csak ezekről nem maradt fenn írásos dokumentum a központi útnyilvántartásban. Ennek az oka, hogy ebben az időszakban kizárólag tanácsí/önkormányzati és MGTSZ megbízásokra készültek ilyen burkolattal utak.

A formai kötöttségek miatt nem foglalkozom külön-külön az egyes korszakok technológiáival és jellemző tervezési módszereivel. A hőskornak nevezett gyakorlati bevezetéstől a középkornak nevezett – gyakorlatilag az ország újjáépítésének időtartama – széles körben való elterjedést egyben ismertetem a fejlődési folyamatot helyezve előtérbe. Az újkornak nevezett időszakban az M7-es autópálya épült, amely egyben a helytelen technológiaválasztás miatt, akár a hanyatlás korának is lehetne nevezni. A visszatérés korából a kísérleti szakaszokat és a megépült M0 autótút egyes szakaszainak jellemzőit ismertetem.

5.1. Hőskortól a középkorig

A kezdeti keresztmetszeti kialakítás és a beépítési technológia a külföldi tapasztalatokon alapult. Elsősorban az Egyesült Államokban alkalmazott szélvastagítós keresztmetszet terjedt el Európában és nálunk is. Dr. Jáky József műegyetemi professzor a talajmechanika világhírű úttörője 1936-ban publikálta Westergard¹⁵ munkájára alapozva azon számításait és kísérleti eredményeit, amely szerint a makadám alapra helyezett betonburkolat vastagsága egyenértékű lehet a jól tömörített és megfelelő tulajdonságokkal rendelkező földműre terített vékonyabb vastagságú betonburkolatával.¹⁶

A kezdeti időszakban az egyes országok szakemberei szélesebb körben osztották meg tapasztalataikat egymás közt. Így értesültek a hazai szakemberek a pittsburgh-i kísérletek eredményeiről is, amelyek kellő inspirációt jelentettek Király Kálmánnak ahhoz, hogy 1927-ben megjelentesse a „Modern utak építése” című könyvét.¹⁷ A táblakiosztás és a cementkötés zsurorodásából eredő táblarepedések továbbra is pusztán empirikus tervezést tettek lehetővé, amelynek következményeként a kezdeti 18–20 méteres keresztthézag távolság már lecsökkent 8–12 méterre a '60-as évekre, de még ez is túl nagy távolság volt a pálya szélességéhez és vastagságához képest. Így a beton a fizika törvényei szerint mind hossz, mind pedig kereszt irányban is elrepedt. A repedések kiöntése és a repedt részek teherátadó vasalással történő egymáshoz való rögzítése még nem került szóba. A keresztthézagok kialakításánál a II. világháborút követő időszakban 36 méterenként tágulási hézagot képeztek teherátadó vasalással, de ez túl kevésnek bizonyult a teherforgalom és az éghajlati viszonyok okozta mozgások roncsolásmentes teherátadására. Ezért a táblák kellő minőségi fenntartás hiányában lépcsőződni kezdtek, azaz az elvált táblarészek egymáshoz képest függőleges irányban elmozdultak és így utazáskényelmi bonyodalmakat okoztak, illetve balesetveszélyessé váltak.¹⁸ Ebben az időszakban, eltekintve a bauxitcement tisztavirág életű alkalmazási kísérleteitől, 600-as tiszta portlandcementet alkalmaztak (mai jelöléssel CEM I). Ebben az időszakban az őrlési finomság még nem volt homogén az alkalmazott gyártási technológia miatt, így igen eltérő zsurorodási képességekkel rendelkező betonokat építettek be. A cement tartalma a beépítés technológiájától függően:

- egyrétegű beépítés esetén 300 kg/m³,
- kétrétegű beépítés esetén alsó réteg 250 kg/m³, felső réteg 350 kg/m³ volt.

A '60-as évektől a fenntartási tapasztalatok alapján az egyrétegű beépítés esetén is a 350 kg/m³ cementtartalmat írtak elő.¹⁹ Az 5. ábrán a jellemző keresztmetszeti kialakítást ismertetem és az 1. táblázatban az adott korszak betonburkolatú útszakaszainak hosszát mutatom be.

