

Az Aszfalt

A Magyar Aszfaltipari Egyesülés

hopa

hivatalos lapja

XXII. ÉVFOLYAM 2017/1. szám



Asphalt 100% recyclable



Az aszfalt 100%-ban
újrahasznosítható

Vizsgálatra előkészített
drain aszfalt próbatest
a Münchener
Műszaki Egyetem
Laboratóriumában

2017
június

Kedves fiatal Kollégák!

A tavaly jubiláló 10. konferenciánk után, egy reményekkel teli újabb dekádba kezdve invitálom Önöket 2017-ben a



HAPA XI. Fiatal mérnökök Fórumára.

(Az eseményre 35 év alatti mérnökök jelentkezését is várjuk)

A rendezvény időpontja:

2017. október 25.

Helyszíne:

Budapest Hotel Griff,

Smaragd konferencia terem.

(1113 Budapest, Bartók Béla út 152. „F” ép.)

Várjuk mindazon ifjú kollégák jelentkezését, akik a szakma aktuális problémáira, eredményeire, kihívásaira tudnak és kívánnak reflektálni.

Szeptember első napjaiban eljuttatjuk az Önök címére a várható előadók és előadások, valamint a megítélhető értékes díjak listáját,

valamint a szükséges jelentkezési és előadói dokumentumokat.

Kérjük, készüljenek az előadásuk megtartására, illetve a konferencián a részvételükre.

Az előadásokat egy szakmai zsűri fogja értékelni, és négy díjazottunk értékes jutalmakra számíthat.

A tavalyi díjazottak

3. helyezette, és közönség díjasa a HAPA nagy konferenciáján vett részt,

2. helyezette az EAPA Brüsszeli egyik rendezvényén vehetett részt

1. helyezette a HAPA négy napos tanulmányútján vett részt Németországban.

Az idei díjazottak is hasonló nyereségek számíthatnak

A találkozás és viszontlátás reményében, megjelenésére számítva, egyben kellemes nyári szabadságokat kívánva üdvözlő Önt

Veress Tibor igazgató,

Magyar Aszfaltipari Egyesülés



A Magyar aszfaltipari Egyesülés (HAPA) hivatalos szakmai lapja.

Szerkesztőség:

Magyar Aszfaltipari Egyesülés
H-1113 Budapest, Bartók Béla út 152/F.
Telefon: +36 1 7821-893
Fax: +36 1 7822-008
E-level: info@hapa.hu
Internet: http://www.hapa.hu

Alapító főszerkesztő:

Dr. Bodnár Géza

Főszerkesztő: Veress Tibor

Nyomdai előkészítés és nyomás:

SILBER-Nyomda Kft. www.silbernyomda.hu

Hirdetésfelvétel:

Magyarországon a szerkesztőségben

Terjesztés:

a szerkesztőségben keresztül ingyenesen

ISSN 1217-7830

TARTALOMJEGYZÉK

Szilvai József Attila – Útfelújítások a Magyar Közút lebonyolításában Múlt és Jövő.....	4
Kisgyörgy Lajos – Közép-európai pályaszerkezet workshop.....	7
Egbert Beuving – Az ideális projekt	11
Szerencsi Gábor – Ágazati szabályozás és a benne rejlő innovációs lehetőségek.....	14
Angélique Brunon – Bitumenes kötőanyagok alacsony hőmérsékleti jellemzői – „Az öregedéssel szembeni érzékenység kötőanyag és aszfaltkeverék vizsgálati módszerek tükrében”.....	18
Béki Gergő – A budapesti útfenntartás új alapokon? Készül a Városi ÜME!.....	26
Soós Zoltán – Full depth asphalt	28
Szabó Szabolcs Pál – Kőolajfelhasználás a robbanómotorok elterjedése előtt.....	35
Merkel István – Kőfeldolgozó technológiai sor átépítése a KŐKA Kft. komlói bányüzemében 2016 - 2018	38
Dr. Pallós Imre – Az aszfaltkeverékekre, aszfalttrétegekre vonatkozó utági műszaki előírások új tervezetei.....	42
Dr. Törőcsik Frigyes – „150 éves a hazai aszfaltútépítés” szakkönyv készítéséről tájékoztatás	46
Dr.-Ing. Gajári György – Az anyagi komponensek szerepe az aszfalt mechanikai viselkedésében	50
Dr. Igazvölgyi Zsuzsanna – Hézagok és repedések kezelése aszfaltburkolaton	57
Dr.-Ing. Thomas Wörner – Különböző aszfalttulajdonságok első elemzése Németországban 21 útszakaszon nyert és tanulmányozott adatok alapján	64
Tabáni Tibor – Belterületi utak javítása hidegaszfalt bevonatokkal	70
Visnyovszky Áron – Darányi Ákos – Szvoboda Krisztián – Pospiszek Anikó – A 2016-os WIRTGEN tanulmányútról szóló beszámoló.....	74
Tallósi Zoltán – Mart aszfalt visszaadagolással készült gumibitumenes aszfaltkeverékek alkalmazása útépítési projekteken	81

Tisztelt Kollégák!

A Magyar Aszfaltipari Egyesülés 25. évfordulójára rendezett Nemzetközi Konferenciánk szép sikerrel zárult. 280 résztvevő jelentkezése különösen jóleső érzés volt számomra, mert ez is visszaigazolta, hogy a HAPA számára kitűzött célok jók, a tagjaink elégedettek a munkánkkal. A rendezvényre meghívtuk az alapító vállalatok akkori vezetőit, akik közül heten el is jöttek. Külön köszönet illeti őket, mert 25 évvel ezelőtt jó döntést hoztak, és -bár a célok idővel módosultak-, alapjaiban a szakma érdekeit szolgáló szervezetet hozták létre.

A konferenciáink, a tanulmány útjaink, az újságunk és a munkacsoportjainkban folyó munka mind a szakmánk folyamatos megújulása érdekében szerveződnek. A legújabb technológiák megismertetése, és bevezetése, a külföldi előadók

meghívása, az EAPA tagságunk révén az információ gyorsabb behozatala, a beruházók és tervezők bekapcsolódása a munkánkba sikeresnek mondható. Azt remélem, hogy az eddigi eredményeink megőrzése mellett a Magyar Aszfaltipar történetével foglalkozó könyv kiadása is a célunkat szolgálja.

A könyv bemutatóját a következő, 2018 februári konferenciánkra tervezzük, ami ismét egy szép esemény lesz amelyre várni fogjuk Önöket.

Most pedig szíves figyelmükbe ajánlom a lapunk idei első számát, amely a konferencián elhangzott előadásokból mutat be néhányat.

Tisztelettel: Veress Tibor

Útfelújítások a Magyar Közút lebonyolításában Múlt és Jövő

Szilvai József Attila

műszaki vezérigazgató-
helyettes
Magyar Közút
Nonprofit Zrt.



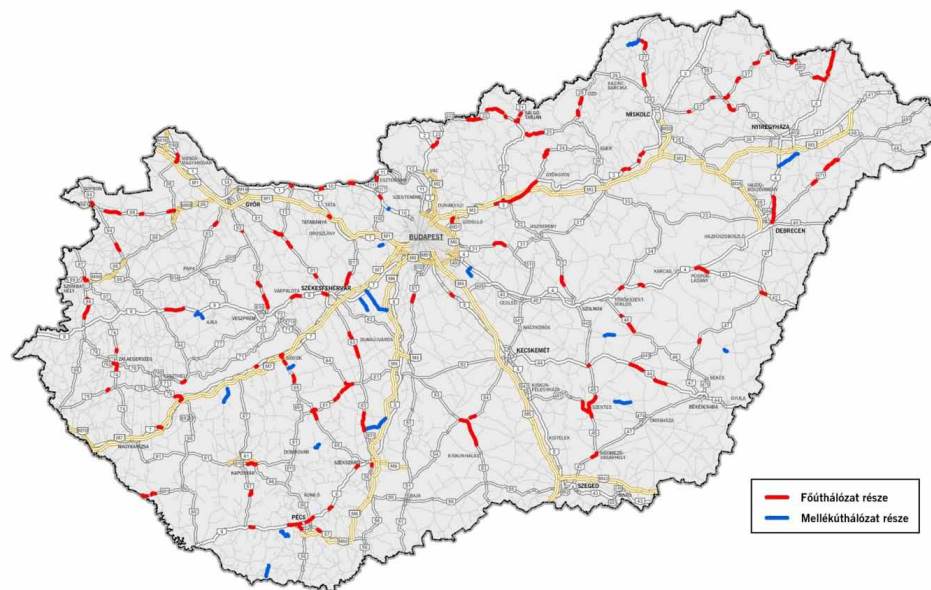
2016. évben megvalósított felújítási projektek, beépített aszfaltmennyiségek alakulása

A Magyar Közút Nonprofit Zrt. és a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium között 2016. március 1-jén került aláírásra a hazai forrású Komplex Útfelújítási Program megvalósulását biztosító Támogatási Szerződés. A program során az ország egész területét, összesen 171 útszakaszt érintve valósulhattak meg az útburkolatok szükség szerint egy vagy több rétegben történő cseréje, árvíz okozta leromlások, pályaszerkezeti és/vagy alépítményi megerősítése, vonalmenti létesítmények fejlesztése, csomópontok korszerűsítése, vízelvezetés korszerűsítése, közlekedésbiztonsági elemek létesítése valósulhatott meg.

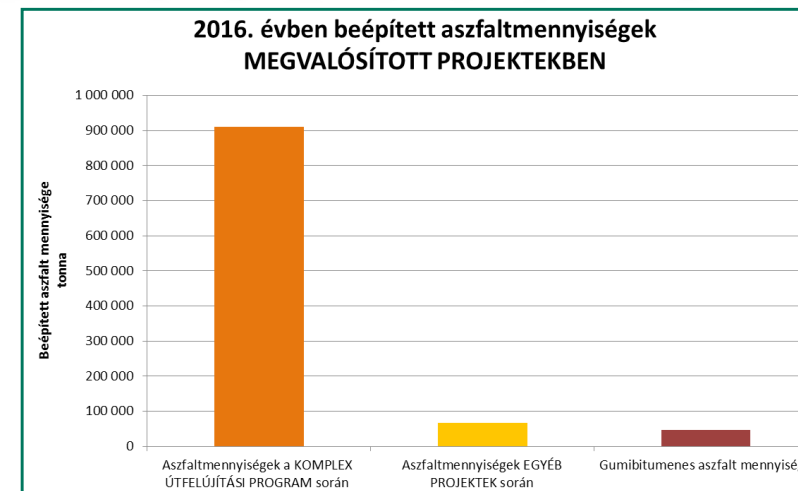
A nyomvályú és felületi egyenetlenségek, illetve az árvízkarok okozta alépítményi és pályaszerkezeti károk megszüntetésével, csomópontok, vízelvezetés korszerűsítésével valamint közlekedésbiztonsági elemek létesítésével csökkenhet a közúti balesetek száma, valamint enyhülhet azok kimenetelének súlyossága. A javuló útállapot következtében mind a személy, mind a teher, mind a közösségi közlekedés esetében csökken az elérési idő, melynek révén javul a térségek közötti elérhetőség.

A fejlesztések hatására egységes állapotú útfelület alakul ki, ezen szakaszokon a közlekedés folyamatossá és egyenletessé válik, ezáltal csökken a gépjárművek káros anyag kibocsátása, így a környezetre gyakorolt negatív hatás mérséklődik.

Az így létrejött homogén útpályaszerkezeteken a fenntarthatóság gazdaságosabban biztosítható, a további fejlesztési feladatok hosszú távú tervezhetőek lesznek.



1. kép: Komplex Útfelújítási Program szakaszai



1. ábra: 2016. évben az útfelújítási projektek során beépített aszfaltmennyiségek

A Közlekedésfejlesztési Koordinációs Központtal, illetve a Nemzeti Fejlesztési Minisztériummal kötött éves felújítási, illetve közlekedésbiztonsági fejlesztésekre vonatkozó Támogatási Szerződések finanszírozásával 24 útfelújítási projekt összesen közel bruttó 2,8 Mrd Ft értékben, míg 147 millió Ft értékben közúti jelzőtáblák, változtatható jelzőképű táblák, vezetőkorlát cserék és új korlátok kiépítése, továbbá útburkolati jelek felújítása valósulhatott meg.

A felújítási munkálatok során beépített aszfaltok döntő mennyiségét a Komplex Útfelújítási Programban beépített több mint 900 ezer tonna tette ki. Az év folyamán projektszerűen lebonyolított útfelújítási munkálatok kapcsán további közel 70 ezer tonna kötő-és kopó aszfaltreteg, míg több mint 46 ezer tonna gumibitumenes aszfalt került beépítésre.

Megerősített alapok a közútfenntartás finanszírozásában

2016-tól öt évre szóló közhasznú szerződés alapján gondoskodik az országos közúthálózat üzemeltetéséről és fenntartásáról a Magyar Közút Nonprofit Zrt. A

kormány 2020-ig összesen 400 milliárd forintnyi költségvetési forrást biztosít a társaság számára feladatai színvonalas ellátáshoz. A társaság 32 ezer kilométernyi közutat üzemeltet, saját munkatársait és a közfoglalkoztatottakat is beleértve 7-8 ezer embernek ad munkát. A következő években a közúti infrastruktúra intenzív fejlesztése várható, csak gyorsforgalmi útból újabb, több mint 400 kilométer épül Magyarországon. A hálózat nagyarányú bővítése jelentős mennyiségű többletfeladatot ró a 2010 előtt felhalmozott karbantartási lemaradással is küzdő közútkezelőre. A kormány e megfontolások alapján döntött úgy, hogy az országos közutak üzemeltetési és fenntartási feladataira az évtized végéig folyamatosan növekvő forrásteret biztosít.

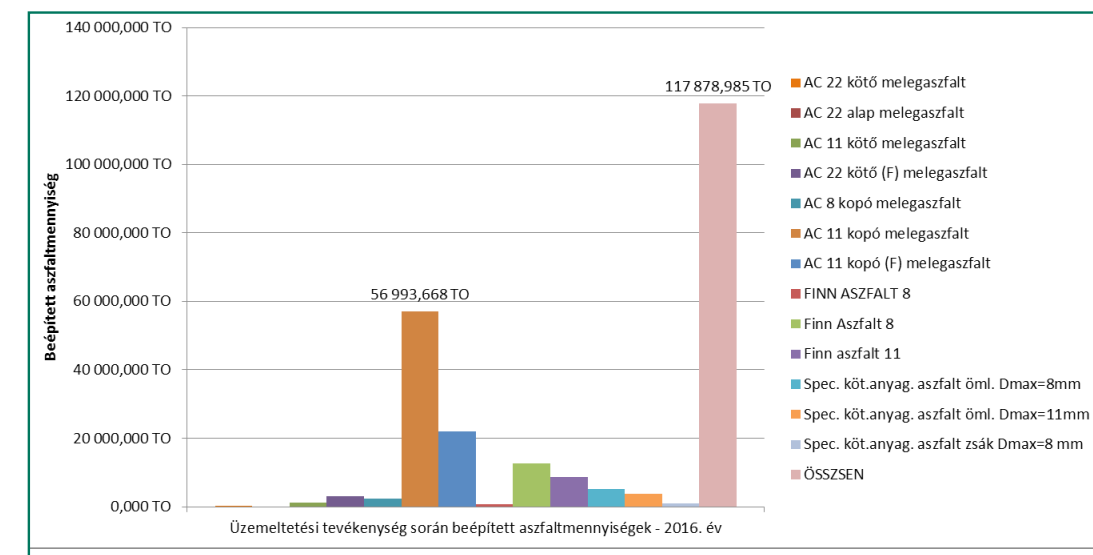
A 2016-os költségvetésben rendelkezésre álló 60 milliárd forinthez képest

2017-ben 73 milliárd, 2018-ban 80 milliárd, 2019-ben 88 milliárd, 2020-ban pedig 98 milliárd forintot különítenek el a központi költségvetésből a célra. A közhasznú szerződés e források felhasználásának feltételeit rögzíti, kiszámíthatóságot, tervezhetőséget teremtve a közútkezelő számára.

A középtávú finanszírozás biztosításával a közútkezelő stratégiai változásokat tud megvalósítani a költséghatékony működés érdekében, ezáltal tervezhetőbb működésre nyílik lehetőség, amely figyelembe veszi a közútkezelő rendelkezésére álló kapacitását, a technológiai előírásokat és az időjárást, így a közútkezelő hatékonyabban tudja ellátni feladatát.

A közútkezelő társaság finanszírozási költsége jelentősen mérséklődik, kiszámíthatóbb finanszírozást, tervezhetőbb likviditást eredményez, aminek köszönhetően nem jelent gondot a többéves szerződések megkötése, finanszírozása sem.

A 2016. évben, karbantartási- fenntartási célokkal felhasznált aszfalt mennyisége összesen majdnem megközelítette a 120 ezer tonnát, amelyben domináns szerepet az AC-11 kopó aszfaltkeverék vállalt.



2. ábra: 2016. évben karbantartási-fennartási feladatok során beépített aszfaltmennyiségek

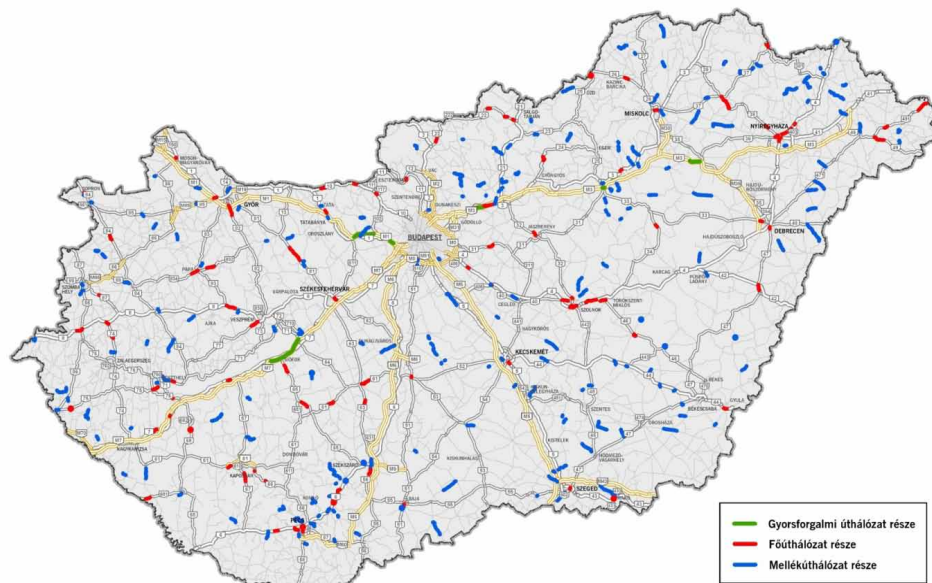
2017. évi útfelújítási program

A 2016. évben lebonyolításra került Komplex Útfelújítási Program folytatásaként a Magyar Közút Nonprofit Zrt. már 2016. áprilisában megkapta Nemzeti Fejlesztési Minisztérium levelét a 2017. évi közúthálózat felújítási munkálatainak előkészítésére vonatkozóan. A program előkészítése azonnal megkezdődött, 100 milliárd Ft értékű, megyei szinten leegyeztetett projektlista került összeállításra. A projektlista a minisztérium részéről jóváhagyásra került, amely alapján a feltételes közbeszerzési eljárás előkészítése megkezdődött. Az összeállított projektlistában országosan mintegy 50 km gyorsforgalmi út, 200 km főút és 600 km mellékút szerepel. A projektben szereplő építési munkálatok megvalósításához szükséges forrásról a Kormány döntése folyamatban van.

A Magyar Közút EU-s finanszírozású támogatási szerződéssel rendelkező útfelújítási projektjei a 2014-2020 programozási időszakra vonatkozólag

A Településfejlesztési Operatív Program keretében nyolc olyan konstrukció került meghirdetésre a 2014-2020-as pályázási időszakon belül, melyben a Társaságunk érintett. Ezek közül a TOP-1.3.1-15 „Gazdaságfejlesztést és a munkaerő mobilitás ösztönzését szolgáló közlekedésfejlesztés” felhívás esetében a MK NZrt. lebonyolítóként, míg a többi felhívás (pl.: TOP-6.4.1-15 „Fenntartható városi közlekedésfejlesztés”, TOP-3.1.1-15 „Fenntartható települési közlekedésfejlesztés” és TOP-6.1.5-15 „Gazdaságfejlesztést és a munkaerő mobilitás ösztönzését szolgáló közlekedésfejlesztés”) vonatkozásában kizárólag konzorciumi tagként vesz részt. A felhívások forrását az Európai Regionális Fejlesztési Alap és Magyarország költségvetése társfinanszírozásban biztosítja.

Az MK NZrt. a TOP-1.3.1-15 pályázati kiírás esetében 2016. áprilisáig 71 db

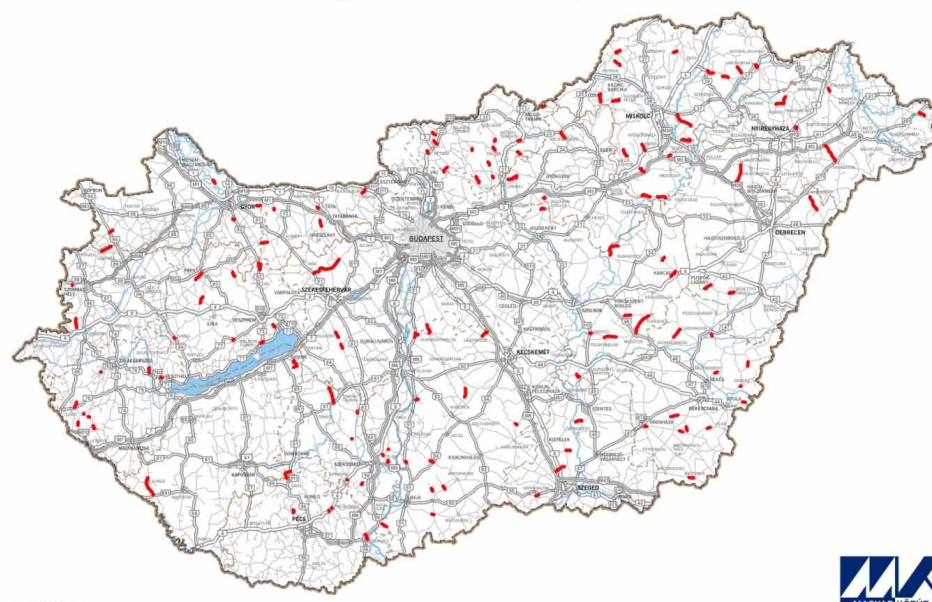


2. kép: 2017. évi közútfelújítási program tervezett szakaszai

projekt megvalósítására és összesen bruttó 66 842 000 EFT támogatási keretösszegre nyújtott be támogatási kérelmet az NFM elrendelő leveleiben rögzített útszakaszok vonatkozásában. Tekintettel arra, hogy a pályázati felhívások keretösszege alacsonyabb összegű volt az igényelt támogatási összegnél, fő és tartalék projektek kerültek meghatározásra, az NFM elrendelőben is rögzített prioritás sorrendjében.