5. ábra. Betonburkolatú út jellemző keresztmetszete az „őkorból”
 Figure 5. Typical cross section of the concrete pavement from the „ancient time”



Forrás: Dr. Liptay András (1973): Betonburkolatok tartósságának és időállóságának kérdései, Doktori értekezés BME

1. táblázat. A betonutak hossza hazánkban
 Table 1. The conversion coefficients for each category

Dátum	Épült hossz [km]	Összhossz [km]
1927	0	0
1935	295	295
1943	773	1068
1945	-168	900
1962	377	1277

Forrás: Balázs L. Gy. At al. (1976): Régi és új útbetonok összehasonlító vizsgálata, BME Tudományos Közlemények No. 16. 23. old.

5.2. Az újkor, avagy az M7-es

Az 1962-ben kezdődő M7-es autópálya építés újabb lendületet adott a betonburkolat építésének. Az M1–M7 közös bevezető szakaszának építését követően Siófok irányába haladt a géplánc a Zamrádi csomópontig (112 km), majd megépült a jobb pálya is. A kezdetben alkalmazott 36 méterenként terjeszkedési hézagot fokozatosan növelték 60, majd 120 méterre és végül már csak a felüljáró hidaknál alkalmazták. A pálya vastagsága is változott az építés előre haladtával. A kezdeti 20 cm-es bal oldali pályaszerkezeti vastagság 24 cm-re nőtt a jobb oldalon. A kivitelezés során az Állam, mint Megrendelő olyan technológia megoldásra kényszerítette a kivitelezőt, amelynek egyenes következménye volt a pálya gyors tönkremenetele. Költségsökkentésre hivatkozva elhagyták a hosszhézagoknál kötelezően alkalmazandó teherátadó vasalást, amelynek következtében a forgalom hatására kialakult a lépcsőződés. A másik hiba, amely szintén a gyors tönkremenetelét okozta az M7-es betonburkolatának és egyben a betonburkolat építés leállításához vezetett a téli útüzemet megkönnyítő sózás volt. Az Állam csak az 1972-es évtől kezdődően dotálta a légpótlusképző szerek alkalmazását az útbetonban, holott ezen alkotóelem hiányának káros hatásait már a gyakorlatban is tapasztalhatták.²⁰ A betonburkolat fagyási mechanizmusát azóta pontosan leírták²¹ és európai szabvány is előírja a vizsgálat menetét.²²

5.3. Az árnyékkor

Az általam árnyékkornak nevezett időszakról nincsenek tényleges információink. Főleg tanácsi vagy önkormányzati beruházások keretében történt betonburkolatú utak építése. Erre jó példa a nyúli Felső-Héma utca, ahol a Tanács megrendelésére és a Regionális Vízügyi Társaság anyagi segítségével betonburkolattal látták el a löszös talajú vízmosást/utcat. Ennek azért volt jelentős szerepe, mert a víz lefolyását megkönnyítették és megakadályozták, hogy jelentős mennyiségű hordalékot vigyen magával, mivel a lösz (iszapos homokliszt) nedvesség hatására elveszti teherbíró képességét. A faluban található a lezúduló víz hatalmas erejére jó példaként az ún. Sárkánylyuk-szurdik, amely Közép-Európa legnagyobb mesterséges eredetű, de természetes vízmosású mélyedése. A Felső-Héma utcában teherátadó vasalás és légpótlusképző nélkül készült az útbeton, ami meg is látszik a 30 éves burkolaton.²³

5.4. A visszatérés kora, kísérleti szakaszok

Az árnyékkort követően próbaszakaszok sorozata épült, hogy a forgalom alatti viselkedésük alapján bizonyítható legyen a nagy forgalmú utakon történő alkalmazhatóságuk. A technológia fejlődésével a betonok összetétele és a beépítés technológiája is elérkezett arra a szintre, hogy nehéz teherforgalom számára már csak betonburkolatú pályaszerkezet építhető meg gazdaságosan. A próbaszakaszok építésének sorrendje:

1. 1999. – 7538. sz összekötő út,
2. 2004. – 44-es sz. főút,
3. 2005. – 4. sz. főút
4. 2005–2014? – M0,
5. 2007. – Szeged bevezető szakasz (White topping),
6. 2011. – Vecsés (betonburkolatú körforgalom).