A TOP-1.3.1-15 pályázati kiírás esetében 34 db támogatási szerződés került megkötésre, bruttó 44 021 332 EFT támogatási összeggel, melyből közel 403 km út felújítására kerül sor, mely felújítások a Magyar Közút Nonprofit Zrt. szervezésében, uniós támogatással, hazai kivitelezőkkel, átlátható rendszerben valósulnak meg.

Terület- és Településfejlesztési Operatív Program (TOP) támogatási szerződéssel rendelkező projektelemei



3. kép: EU-s finanszírozású, Támogatási Szerződéssel rendelkező felújítási projektek szakaszai

Közép-európai pályaszerkezet workshop

Dr. Kisgyörgy Lajos

egyetemi docens
BME Út és Vasútépítési
Tanszék



Bevezetés

A pályaszerkezetek technológiai tervezésénél mérőföldkőhöz érkezett a tudomány. A számítási kapacitások fejlődése lehetővé teszi a mechanikai alapú méretezések napi gyakorlatba ültetését, újabb, bonyolultabb modellek alkalmazását. számos olyan kihívás, amit eddig nem tudtunk kezelni, elérhető közelségbe került.

A digitális gazdaságban rejlő lehetőségek kihasználása a pályaszerkezetek méretezése területén hatalmas jelentőséggel bír. Tekintve az útvagyon értékét, az útépitési költségeket, minden egyes apró technológiai döntés súlyos anyagi következményekkel jár. Minden tudatosan gondolkodó ország eljutott arra a döntésre, hogy sokkal fejlettebb technológiai tervezési megoldásokra van szükség.

Az erőfeszítések összehangolása, az egymástól való tanulás volt a célja a 2016. ... -ben Ausztriában, ... városában tartott pályaszerkezeti workshopnak. A workshopon közép európai országok (Ausztria, Csehország, Magyarország, Németország, Szerbia, Szlovákia és Szlovénia) vettek részt, Franciaországgal kiegészülve. Minden résztvevő ország bemutatta a technológiai tervezési gyakorlatát, a megoldandó kihívásokkal és a tervezett továbbfejlesztési irányokkal együtt. Ez az írás elsősorban a technológiai tervezés jövőképeivel foglalkozik, nem az egyes módszerek és modellek részletes bemutatására helyezi a hangsúlyt. Így a fő téma a módszerek összehasonlító elemzése és az alapján a hazai gyakorlat modernizálására szolgáló javaslatok megfogalmazása.

A módszerek áttekintése

Ausztria

Ausztriában 1986 óta katalógusrendszer használatos, ami 1998-ban és 2005-ben nagyobb revízió esett át. A 2005-es változatot 2008-ban és 2016-ban aktualizálták, elsősorban az új anyagszabványok és burkolattípusok beillesztése, illetve a mechanikai alapú tervezési módszer továbbfejlesztése miatt. A katalógus öt bitumenes, két hidraulikus és nyolc térföld típus-pályaszerkezetet tartalmaz, melyeket analitikus méretezési alapokon alkottak meg, a

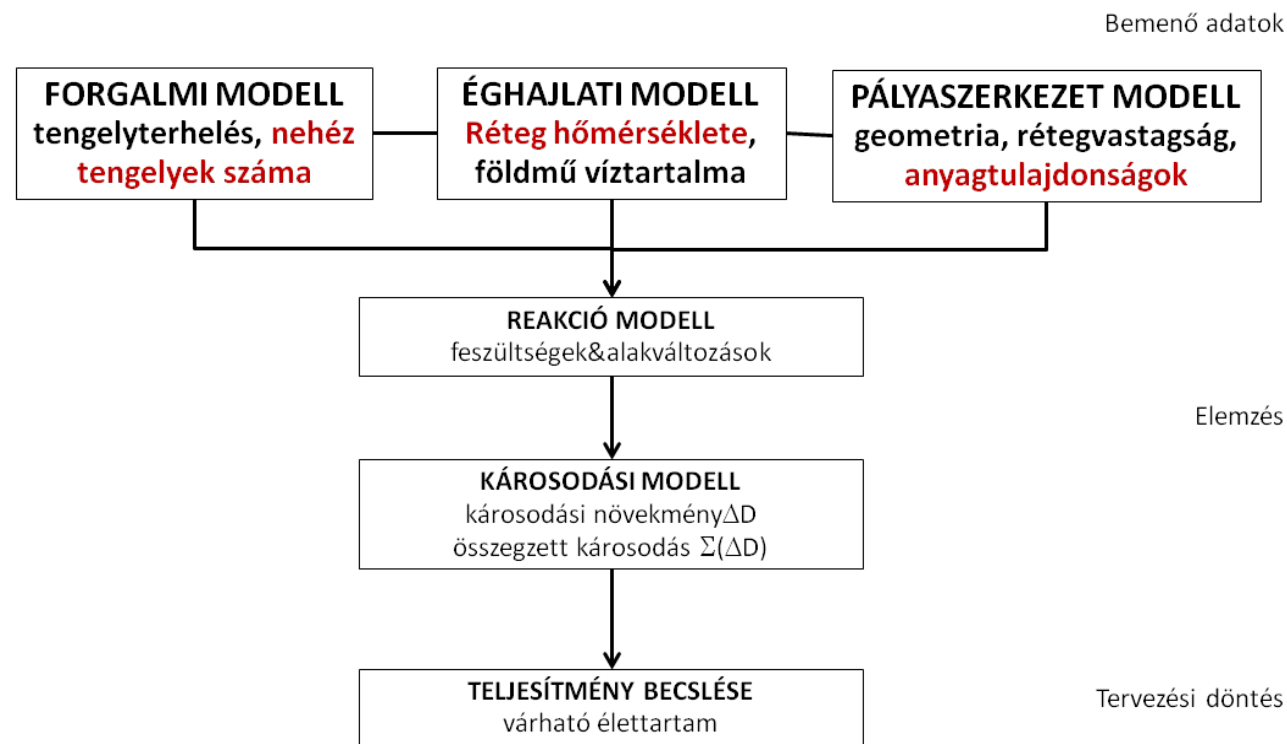
földműre vonatkozóan 35 MN/m² minimális teherbírás teljesülését feltételezve. A tervezési forgalmat, aminek meghatározása a magyar gyakorlatához nagyon hasonlóan történik, 10 terhelési osztályba sorolják.

A hajlékony és félmerev pályaszerkezetek méretezése lineáris, elasztikus, többrétegű megközelítéssel történik. A földmű teherbírását leíró modell figyelembe veszi a teherbírás változását az évszakok függvényében, amelyen belül négy különböző teherbírású időszakot különböztetnek meg. A kötőanyag nélküli rétegek merevségét az anyag típusán és vastagságán kívül az alatta lévő réteg merevsége is befolyásolja. A cementtel stabilizált rétegek merevségét a teljes élettartam alatt konstansnak tekintik, azonban az aszfaltrétegek merevsége függ a rétegek hőmérsékletétől. Ez utóbbinál hat jellemző klimatikus időszakot különböztetnek meg, azon belül is külön kezelve a nappalokat és az éjszakákat. A megengedhető forgalmi terheléseket a klimatikus időszakokra külön-külön határozzák meg, majd a Miner-törvény segítségével összegzik az egész évre vonatkozóan. A számítás végeredménye megadja, hogy mekkora az élettartam-elhasználás évente.

Pályaszerkezetek megerősítésére három alapvető megközelítést használnak: tapasztalati (hatékony rétegvastagság), félig tapasztalati (behajlások), illetve analitikus (FWD méréseken alapuló számítások) megközelítést. A hatékony rétegvastagságok módszerét jelentős pontatlansága miatt szigorúan csak kisforgalmú utak esetében tartják alkalmazhatónak. A statikus behajlás-méréseknél a korrekciós tényezők nagyon sok lehetséges értéket vehetnek fel, emiatt nem tartják túl megbízhatónak. A pályaszerkezetek maradó élettartamát az FWD mérések, laboratóriumi mérések és analitikus számítások segítségével célszerű megbecsülni, azonban ez a rész még fejlesztési fázisban van.

Németország

Más országokhoz hasonlóan Németországnak is van hagyományos, katalógus-rendszerű pályaszerkezet tervezési folyamata. Ezen túlmenően azonban van mechanikai méretezési eljárásuk is, ami az aszfalt pályaszerkezetek várható teljesítményének meghatározásán alapul. A pályaszerkezet tervezésének három fő eleme van: a várható igénybevételek



1. ábra: A német mechanikai tervezési folyamat
(Forrás: Axel Walther, International Workshop on Pavement Design 2016, Stegersbach)

elviseléséhez szükséges, anyagminőségtől függő minimális rétegvastagságok meghatározása; az anyagok rangsorolása; valamint a maradó élettartam meghatározása. A tervezési folyamatot az 1. ábra szemlélteti.

A **forgalmi modell** célja a tényleges tengelyterhelés meghatározása. A tengelysúlymérő állomások adatai alapján az egyes járműkategóriákra meghatározzák az adott kategóriában előforduló tengelysúlyok előfordulási gyakoriságát, és ez alapján számolják ki a pályaszerkezetet érő tényleges igénybevételeket. Amennyiben nem áll rendelkezésre tengelysúlyokra vonatkozó adat, akkor 11 terhelési osztályt definiálnak, és megadják az egyes terhelési osztályoknál használandó gyakoriságot.

Az **éghajlati modell** különböző hőmérsékleti körzetekre osztja az országot, az egyes körzetekre megadva az útfelület hőmérsékletének előfordulási gyakoriságát. A pályaszerkezet rétegeiben kialakuló hőmérsékleteket a felületi hőmérsékletek ismeretében lehet megbecsülni. A **pályaszerkezeti modellben** használt merevségi modulus függ mind a hőmérséklettől, mind a frekvenciától.

A **reakció modell** a Burmister-modellen alapuló több-rétegű, rugalmas modell. Bemenő adatként szerepelnek a rétegek vastagságai, az anyagok tulajdonságai, valamint a járműteher nagysága és a teherátadás geometriája. A modell az egyes anyagokat nem terheli a rugalmas tartományukon túl, emiatt alacsony-közepes hőmérsékleten történő gyors teherátadás leírására alkalmas. Mind a reakció modell, mind a **károsodási modell** a hőmérséklet függvényében kezeli a merevségi modulus, az egyes réteg-hőmérsékletekre külön meghatározva a feszültségeket és alakváltozásokat, valamint a pályaszerkezetben okozott károsodásokat, a forgalmi és időjárási hatások pontos időbeli szuperpozícionálásával. Az egyes intervallumokat aztán a Miner-törvénynek megfelelően összegzik.