Az 1999-es esztendőben a 7538-as számú úton 3 betonburkolatú próbaszakasz készült, amelyekről több cikk is megjelent már.^{24,25} A 3 próbaszakasz jelen állapota megfelelőnek tekinthető. A burkolat fenntartása sajnos nem a kellő technológiával valósul meg, ezért a leromlás folyamatának gyorsulása már korábban is prognosztizálható volt. Ennek oka egyértelműen a döntéshozóknál tapasztalható hibás szemlélet, miszerint a fenntartásra fordítandó összegek csökkentése minden határon túl folytatatható.²⁶

A 2004-es esztendőben kivitelezett próbaszakaszok jelentősége nem annyira a betonburkolat anyagának és kivitelezésének technológiája miatt érdekes, hanem azért, mert ezen projekt keretében történt első ízben újra 2×2 forgalmi sávú út építése betonburkolattal. A próbaszakaszok az alábbiak voltak:

- Merev pályaszerkezet (beton),
- Kompozit pályaszerkezet (beton és aszfalt),
- Félmerev pályaszerkezet (aszfalt).

A 2003-ban kiadott kormányhatározat,²⁷ amely szerint az M0-át el kell kezdeni bővíteni, egyértelmű felszólítás volt a nagy építőipari cégeknek, hogy kezdjenek gyakorlatot szerezni a betonburkolat építésében. Azt azonban meg kell jegyezni, hogy a kormányhatározatban nem szerepel sehol, hogy kizárólag betonburkolattal lehet megvalósítani a kivitelezést. Ezen folyamatok keretében készült a 4-es úton a Vegyépszer próbaszakasza, majd a pályázatok kiírása során olyan furcsa helyzet állt elő, hogy mindig olyan kivitelező cég/konzorcium nyerte meg az aktuális M0 szakaszra kiírt pályázatot, aki előtte nem épített hazánkban betonburkolatú utat.

A szegedi white topping-os technológiával készült csomópont felújítás, mint azt a tavalyi előadásban is előre vetítettem²⁸ bontásra fog kerülni, mivel az adott üzemmérműködés forrás hiányában képtelen volt a felmerült problémákkal megküzdeni, így a nem tervezett többletforgalom tönkretette a kísérleti szakaszt.

5. Az M0 autótút/autópálya

Az M0 autótút történetéről bővebben nem kívánok beszélni, csak az egyes szakaszokon alkalmazott technológiákat ismertetném röviden és bemutatnám, hogy mi volt az újdonság a korábbi kivitelezésekhez képest. Az egyes szakaszokon nyertes cégek neveit és a szakaszhatárokat a 2. táblázatban ismertetem.

2. táblázat. Az M0 autótút beton burkolatú szakaszainak kivitelezése időrendben
Table 2. The timeline of the concrete-paved sections construction M0 highway

Dátum/típus	Épült hossz [km]	Kivitelező cég
2005/ fésűs	18	Strabag Zrt
2008/ fésűs	15	PVT-M0 Konzorcium
2008/ fésűs	4	Terrag Asdag Kft
2010/ fésűs(M31)	25	Collas Hungária Zrt
2012/ mosott (M0)	6,6	Collas Hungária Zrt

6. ábra. Felületképzés a mosott betonburkolatú szakaszon
Figure 6. Finishing the exposed-aggregate concrete pavement



A felületi érdesítési eljárás nagyban befolyásolja a burkolat mikro és makro érdességi mutatóit. Az első kivitelezési szakaszon több próbálkozás is volt: műfüves, jutavaszonos és acélfésűs felületképzéssel, de csak az acélfésűs hosszirányú érdesítés tudta biztosítani a kellő érdességi mutatókat. Így a további szakaszokon is acélfésűs eljárással kiviteleztek a burkolatokat.²⁹ A fésűs eljárás időközben újabb problémákat vetett fel és az újabb vizsgálatok alapján nem bizonyult tartósnak.

Az ún. mosott felületképzéses eljárásnál két eltérő receptúrájú betonburkolatot építenek be friss a frissre eljárás keretében, és a felső magasabb cementtartalommal rendelkező réteget kombinált kötési készlelettel és párazáró szerrel kezelik, hogy a cementpépet ki tudják seperni a kötési folyamat beindulása után (6. ábra).

5. Összefoglalás

A kutatás keretében bemutattuk és ismertettük a betonburkolat, mint merev pályaszerkezet építésének történelmét és technológiáit. Részletesen elemeztük az egyes korokra jellemző technológiák hibáit és előnyeit. A jelenleg alkalmazott technológiák élettartam alatti viselkedésének vizsgálata egyértelműen bizonyítja, hogy a kellő odafigyelés és a megfelelő technológiai fegyelem nélkül is könnyedén tönkre mehetnek az útjaink – függetlenül a választott pályaszerkezet típusától – ha nem biztosítjuk a fenntartásukhoz szükséges anyagi eszközöket.