A francia módszer a követelményeket az egyes rétegek funkciója szerint fogalmazza meg. A kopóréteg és a kötőréteg funkciója a biztonság és a kényelem, azaz az egyenletesség, csúszásellenállás és az alacsony menet zaj. Az alaprétegtől a szerkezeti merevséget várják el, a földmű védelmét a mechanikai és időjárási hatásoktól. Végül a földmű esetében a teherbírás és a fagyállóság a követelmény.

A technológiai tervezés során két szempontot vizsgálnak. Az első a földmű alakváltozása, a függőleges irányú feszültség nem haladhatja meg a megengedhető értéket. A második a fáradás, ahol a hajlító feszültségnek kell kisebbnek lennie a megengedhetőnél. A feszültségeket mindegyik rétegre meghatározzák, a Burmister-modell alapján.

A forgalomból származó terhelés meghatározásánál a tényleges teherátadási felület alapján dolgoznak. A tengelykiosztás és a kerekek száma alapján meghatározzák az adott konfigurációhoz tartozó átlagos károsodási tényezőt, és egy jármű által okozott károsodás megfelel a tengelycsoportjai által okozott károsodás összegének. Az okozott károsodás mértéke függ a forgalomtól, a pályaszerkezet típusától, valamint az út típusától.

Szlovákia

A szlovák technológiai tervezés alapvetően a hagyományos trendet követi. Az ország éghajlati viszonyaiból adódóan a fagy hatásának kezelése fontos szempont, ezért a technológiai tervezés részletesen foglalkozik a kérdéssel.

A földmű teherbírását a tavaszi olvadáskor csökkentett értékkel veszik figyelembe, ami függ a fagyhatártól, illetve attól, hogy hogyan jut a víz a földműbe. A faggal szembeni ellenállóképességet a pályaszerkezeti rétegek hőellenállása és az átlagos évi középhőmérséklet alapján határozzák meg. A fagy okozta károsodást pedig évente hozzáadják az egyéb hatásokból származó károsodásokhoz.

Csehország

A cseh tervezési módszer nagyon hasonló szerkezetében az eddig említettekhez, jellemzően a francia módszert követi. Egy nagyon fontos eleme említendő: a járműteher okozta hatásoknál figyelembe veszik a jármű sebességét is, 50 km/h-nál lassabb forgalom esetén kétszeres terheléssel számolnak.

Magyarország, Szerbia és Szlovénia

E három ország a hagyományos katalógus-rendszert alkalmazza. A technológiai tervezés alapelvei nem sokat változtak, a szemlélet nem túl modern, nincs analitikus tervezési módszertan.

Elemzés

Összehasonlító elemzés

A módszereket áttekintve megállapítható, hogy a legtöbb helyen párhuzamosan létezik két rendszer, a katalógus-rendszer és az analitikus rendszer. A katalógus-rendszer létét a gyakorlati használhatóság igazolja, míg az analitikus rendszer a pontosabb tervezéshez szükséges. A tendenciák és a meglévő tapasztalatok alapján azonban kijelenthető, hogy megfelelő szoftveres támogatással az analitikus modell is gyakorlatban egyszerűen használhatóvá tehető. Így a jövőben várhatóan az analitikus modellek előbb-utóbb teljesen kiszorítják a katalógus-rendszert.

Jellemzően minden ország saját analitikus megközelítést használ. Az alapelvek nagyon hasonlóak, mégis sok eltérés van a részletekben. Érdemes lenne ezeket a megközelítéseket integrálva kidolgozni egy analitikus méretezési módszertant. Ebből a szempontból a saját analitikus módszertannal nem rendelkező országok előnyben vannak, hiszen a nulláról indulva egyszerűbb felépíteni egy új modellt, mint a meglévő átalakításával.

A tervezési forgalom kérdése visszatérő probléma, mindenki próbál valamilyen módon változtatni rajta. A változtatási igények jellemzően a tényleges terhelés pontosabb meghatározásáról szólnak, a WIM adatok tényleges felhasználásától kezdve a teherátadás pontosabb modellezésén át a sebesség figyelembe vételéig. Igazából a különböző országok együttesen megjelenítik azokat a hatásokat, amiket a forgalmi terhelés meghatározásánál figyelembe kell venni. Egy kivétellel: senki sem említi, hogy a növekedési tényezők (ami tulajdonképpen egy nagyon pontatlan, az utazási minták változását elhanyagoló modell) helyett korrekt forgalmi modelleket kellene használni.

Az éghajlat kérdése és a hőmérsékleti viszonyok figyelembe vétele több helyen megjelenik, de különösen a németeknél hangsúlyos. Ez mindenképpen követendő irány, hiszen az aszfaltok tulajdonságai erősen hőmérséklet-függők, illetve a földmű teherbírását is befolyásolja a víztartalom.

Fenntartói szemléletű technológiai tervezés (ASFINAG)

Az útkezelő szempontjából nézve a technológiai tervezést láthatjuk, hogy a hagyományos technológiai tervezési szempontokon túlmutató igényeik vannak. Ezek közül a legfontosabb az egyes pályaszerkezeti és építéstechnológiai alternatívák összehasonlíthatósága, amihez szükség van egy, az élettartam-költségeken alapuló objektív módszertanra. A másik fontos igény, hogy a pályaszerkezetek

technológiai tervezésénél jelenjenek meg a burkolatgazdálkodási elvek (leromlási folyamatok modellezése, beavatkozások, stb.) is.

Lényeges szempont még, hogy a szerkezeti tönkremenetel nem az egyetlen lehetséges tönkremeneteli mód. Az ASFINAG két tönkremenetel-mutató, a felület állapotát leíró Comfort&Safety Index, illetve a teherbírást jellemző Structural Condition Index segítségével határozza meg a pályaszerkezet leromlási folyamatait. Ezekre a leromlási folyamatokra épül az élettartam-alapú burkolatgazdálkodás.

Kritikai elemzés

A jelenlegi pályaszerkezet-tervezési módszertanok kritikai elemzése során számos olyan területtel találkozhatunk, ahol a módszertan fejlesztésre szorul. Jellemzően a kihívások abból származnak, hogy a jelenleg alkalmazott eljárások egy korábbi kor termékei, amikor lényegesen kevesebb információ és számítási kapacitás állt rendelkezésre a mostaninál. Azonban a digitális forradalom lehetőségeit a technológia területén is illene kihasználnunk, mert a tudásalapú megközelítés segítségével lényegesen pontosabbá tehetőek a modellek és hatékonyan optimalizálhatóak a folyamatok.

- A tervezési forgalom meghatározása számos problémával függ. A növekedési tényező módszer csak 1-2 éves időtávon ad pontos eredményt. A várható forgalmak meghatározását megfelelő közlekedési modellek alapján kellene végezni. Továbbá az egységtengely koncepció eléggé elavult, a jelenlegi számítási kapacitás és sebesség lehetővé teszi, hogy különböző járműosztályokat és tengelyterheléseket vegyünk figyelembe a számításoknál. A járművek tényleges össz- és tengelysúlyának meghatározásához a modern WIM állomások szolgáltatott adatokat is fel kellene használni.
- A jelenlegi technológiai méretezési eljárások egyetlen tönkremenetellel, a fáradásos tönkremenetellel foglalkoznak, pedig más tönkremenetek is befolyásolják a pályaszerkezet élettartamát.
- A számítások egyetlen aszfalt-típussal számolnak, így sem a modifikált aszfalt, sem az innovatív aszfaltok tulajdonságait nem tudják figyelembe venni.
- A merevség és a fáradás meghatározását nem a modern teljesítmény-alapú (performance based) aszfalt- és bitumenvizsgálatokkal végzik. A valódi teljesítményt a hidegviselkedéssel, az deformáció- és a fáradás ellenállással együttesen lenne érdemes jellemezni, és az aszfaltkeverékeket az anyagtulajdonságok helyett a teljesítmény-alapú követelményekkel kellene specifikálni.
- Az élettartam-költségek elemzése nem játszik szerepet a technológiai tervezésben, a pályaszerkezetek csak az egységtengely áthaladással szembeni teherbírás alapján értékelik.
- A módszerek az „elméleti” élettartamot határozzák meg, hiányzik a „valódi” élettartammal való kapcsolat.
- További fontos kérdés még a bizonytalanságok és a kockázatok kezelése, aminek többek között az egyes alternatívák összehasonlításánál lehet jelentősége. A jelenlegi determinisztikus megközelítés nem alkalmas az anyagtulajdonságokban és az építési technológiákban rejlő inhomogenitások megfelelő leírására. Ennek érdekében a technológiai tervezést át kellene alakítani sztochasztikussá, hogy a bizonytalanságok, valamint a kockázatok számszerűsíthetőek legyenek.

Összefoglalás

Tanulságok

A workshopon részt vett országok technológiai tervezési módszereit áttekintve kirajzolódik az analitikus méretezési eljárás egyre növekvő szerepe. A katalógus-rendszer még a gyakorlati alkalmazhatóság miatt még mindenhol tartja magát, de a negyedik ipari forradalommal összhangban várhatóan előbb-utóbb megjelennek azok az informatikai támogatások, amelyek megteremtik az analitikus méretezés egyszerű gyakorlati használhatóságát. Az irány adott, a technológiai méretezéshez kapcsolódó fejlesztéseket, modernizációt ennek megfelelően célszerű kijelölni.

Az élettartam-költségek szerinti megközelítésnek kellene dominánssá válnia a technológiai tervezésben. Ez a szemlélet megteremti a lehetőségét az egyes technológiai megoldások objektív kiértékelésére és összehasonlítására, és segítségével a burkolatgazdálkodási szempontok is beintegrálhatóak a technológiai tervezésbe.

Fontos a klimatikus hatások figyelembe vétele az anyagtulajdonságok meghatározásánál. Mindenképpen olyan modellekre van szükség, amelyek a hőmérséklet változásából származó hatásokat kezelni tudják.

A forgalomból származó terhelés pontos meghatározása kulcsfontosságú. A tervezési forgalom meghatározására szolgáló módszert úgy érdemes kialakítani, hogy a tényleges tengelyterhelések a lehető legpontosabban meghatározhatóak legyenek, illetve a terhelés okozta igénybevételek is a tényleges teherátadáson alapuljanak. Erre a német, a francia és a cseh megközelítés integrálása kínál megfelelő megoldást.

A digitális korba lépve rengeteg adat keletkezik. Ezek összegyűjtése és felhasználása jelentősen pontosítja az analitikus modelleket. Ilyen információk lehetnek többek között a WIM mérőhelyeken keletkező adatok vagy a meteorológiai adatok. Fontos egy olyan tudásbázis építése, ami összegyűjti és hozzáférhetővé teszi a pályaszerkezetek méretezése szempontjából releváns adatokat, így az „elmélet” és a „valóság” közötti kapcsolat is megerősíthető.