Jegyzetek

1. Hammurapi törvénykönyve: (letöltés dátuma 2012. 10. 11.) jtd.uw.hu/EGYETEMES%20SZOVEG_GYUJTEMENY.doc 2–41. old.
2. Vitruvius (2009): 10 kötet az építészetéről, Budapest, 262 old.
3. Kalmár Istvánné (1965): Beton kötési kísérletek, Témazám: 1027-65, SZIKTI.
4. Cesarea: (letöltés dátuma: 2012-10-11) <http://www.jewishvirtuallibrary.org/jsource/Archaeology/Caesarea.html> 2 old.
5. Normandiai partraszállás ideiglenes kikötői: (letöltés dátuma: 2012-10-11) http://lemil.blog.hu/2009/06/06/normandia_1944_a_mulberry_kikotok 5 old.
6. The Royal road: (letöltés dátuma: 2012-10-11) http://www.livius.org/ro-rz/royal_road/royal_road.htm 5 old.
7. Roman roads: (letöltés dátuma: 2012-10-11) http://en.wikipedia.org/wiki/Roman_roads 2 old.
8. Historical Timeline of Concrete (letöltés dátuma: 2012-10-11) <http://www.auburn.edu/academic/architecture/bsc/classes/bsc314/timeline/timeline.htm> 2 old.
9. The history of concrete (letöltés dátuma: 2012-10-11) <http://matse1.matse.illinois.edu/concrete/hist.html> 1. old.
10. The history of concrete (letöltés dátuma: 2012-10-11) <http://matse1.matse.illinois.edu/concrete/hist.html> 1. old.
11. Keleti Imre et al. (2012): Betonburkolat, Budapest 14–15. old.
12. PCA (1991): Concrete Paving – 100 Years of Progress Through Innovation. 1991. november No. 10. 1–3. oldal.
13. Hanzély J. (1960): Magyarország közútjainak története Útügyi Kutató Intézet 14. sz. kiadvány Budapest 256 old.
14. Keleti Imre et al. (2012): Betonburkolat, Budapest 15. old.
15. H. M. Westergard (1926): Analyses of stresses in Concrete Roads, Public Roads No. 3.
16. Jáky J. (1937): A betonburkolatok méretezése, Magyar Mérnök- és Építészegylet Közlönye 9–10. szám 13. oldal.
17. Király K. (1927): Modern utak építése, Budapest, 44–75. old.
18. Keleti Imre et al. (2012): Betonburkolat, Budapest 22–24. old.
19. Balázs L. Gy. et al. (1976): Régi és új útbetonok összehasonlító vizsgálata, BME Tudományos Közlemények No. 16. 24–28. old.
20. Boromiszta T. (1961): Betonburkolatok romlásai, ÚTKI, Budapest 85 old.
21. Kausai T. (2008): Fagyálló beton, Letöltés dátuma: 2012-10-11 <http://www.betonopus.hu/notesz/fogalomtar/63-fagyallo-beton.pdf>
22. MSZT (2007): MSZ CEN/TS 12390-9:2007 A megszilárdult beton vizsgálata 9. rész fagyállóság. Lehámlás.
23. Bencze Zsolt (2010): Fokozott igénybevételű betonburkolatú kereszteződések és körforgalmak építésének előkészítése, Témazám: 245-007-1-9 KTI Nonprofit Kft, Budapest, 61 old.
24. Dr. Karsainé Lukács Katalin et al. (2000): Kísérleti útszakaszok a 7538 jelű Letenye-Lenti nehézforgalmú összekötő úton, Közúti és Mélyépítési Szemle 2000/5. 181–195. old.
25. dr. Karsainé Lukács Katalin és Dr. Gáspár László (2005): Cement Concrete Pavements in the Hungarian Road Policy 8th International Conference on Concrete Pavements • Colorado Springs, Colorado, USA • 39–60. old.
26. Szőke J. (2012): Plenáris ülés – MK helyzete, Nemzeti Közlekedési Napok 2012, Siófok.
27. CDJogtár: 2044/2003. (III. 14.) Korm. Határozat az országos közúthálózat fejlesztésének, fenntartásának és üzemeltetésének hosszú és középtávú feladatairól, valamint finanszírozásának egyes kérdéseiről.
28. Bencze Zs. (2011): Regionális vagy helyi jellegű nagyforgalmú csomópontok felújítási technológiái, Szeged 91–100. old.
29. Bencze Zs. (2008): Egy út mindenkiért – mindenki egy útért Útügyi napok, Keszthely előadás.

Felhasznált irodalom

- Balázs L. Gy. et al. (1976): Régi és új útbetonok összehasonlító vizsgálata, BME Tudományos Közlemények No. 16. 24–28. old.
- Bencze Zs. (2008): Egy út mindenkiért – mindenki egy útért Útügyi napok, Keszthely előadás.
- Bencze Zs. (2011): Regionális vagy helyi jellegű nagyforgalmú csomópontok felújítási technológiai, Szeged 91–100. old.
- Bence Zsolt (2010): Fokozott igénybevételű betonburkolatú kereszteződések és körforgalmak építésének előkészítése, Témaszám: 245-007-1-9 KTI Nonprofit Kft, Budapest, 61 old.
- Boromisza T. (1961): Betonburkolatok romlásai, ÚKI, Budapest 85 old.
- CD Jogtár: 2044/2003. (III. 14.) Korm. Határozat az országos közúthálózat fejlesztésének, fenntartásának és üzemeltetésének hosszú és középtávú feladatairól, valamint finanszírozásának egyes kérdéseiről 4 old.
- Cesarea: (letöltés dátuma: 2012-10-11) <http://www.jewishvirtuallibrary.org/jsource/Archaeology/Caesarea.html> 2 old.
- H. M. Westergard (1926): Analyses of stresses in Concrete Roads, Public Roads No. 3.
- Hammurapi törvénykönyve: (letöltés dátuma: 2012.10.11.) jtd.uw.hu/EGYETEMES%20SOZVEG_GYUJTEMENY.doc 2–41. old.
- Hanzély J. (1960): Magyarország közútjainak története Útügyi Kutató Intézet 14. sz. kiadvány Budapest 256 old.
- Historical Timeline of Concrete (letöltés dátuma: 2012-10-11) <http://www.auburn.edu/academic/architecture/bsc/classes/bsc314/timeline/timeline.htm> 2 old.
- Jáky J. (1937): A betonburkolatok méretezése, Magyar Mérnök- és Építészegylet Közlönye 9–10. szám 13. oldal.
- Kalmár Istvánné (1965): Beton kötéslasztási kísérletek, Témaszám: 1027-65, SZIKTI
- Karsainé Lukács Katalin et al. (2000): Kísérleti útszakaszok a 7538 jelű Letenye-Lenti nehézforgalmú összekötő úton, Közúti és Mélyépítési Szemle 2000/5. 181–195. old.
- Karsainé Lukács Katalin és Dr. Gáspár László (2005): Cement Concrete Pavements in the Hungarian Road Policy 8th International Conference on Concrete Pavements • Colorado Springs, Colorado, USA • 39–60. old.
- Kausai T. (2008): Fagyálló beton (Letöltés dátuma: 2012-10-11) <http://www.betonopus.hu/notesz/fogalomtar/63-fagyallo-beton.pdf>
- Keleti Imre et al. (2012): Betonburkolat, MBBE, Budapest 427 old.
- Kiráy K. (1927): Modern utak építése, Budapest, 44–75. old.
- MSZT (2007): MSZ CEN/TS 12390-9:2007 A megszilárdult beton vizsgálata 9. rész fagyállóság. Lehámlás.
- Normandiai partraszállás ideiglenes kikötői: (letöltés dátuma: 2012-10-11) http://lemil.blog.hu/2009/06/06/normandia_1944_a_mulberry_kikotok 5 old.
- PCA (1991): Concrete Paving – 100 Years of Progress Through Innovation. 1991. november No. 10. 1–3. oldal.
- Roman roads: (letöltés dátuma: 2012-10-11) http://en.wikipedia.org/wiki/Roman_roads 2 old.
- Szőke J. (2012): Plenáris ülés – MK helyzete, Nemzeti Közlekedési Napok 2012, Siófok.
- The history of concrete (letöltés dátuma: 2012-10-11) <http://matse1.matse.illinois.edu/concrete/hist.html> 1. old.
- The Royal road: (letöltés dátuma: 2012-10-11) http://www.livius.org/ro-rz/royal_road/royal_road.htm 5 old.
- Vitruvius (2009): 10 kötet az építészetéről, Budapest, 262 old.