Teendők itthon

Magyar szempontból a workshopnak számos tanulsága van. Az első és legfontosabb: a jelenlegi módszerünk nem felel meg a kor igényeinek, azonnali modernizációra van

szükség. A különböző országok gyakorlatának áttekintése irányt mutat, hogy pontosan milyen teendőink vannak.

1. **Analitikus tervezési módszertan kidolgozása:** egy olyan sztochasztikus megközelítésű analitikus modellre van szükség, ami élettartam-költségeken alapul, integrálja a pályaszerkezet-gazdálkodási elveket, többféle tönkremeneteli kritériummal számol, teljesítmény-alapú anyagtulajdonságokra épül és **figyelembe veszi a klimatikus hatásokat**.
2. **Alternatívák összehasonlítására szolgáló módszertan kidolgozása:** olyan módszertan szükséges, amely lehetővé teszi, hogy különböző pályaszerkezet alternatívák vagy építési technológia alternatívák az élettartam-költségek alapján objektívan összehasonlíthatóak legyenek. Erre szükség van pl. a tendereknél a kivitelező által javasolt alternatívák kiértékelésénél, illetve a fenntartási technológiák megválasztásánál.
3. **Tervezési forgalom meghatározására szolgáló módszer:** a tényleges terhelést pontosabban meghatározó eljárásra van szükség.
4. **Tudásbázis építése:** az analitikus tervezési megközelítés sok adatot igényel, mint pl. a WIM mérőhelyek adatai vagy az egyes aszfalttípusok mechanikai jellemzői. Az adatok gyűjtésével és hozzáférhetővé tételével olyan tudásvagyon építhető, amely kiaknázása jelentős nemzetgazdasági hasznokkal jár.
5. **Nyílt hozzáférésű modellek létrehozása:** az analitikus tervezési módszer hátránya a gyakorlati használat nehézsége. Azonban a modell-építési feladat és a tervezési feladat szétválasztásával ez a probléma áthidalható. A modell építése igényli a nagy szaktudást és az adatokat, amit egy megfelelő szakértői csapat végez. A modellek sokfélék lehetnek, ide tartozik többek között a forgalmi modell, a gazdasági előrejelző modell, az éghajlati modell és a pályaszerkezeti modell is. A tervező a modellhez adott interfészen keresztül fér hozzá, ahol bizonyos peremfeltételeket és paramétereket beállíthat, de csak a tervezési kérdésekkel kell foglalkoznia, modellezéssel és számításokkal nem.
6. **Szoftveres támogatás:** az analitikus méretezés számítási igényei miatt a gyakorlatban csak akkor használható, ha megfelelő szoftveres támogatás is biztosított a méretezések elvégzéséhez.

Az ideális projekt

Egbert Beuving



az EAPA
főtitkára

Az EAPA jelen pillanatban egy „Az ideális projekt” címet viselő tanulmányon dolgozik, mely segítséget nyújt, ötleteket ad az aszfaltburkolatok tartósságának növeléséhez oly módon, hogy a projekt valamennyi szakaszának – tehát a tervezést előkészítő szakasztól a fenntartásig - megvalósításához jól működő módszereket mutat be.

Az aszfaltburkolatok tartóssága nagyon fontos, mert az úthálózat fenntarthatóságánapjainkban egyre fontosabbá válik, ez pedig azt jelenti, hogy az utakat úgy kellene megépíteni, hogy nagyon hosszú ideig működőképesek legyenek, a szükséges fenntartási munkák mértéke, mennyisége pedig csökkenjen.

A tartósság nem csak az úthálózat használhatósága szempontjából fontos, hanem a gazdaságos anyagfelhasználással is szoros összefüggésben van. Az anyagok hatékony és gazdaságos felhasználása, valamint a végtermék magasabb szintű tartóssági foka alacsonyabb szén-lábnyomhoz és csekélyebb forrásszükséglethez is vezet, ami jobb a környezet számára.

Számos módja van a hatékonyabb anyagfelhasználásnak és annak is, hogy hogyan érzük el az utak ill. útfelületek magasabb tartósságát. A tartósság végeredményben költségmegtakarítást is eredményez, a hatékony anyagfelhasználás révén.

Ebben a tanulmányban az ideális útépitő projekt folyamatának különböző lépéseit, szakaszait írjuk le, hogy megmutassuk a tartósabb utak építésének lehetőségeit.

Az útburkolat tartósságának maximalizálása az alábbi dolgokat eredményezi:

- csökkenti az úthasználók akadályoztatását, amit a fenntartási, karbantartási, javítási munkálatok okoznak
- csökkenti a közúti hatóság fenntartási költségeit
- alacsonyabb szén-lábnyom – kedvezőbb a környezet számára
- javítja az aszfaltburkolat-építés fenntarthatóságát, ez pedig végeredményben a ráfordított pénzösszeg arányához viszonyítva magasabb értéket jelent

A tanulmány célja, hogy bátorítson mindenkit, aki az aszfaltgyártásban tevékenykedik, illetve az üzleti hatóság(ok) részéről illetékes, hogy közreműködésével járuljon hozzá tartósabb aszfaltburkolatok készítéséhez. A tanulmány biztosítja ehhez a technikákat, módszereket, eljárásmodokat, valamint a legújabb technológiákat.

A tanulmány olyan információkat tartalmaz, amelyeket mindenkinek tudnia, ismernie kell(ene) a tartós aszfaltburkolat gyártásához. Nem biztosít minden szükséges tudást az úttervezés, útépités és útfenntartás összes lépéséhez, mert teljességgel lehetetlen lenne, minden ilyen információt egyetlen tanulmányban összeszedni. Ezt a tanulmányt egy nagy könyvtár kiindulópontjának tekinthetjük, illetve kedvcsinálónak a témához. További információkhoz és részletekhez megfelelő tájékoztatás áll rendelkezésre. Ez a tanulmány



tovább megy, mint a szokásos, hagyományos könyvek, célja az, hogy azokon túlmutató új ötleteket biztosítson, honosítsa meg.

A tanulmány a „Tender előkészítés”-sel kezdődik, amikor az ügyi hatóságnak elő kell készítenie, össze kell állítania minden, a szerződéshez ill. a szerződő számára szükséges információt. Nagyon fontos, hogy megfelelő aszfaltkeveréket válasszák ki, mérlegelve a forgalmat, az éghajlati időjárási viszonyokat, az altalajt, az alapréteget stb.

A „Pályázati eljárás”, azaz a feltételek ill. pontozási rendszerek helyes megválasztása lehetőséget ad az ügyi hatóságnak arra, hogy azt a minőséget kapja meg, amit szeretne. A jelenlegi pályázati rendszerekben többnyire a költség az egyetlen használt kritérium és a legalacsonyabb árajánlat a nyerő. A legalacsonyabb árajánlat ilyen értékelése viszont csak azt eredményezi, hogy a lehető legalacsonyabb - még engedélyezett, elfogadható - minőség épül meg, nem eredményez igazán magas minőséget és nem motivál a legújabb technológiák és innovációk felhasználására sem. Ahhoz, hogy magasabb, jobb minőség valósuljon meg, az ügyi hatóságnak ezt kérnie kell, azaz megfogalmaznia a feltételek között. Erre különböző lehetőségei vannak, használhatja az alábbiakat:

- legjobb ár-érték arány, vagy a bonus-malus rendszer
- funkcionális követelmények, az út felhasználásának való megfelelés kiemelése (pl. élettartam, merevség)
- zöld közbeszerzés kritériuma.

A kivitelezői szektorban minden tudás és technológia rendelkezésre áll, mellyel kiváló minőségű utak építhetők. Az ügyi hatóságnak kérnie kell ezt a kiírásban, aztán pedig értékelni a kivitelező céget a közúti infrastruktúra jobb teljesítménye, a pályaszerkezet robusztussága és hatékonysága miatt.

Az ideális projekt kezdetét a jó „Projekttervezés” jelenti.

A tender kiírását időben kell elvégezni, hogy elkerüljük a főszezonban ill. az év végén a csúcspontot. Az útburkolást kedvező körülmények között kell megvalósítani, így például ne akarjuk karácsonykor a felületburkolást végezni. A munka megfelelő tervezése csökkentheti a hibák ill. az alulteljesítés kockázatát. Kockázatelemzést kell(ene) végezni, hogy beazonosíthassuk azokat a körülményeket, melyek kedvezőtlen hatással lehetnek a tartósságra és amelyek előfordulására reális esély valószínűség van. Az ügyi hatóság kérhet a kivitelezőtől részletes beépítési koncepciót, tervet.

Figyelembe kell venni a jövőbeni fenntartási feladatokat is, mint például a megfelelő és jól működő vízelvezetés megtartása, biztosítása.

Ahhoz, hogy létrehozzunk egy hosszú élettartamú útburkolatot, a jó burkolattervezés elengedhetetlen, az ördög pedig a részletekben rejlik. A megfelelő burkolóanyag kiválasztásához nagyon sokféle aszfaltkeverék áll rendelkezésünkre, melyek közül választhatunk a speciális funkcionális követelményektől függően.

Fontos az aszfalt-típuskeveréka típushoz tartozó hőmérséklettel és szemszerkezet osztályozással ahhoz, hogy a szükséges típuspályaszerkezet kapjuk. Az aszfaltkeverékegyenletes uniform hőmérséklete elengedhetetlen ahhoz, hogy a réteg egyenletessége megfelelő legyen ill. egyforma tömörített



seget érzünk el. Mindez tehát az aszfaltgyártással kezdődik. Ezért előnyös össze csoportosítani a kis mennyiségű, „hasznoló” aszfaltkeverék-fajtákat, hogy minimálisra csökkentjük a hőmérséklet-ingadozást. Lehetőleg el kell kerülni, hogy a felhasznált adalékanyagok nedvességtartalma eltérő legyen, úgy, mint a túl magas gyártási hőmérsékletet is. Természetesen a gyártásközi minőség-ellenőrzés (EN 13108-21) folyamatait, előírásait be kell tartani.

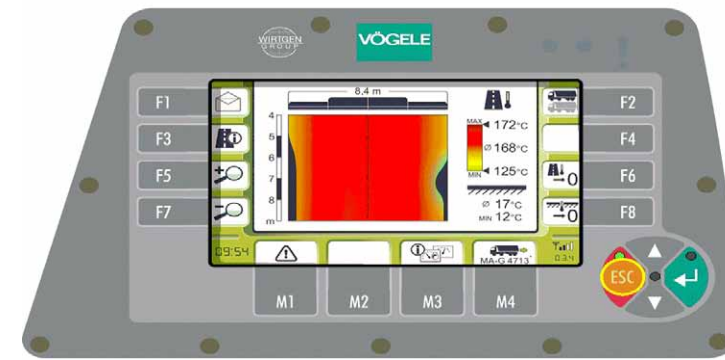
Megfelelő eljárásokra/ módszerekre van szükség a készanyag tárolóból ellenőrzött módon a szállító járműre ürítéshez ill. a beépítés helyszínén történő ürítéshez a keverék szegregációjának -, mely a szállító járműre ürítés során következhet be - elkerülése, valamint a keverékben szállítás közben kialakuló hőmérsékleti eltérések - hűlés - kialakulásának elkerülése érdekében. A teherautókat megfelelő módon kell kiüríteni és szükség esetén a keverék átadására szolgáló köztes járművek (Material Transfer Vehicles = MTV) használhatók, hogy elkerüljük a finisher kényszerű leállítását és hogy újrakeveredjen az aszfalt, megvalósítva annak homogén és uniform szerkezetét.

A folyamatos bedolgozási művelet megvalósítható megállások és újraindulások nélkül, ehhez szükséges a kiegyensúlyozott keverőbeni gyártás, a megfelelő szállítás, a szükséges kapacitással bíró finisher és a megfelelő hengerkapacitás. A finisher állandó sebességét fenn kell tartani, egyenletesen kell haladnia, hogy egyenletes pályaszerkezetet érjünk el és kerülni kell a megállásokat, mert egyenletlenséget, illetve a keverék lehűlését okozhatják. Az MTV-t (köztes anyag továbbító és puffer tároló) használhatjuk arra, hogy lökhárítót képezzünk, hogy megakadályozza a leállításokat és újraindulásokat. Az aszfalt szállításához nyomon követő rendszerek használhatók, hogy tájékoztassák az útburkoló személyzetet a következő aszfaltszállító jármű várható érkezéséről, a szállított aszfalt típusáról és mennyiségéről, valamint arról a mennyiségről, amit majd még szállítanak.

A kézzel történő ürítés nem ajánlott, hacsak nem feltétlenül szükséges.

Különböző informatikai technológiák segíthetik a személyzetet abban, hogy homogén és egységesszerű burkolatréteget hozzanak létre - típuskeveréket, típushoz tartozó hőmérséklettel.

A simító és tömörítő tagmögötti aszfalthőmérséklet infravörös hőérzékelővel mérhető és ez az aszfalthőmérséklet megjeleníthető a finisheren, vagy egy 4G-s mobiltelefonon, vagy egy iPad készüléken. A simító pad mögötti egyenletes aszfalthőmérséklet nagyon fontos, hogy



Az aszfalt hőmérsékletének kijelzése a finisheren



Az aszfalt hőmérsékletének kijelzése mobil eszközön

képesek legyünk az aszfaltot egyenletesen tömöríteni. Norvégiában és Svédországban a vállalkozó bonuszt, bonuszpontot kap, ha a hőmérséklet egyenletes és büntetést kap, ha nem az.

A tartós burkolatszerkezet megvalósításához fontos az egységesen jó tömörítés. Valójában a jó tömörítés létfontosságú valamennyi burkolati rétegnél, mert növeli a rétegek merevségét, szinte teljesen további anyagköltség nélkül. Az aszfalt maradandó alakváltozással szembeni ellenállását is növeli, javítja a fáradási viselkedését, csökkenti az aszfaltreteg vízáteresztőképességét és minimalizálja vagy megakadályozza a vízbehatolás miatti károkat.



Mint az alábbi ábrán is látható, a minőségi elemek szóródásának csökkentése, ezáltal a burkolat nagyobb mértékű egyenletességének való megfelelése a burkolat hosszabb élettartamát eredményezi.

Elérhetőek olyan rendszerek, amelyek a simító tag mögött mért aszfalthőmérsékletet elküldik és kijelzik a hengeren. Ha a henger vezetője ismeri azt a hőmérséklettartományt, amelyen belül neki tömöríteni kell az aszfaltot, akkor be tudja állítani a mért és kijelzett aszfalthőmérsékletnek megfelelően a hengerlési időt és sémát. Mindez még egységesebb tömörítést eredményez.

Mindemellett egy folyamatos tömörítés-ellenőrző rendszer használható, hogy segítse a henger vezetőjét egy egységes szerkezetnek megfelelően tömörített pályaszerkezet megvalósításában, amely fontos ahhoz, hogy tartós burkolatot kapjunk. Az ilyen folyamatos tömörítés-ellenőrző rendszer GPS rendszerrel kombinálva az alábbi adatokat tudja megmutatni a henger vezetőjének:

- merevségi, tömörségi értékek, térkép-szerűen ábrázolva
- az aszfalt hőmérséklete, a henger sebessége, amplitúdó és frekvencia, térkép-szerűen ábrázolva
- a tömörségi értékek változása
- pontos földrajzi pozíció, elhelyezkedés
- az áthaladások sémája
- az áthaladások dátuma és ideje

Ezek az adatok tárolhatók és el is menthetők.

A tartós és hosszú élettartamú aszfaltburkolatok szempontjából alapvető fontosságú a jó teljesítményt mutatókkal rendelkező hosszanti hézagok megléte, különben az elvárhatónál korábban lesz szükség rehabilitációra.

A rétegek közötti megfelelő kötés alkalmazása nagyon fontos a burkolat teherbíró képessége szempontjából.

A munka megfelelő előkészítése létfontosságú; a problémák 85%-a a munka előkészítésének valamilyen hiányosságából adódik.

„Az ideális projekt” című EAPA-tanulmány foglalkozik továbbá a következő témákkal: Minőség ellenőrzés, Minőségbiztosítás, Folyamatirányítás, Lokális karbantartás, Jelenléti karbantartási technikák, módszerek, Kezelés kiválasztási szempontok, irányelvek, iránymutatások.

Röviden összefoglalva:

A rendelkezésre álló tudás és eszközök segítségével képesek vagyunk létrehozni, megalkotni egy (nagyon) magas minőségű közúti infrastruktúrát, hogy csökkentjük a karbantartási tevékenység mennyiségét. De a szerződések gyakran nem ösztönöznek innovációra és nem segítenek a legújabb technológiák alkalmazásában.

Tudunk, és képesek vagyunk tartósabb aszfaltburkolatokat építeni, amelyekkel az ügyi hatóság pénzt tud megtakarítani. Tehát olyan szerződési formákra van szükség, amelyek lehetővé teszik az aszfaltipar számára, hogy megmutassa, amit tud.

Ágazati szabályozás és a benne rejlő innovációs lehetőségek

Szerencsi Gábor



Közüti szolgáltató igazgató
Magyar Közút NZRt.

A közúti műszaki szabályozás, azon belül a szabványok és az üggyi műszaki előírások elkészítése az állam feladatai közé tartozik. Egy jól működő szabályozási rendszerrel a közúti beruházások, az útfenntartás és az üzemeltetés feladatai gazdaságosan, egységesen, naprakészen és kellően jó minőségben végezhetők, ezáltal az ország előrehaladását segíti.



1. kép: A szabályoktól eltérő kialakítás
nem minden esetben jelent történelmi, építészeti értéket

Építmények szabályozási igénye már évezredekkel ezelőtt megjelent az emberiség életében. Típus alaprajzok, ill. a modul rendszer kialakulása az állandóan visszatérő metrikus egység és annak kerek számú többszöröse.

A gótika minőségsszabályozása egyedi és hatásos, különösen nagy felelősséget rótt az építőre. Amikor kész lett az épület, elbontják az állványzatot. A vezető építómesternek az állvány alatt kellett állnia. Ha az épület nem stabil, összeomlik, ő az első áldozat. Egyértelmű minőségsszabályozási rendszer.

A műszaki szabályozás területén két különböző dokumentumcsoportot lehet elkülöníteni egymástól, a jogszabályokat és a műszaki specifikációkat.

A jogszabályok csoportba tartoznak a törvények és a rendeletek, melyeket az állam jogalkotó szervei dolgoznak ki. A Törvényalkotásra az Országgyűlés jogosult, rendeletek alkotására a Kormány és a miniszterek jogosultak. A jogszabályok a közérdek szempontjából alapvető követelményeket, elveket fogalmaznak meg, ezért a jogalkotásról szóló 2010. évi CXIII. törvény szerint a jogszabályok területi hatálya Magyarország területére, míg



1. ábra: A műszaki szabályozás hierarchiája
(Forrás: Magyar Üggyi Társaság: Üggyi előírások 2007.)

személyi hatálya Magyarország területén a természetes személyekre, jogi személyekre és jogi személyiséggel nem rendelkező szervezetekre, valamint Magyarország területén kívül a magyar állampolgárokra terjed ki, tehát alkalmazása mindenki számára kötelező érvényű.

Az üggyi műszaki szabályozás szempontjából a műszaki specifikációk csoportjába a nemzeti szabványok, a műszaki előírások és korábban az építőipari műszaki engedélyek tartoznak.

A nemzeti szabvány elismert szervezet által alkotott vagy jóváhagyott, közmegegyezéssel elfogadott olyan műszaki dokumentum, amely tevékenységre vagy azok eredményére vonatkozik, és általános és ismételt alkalmazható szabványokat, útmutatókat vagy jellemzőket tartalmaz. A nemzeti szabvány olyan szabvány, amelyet a nemzeti szabványügyi szervezet alkotott meg, vagy fogadott el, és tett a nyilvánosság számára hozzáférhetővé. A nemzetközi és az európai szabványokat szabványként közzétenni Magyarországon csak nemzeti szabványként lehet. A törvény meghatározza a nemzeti szabványosítás szervezeti kereteit, működésének főbb elveit, követelményeit, kapcsolatrendszerét és gazdálkodásának főbb eszközeit.

Az építési műszaki szabályozásban a nemzeti szabványok mellett léteznek még üggyi műszaki szabványzatok, előírások és tervezési útmutatók is.

A műszaki szabványzatok az üggyi szabványosítás speciális elemei, mert törvények és rendeletek mellékleteit képezik, de a jogszabályi rendszerben azoknál alacsonyabb szintű jogszabályok.

A műszaki előírások a nemzeti szabványoknál alacsonyabb szintű műszaki specifikációk. Az előírások alkalmazása az országos közutak kezelői számára kötelező érvényű, a helyi közutakra és a közforgalom elől el nem zárt magánutakra pedig ajánlásul szolgál. Az előírások a szabványoknál részletesebben tárgyalják a tervezési, fenntartási és üzemeltetési feladatokat, követelményeket, ezért a szabványok nemzeti alkalmazási dokumentumainak is tekinthetők.

A tervezési útmutatók nem tartoznak a kötelezően tartandó műszaki specifikációk körébe, inkább segédletként szolgálnak, szakmai szempontból értékes szakanyagokat tartalmaznak.

A fenti elvek alapján a Magyar Üggyi Társaság (MAUT) 1994. évtől kezdődően 2010-ig az általa kialakított egységes eljárásrend alapján készítette ill. készítette munkabizottságokban a több mint 200 db Üggyi Műszaki Előírást.

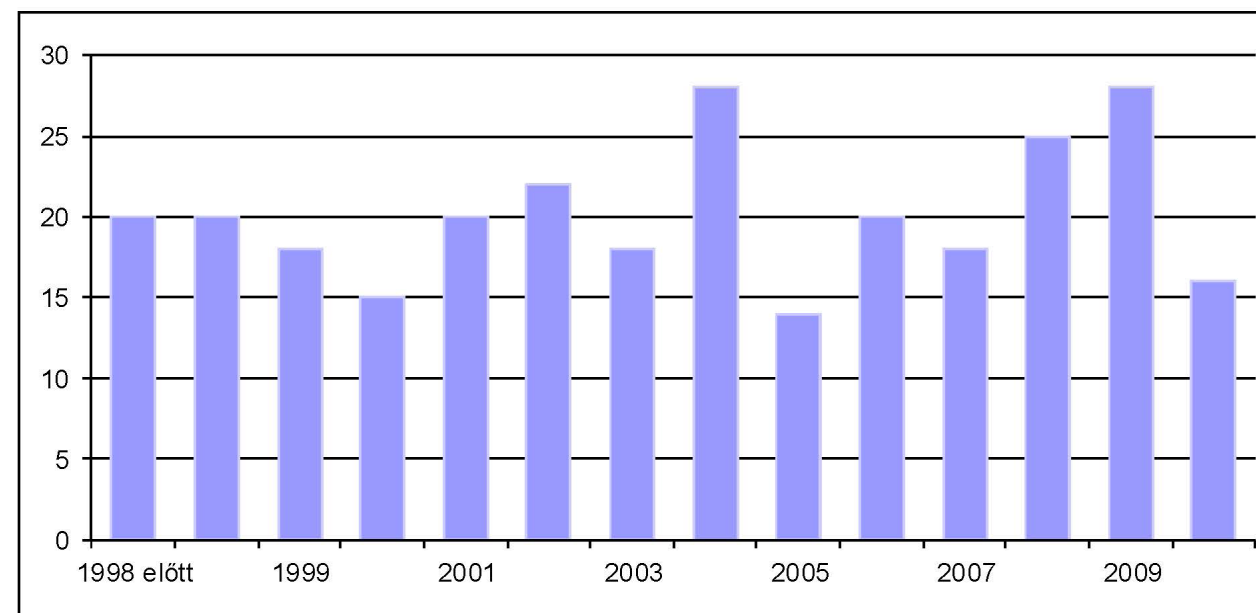
A cél egyértelmű volt az üggy területén rendszeresen előforduló műszaki és gazdasági feladatokra egységes megoldási módok meghatározása és alkalmazása

az építetői,
az építéstervezési,
a kivitelezési és
a kapcsolódó tevékenységek
műszaki megalapozottsága, koordináltsága és
biztonsága érdekében.

2012-ben az új Alaptörvény előírása és értelmezése következtében új szemlélet alakult ki, kötelezően alkalmazandó magatartásformát csak jogszabályban lehetne megalkotni. Megkérdőjeleződött az üggyi műszaki előírások rendszerének jogszerűsége. Készültek új anyagok, de azok nem kerültek kiadásra, így 2010. évet követően a szabályozási folyamat megakadt, ÜME kiadására nem került sor.

Miközben a technológiafejlődés folyamatos volt, melyet a szabályozás nem követett. Mind a megrendelői, mind pedig a kivitelezői oldalon nem kevés esetben a tervezői, hatósági, ill. a műszaki ellenőri feladatok jogszerű elvégzését akadályozta az elavult műszaki szabályozás.

2016. májusában az NFM Miniszteri levélben bírta a Magyar Közút NZRt-t a koordinátori feladatokkal, a műszaki szabályozási rendszer felülvizsgálatával, új elemeinek az elkészítésével. A stratégiai bizottság mellett több munkabizottságban indult el a munka, az állami szereplőkön kívül a vállalkozói és a civilszervezetek bevonásával.



2. ábra: Ügyi Műszaki Előírások megjelenése 2010-ig.
(Forrás: Tombor Sándor előadása – Ügyi Szabályozási Napok Sopron, 2011)

Több korábbi Útügyi Műszaki Előírás rendeleti szintre emelkedtek az alábbi előírások.

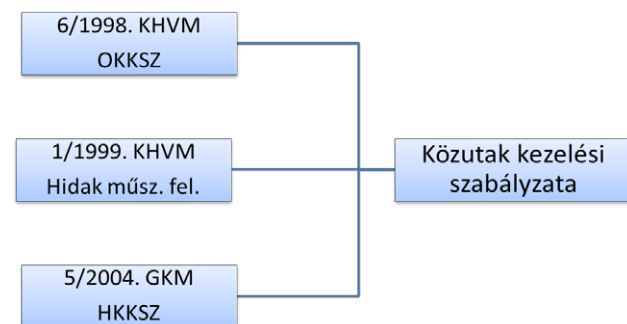
- NFM rendelet a közutak építésének szabályozásáról
- NFM rendelet a közutak tervezéséről
- NFM rendelet a közutak kezelésének szabályzatáról
- NFM rendelet a közúti jelzőtáblák tervezésének, alkalmazásának és elhelyezésének követelményeiről
- NFM rendelet a közúti fényjelző készülékek tervezésének, alkalmazásának és elhelyezésének követelményeiről
- NFM tervezet az útburkolati jelek és útburkolati jelzőtestek tervezésének, alkalmazásának és elhelyezésének követelményeiről

A műszaki szabályozás aktuális feladata, hogy biztosítva az európai normákkal és nemzeti szabványokkal kapcsolatos összhangot, - az eddigi gyakorlatnak megfelelően - részletesebb útmutatást adjon a megvalósítás (tervezéstől a szavatossági idő lejáratáig) valamennyi fázisában az építőipari kivitelezési tevékenység folyamatának résztvevői számára.

Az állami érdek érvényesítése érdekében, az állami oldalon szükség van egy olyan szakmai irányítás kialakítására, amely az új előírások kidolgozásának előkészítésével, elkészítésének ellenőrzésével, menedzselésével és a finanszírozással foglalkozik.

A felsorolt rendeletek megalkotásánál legegyszerűbb helyzetben a Közutak tervezéséről szóló jogszabály frissítésénél volt az aktuális munkabizottság. A MAUT pályázati forrásból ezen rendeletet elkészítette, így mindössze a leporolás maradt, a feszes határidőket tartva először ezt nyújtottuk be az NFM számára. Az előzőekben rendeleteknél általános elvárás volt az azonos kezelői szemlélet, azaz nem csak az országos közúthálózat elemeire kötelező érvényű, hanem az önkormányzati úthálózatra, sőt a forgalomtól nem elzárt magánúthálózati elemekre is.

A 20/1984. (XII.21.) KM rendelet és még jó néhány rendelet valamint ÜME helyett három rendelet, egységes szerkezetben, egységes szóhasználatlalt került kialakításra. A rendeletek megalkotásánál alapvető peremfeltétel volt, hogy a KRESZ módosítása nélkül kell megalkotni a jogszabályokat.



A közutak kezelési szabályzata rendeletben az egységes szemlélet kialakítása volt a cél. Módosult a korábbi A, B, C szolgáltatási szint, helyette minimum és optimum elvárások kerültek meghatározásra. Hasonlóan a téli üzemeltetésben, az eddigi rajonos, órjáros és fehér út kategóriák helyett, kezelt út, ill. kezeletlen út besorolás kapott helyet.

Talán a legnagyobb feladat a Közutak építési szabályozásának rendelete körül adódott, hiszen korábban ilyen jogszabály nem létezett.

A közutak építésének szabályozása során az alábbi főbb koncepcionális kérdések kerültek áttekintésre, illetve kerültek szabályozásra KÉSZ rendelet tervezetbe:

- a rendelet hatálya alá tartozó közúti beruházások meghatározása, csoportosítása és az ezt befolyásoló tényezők (pl. időjárás) minősítése
- a pályaszerkezet méretezés általános előírásai
 - pályaszerkezetek besorolása, méretezési eljárások, forgalmi terhelési osztályok kialakítások, a pályaszerkezet élettartamának meghatározása, stb.
 - aszfalt és beton pályaszerkezetekre vonatkozó alapszabályok, alapelvek rögzítése
 - földművek teherbírására vonatkozó alapvető szabályok rögzítése,
 - elsődleges- és másodlagos építőanyagok meghatározása, anyagnyerőhelyekkel kapcsolatos szabályok rögzítése,
- minőségügyi kérdések rendezése
 - közutak építésével kapcsolatos minőségi követelményekre vonatkozó szabályok rögzítése,
 - minőségügyi ellenőrzési rendszer alapszabályainak és az országos közutak építésével kapcsolatos minőségi követelményekre vonatkozó különleges szabályok kidolgozása
 - minőségügyi osztályok és a küszöbszintek meghatározása, eltéréskezelés szabályai
 - jótállás típusai, a jótállási és a szavatossági időszak sajátos szabályai,
 - értékcsökkentési számítási alapelvek előírása,
 - minősítési követelménycsoportok kidolgozása,
- a mérnöki és az építési tevékenység szabályozása.

Az érvényben lévő ÜME-k – az elmaradt korszerűsítések miatt – több esetben egymásnak ellentmondó, nehezen értelmezhető, bizonyos esetekben a kor műszaki színvonalának nem megfelelő előírásokat tartalmaznak.

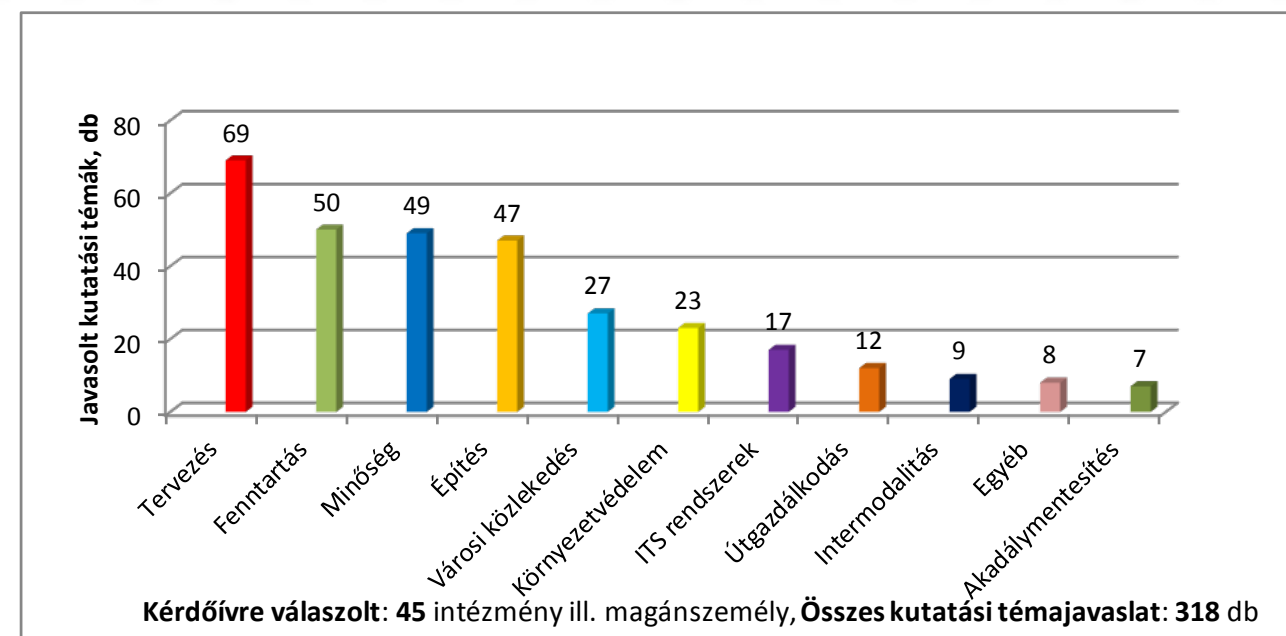
Az útügyi műszaki előírásoknak a modernizációja a közúti ágazati szakma azonnali megoldást igénylő problémája, ezért az ÜME-k megalkotását, kiadását és közzétételét meghatározó eljárási szabályok megalkotása halaszthatatlan feladat. Az előterjesztés ezekre az eljárási szabályokra tesz javaslatot.

Az útügyi műszaki szabályozás jogszabályrendszerének felülvizsgálata során koncepcionális feladatként került megjelölésre a jelenlegi ÜME-k jogszabályi szintre emeléséhez szükséges intézkedések, feladatok felülvizsgálata.

Ennek keretében az alábbi koncepcionális kérdések felülvizsgálatára került sor, új alapokra és szempontokra helyezve az ÜME-k jogállását:

- az ÜME-k újradefiniálásának szükségessége,
- az ÜME-k megalkotására, kiadására és közzétételére vonatkozó szabályok legalább miniszteri szintű jogszabályban történő rögzítése.

Az ÜME-k alkalmazása az országos közutak megrendelői, beruházói és közútkezelői számára mind megrendelőként, mind saját tevékenységükre nézve továbbra is kötelező, a helyi közutak, továbbá a közforgalom elől el nem zárt magánutak tekintetében továbbra is ajánlott és indokolt lesz.



3. sz. ábra: Kutatási téma javaslatok
(Forrás: MAUT kutatási bizottság)

Az ÜME-k kidolgozására a rendelettervezet előírja az Útügyi Műszaki Szabályozási Bizottság létrehozását, az útügyi feladatok ellátásában jelenlévő szervezetek (vezetői vagy általuk kijelölt képviselők, személyek) kötelező bevonásával.

Érdemi változás, hogy a jelenlegi struktúrában az ÜME-k tartalma ingyenesen nem ismerhető meg, csak egy teljes rendszerre vonatkozó licenz megvásárlásával és évente kétszeri megújításával lehet a naprakész szabályozás egészét követni. Az új rendszerben az egyes ÜME-k a minisztérium honlapjára teljes terjedelmükben, kép formátumban, mindenki számára hozzáférhetők lesznek. Ez segítséget nyújt abban, hogy valamennyi önkormányzat számára megismerhetők legyenek (pl. a járdákra, gyalogutakra, kerékpárutakra vonatkozó előírások, amelyeket – európai uniós, vagy állami finanszírozású pályázatok esetében – eddig is kötelezően be kellett tartaniuk, de a szabályozáshoz ingyenesen nem férhettek hozzá).

Az ÜME-k általános esetekre fogalmazzák meg az egyes részterületeken a betartandó követelményeket. Mindig szükség volt, és mindig szükség is lesz egyedi esetekben az előírások alóli felmentés, pontosabban az eltérés engedélyezésére, mert az általános szabályok nem minden egyedi szituációra nyújtják a legoptimálisabb megoldást. A jogszabály lehetőséget biztosít arra, hogy az építető (állami, önkormányzati, illetőleg magán beruházó) a Bizottsághoz forduljon, ha

- a műszaki előírásban nem rögzített, illetve
- az ott rögzített tartalomtól eltérő műszaki megoldások alkalmazhatóságáról állásfoglalást kérjen.

A több mint 200 db ÜME csoportosítása megtörtént, a rendelet hatályba lépését követően kezdődhet az érdemi munka. Az elmúlt évek szabályozási hiányossága miatt sok feladat és munka vár a szakemberekre, intenzív műszaki szabályozási időszak következik.

A kutatás, kísérlet, engedélyezés és műszaki szabályozás rendszerének egységesnek kell lenni. Elemeiben rendezett folyamatot kell kialakítani, az innováció indításától a műszaki szabályozás kiadásáig.

Jelenleg az állami finanszírozás gyakorlatilag szünetel. Korábbi konstrukciók hiányoznak a rendszerből (kísérleti szakasz,...stb).

MAUT által indított bizottság kérésére 318 kutatási javaslat érkezett, jelentős igény. Bontása az alábbi ábrán látható.

A K+F tevékenység újraszabályozása erős állami részvétel mellett lehetséges. Kiszámítható struktúra, állami források, pályázati rendszer kialakítása és újragondolása szükséges. Kompetens szervezet, automatizmus, monitoring, melyben biztosítani szükséges az anyagi források hatékony felhasználását.

Az útügyi szektor teljesítménye, a beruházások volumene az utóbbi években és az elkövetkező évekre vonatkozóan jelentősen megemelkedtek. Ezzel párhuzamosan célszerű a K+F+I tevékenység és a műszaki szabályozás együttes rendszerét kialakítani, az állami források hozzá rendelésével működőképes, ill. hatékony rendszert létrehozni.

Bitumenes kötőanyagok alacsony hőmérsékleti jellemzői

„Az öregedéssel szembeni érzékenység kötőanyag és aszfaltkeverék vizsgálati módszerek tükrében”

Szerzők: Yvong Hung, Research Division, TOTAL Marketing & Services
Laurence Lapalu, Research Division, TOTAL Marketing & Services
Gilles Gauthier, Bitumen Business Line, TOTAL Marketing & Services
Sabine Largeaud, Research Division, Eurovia
Stéphane Faucon-Dumont, Research Division, Eurovia
Bernard Eckmann, Technical Division, Eurovia

Angélique Brunon



Bitumen Business Line,
TOTAL Marketing &
Services – Senior Product
Engineer

Bevezetés

A tartósság kulcskérdés az útéépítésben, ami folyamatos kutatásra és innovációra ösztönöz. Az európai és észak-amerikai költségvetési válság még jobban megnövelte a fenntartható, költséghatékony, tartós anyagok szükségességét a hosszú élettartamú burkolatok gyártásához.

A tartósságot jellemző műszaki mutatók, indikátorok között a bitumenes kötőanyag öregedése döntő jelentőségű és helyesen kell elbírálni, fontos a megfelelő értékelése. A meglévő laboratóriumi tesztek jó becsléssel bírnak a bitumenes kötőanyagok öregedéssel szembeni érzékenységéről, de reprezentativitásuk az aszfaltkeverékek, majd később a burkolatok valós öregedésével kapcsolatban kérdéses, vitatható.

Ez a tanulmány egyes bitumenes keverékek alacsony hőmérsékleti ill. öregedési viselkedését, tulajdonságait vizsgálja az aszfaltkeverékek idevonatkozó mutatóihoz viszonyítva. Egy korábbi publikációban olyan vizsgálatokról számoltunk be, amelyek különböző kötőanyag vizsgálati módszerre irányultak (Fraass, BBR, ABCD) mint az aszfaltkeverékek termikus repedését potenciálisan jósló eszközzé (TSRST).

1. Anyagok és vizsgálati módszerek terve

1.1 Kötőanyagok és aszfaltkeverékek vizsgálati módszerei

Az aszfalt kötőanyagokra és keverékekre vonatkozó használt vizsgálati módszerek azonosak az előző tanulmányban [3] használtakkal: az aszfalt kötőanyagok termikus repedéséhez használt vizsgálati módszer a Thermal Stress (= termikus feszültség) Restrained Specimen Test (TSRST). Összehasonlításul: a kötőanyagok alacsony hőmérséklettel szembeni érzékenységét a Fraass törésponttal, a hajlítási sugár reométerrel (Bending Beam Rheometer = BBR), valamint az új Asphalt Binder Cracking Device (ABCD) nevű vizsgálati módszerrel jellemzik; részletek az említett tanulmányban. Valamennyi kötőanyag és aszfaltkeverék fel van tüntetve az alábbiakban, a 3. táblázatban.

1.2 Anyagok leírása

1.2.1 Aszfaltkeverék

Ahhoz, hogy minimalizáljuk a bevontsági hiányosságokat és a tömörítés következtében kialakuló torzulásokat, és ezáltal biztosítsuk a különböző bitumenes kötőanyagokkal előállított aszfaltkeverék minőségének magas szintű homo-

AC 10 surf	Content (%)
6/10 Quartzite	33
4/6 Quartzite	11,3
0/4 Quartzite	46,2
Filler	3,8
Binder	5,7
Voids	5 - 8

1.táblázat

genitását, egy folyamatosan osztályozott kopórétkeg-keverék lett kiválasztva, 10 mm-es maximális adalékanyag-mérettel (AC 10 surf), NF EN 13108-1 szabvánnyal összeegyeztetve.

Az összetételre vonatkozó adatok az 1. táblázatban vannak megadva.

1.2.2 Bitumenes kötőanyagok

Az előző tanulmány folytatásaként a most bemutatott vizsgálatok az öregedési folyamatnak a vizsgálati módszerekre gyakorolt hatására koncentrálnak és azok képességére, hogy számokban kifejezzék mind a kötőanyagokat, mint az aszfaltkeverékeket. Ennek a felvetésnek az igazolásához három különböző bitumenes kötőanyaggal dolgoztunk:

- PEN 35/50 A – alap kötőanyag
- In situ térhálósított elasztomerrel módifikált kötőanyag 3,5 %-os polimer-tartalommal, a « Styrelf » eljárásnak megfelelően előállítva. Bázis bitumen 35/50 penetrációjú
- Fizikai keverék: PEN 35/50 A 3,5% copolimerrel módifikálva. A hozzáadott SBS magasabb molekuláris súlyt mutat mint a « Styrelf » eljárás során használt polimer, hogy ugyanazt a halmazállapotot állítsuk elő mindkét PmB polimerrel módifikált bitumennel (Lsd. 2. táblázat)

A módifikált kötőanyagok így alapulnak ugyanazon az alap kötőanyagon, de különböznek az előállítási folyamatban.

2. Kísérleti program

2.1 Kötőanyagokra és aszfaltkeverékekre vonatkozó laboratóriumi öregítési eljárások

A kötőanyagok öregedését hagyományos öregedési eljárásokkal érték el:

Asphalt mix	Polymer content (%)		TSRST-R	TSRST-P
Bitume pur	0		x	x
Styrelf®	3,5		x	x
MP	3,5		x	x

Styrelf : crosslinked PmB "Styrelf"

PB : "Physical blend" with an SBS elastomer

- R : after aging related to mixing with aggregates

- P : after aging related to RILEM TC-ATB Task Group 5 procedure

Bitumen	Polymer content (%)	Fraass-O	Fraass-R	Fraass-P	ABCD-O	ABCD-R	ABCD-P	BBR-O	BBR-R	BBR-P
Neat Bitume	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Styrelf®	3,5	x	x	x	x	x	x	x	x	x
PB	3,5	x			x	x	x	x	x	x

Styrelf : crosslinked PmB "Styrelf"

PB : "Physical blend" with an SBS elastomer

- O : unaged binder

- R : after RTFOT aging (EN 12607-1)

- P : after RTFOT+PAV aging (EN 12607-1 followed by EN 14769)

3.táblázat: Kötőanyag- és aszfaltkeverék-leírások, valamint öregítési lépés-hivatkozások

Temperature (°C)	Brookfield dynamic viscosity (mPa.s) NF EN 13302	
	Styrelf	PB
120	2938	3320
140	1027	1030
160	413	431
180	211	220

2.táblázat: Styrelf® és fizikai keverékű kötőanyagok viszkozitása a hőmérséklet függvényében

- A Rolling Thin Film Oven Test (RTFOT) rövidtávú öregedést szimulál magas hőmérsékleten előállított aszfaltra vonatkozóan, maga után von egy „dinamikus” öregedést, melynek körülményeit üvegpalack hengerek forgása teremti meg, amely palackok tartalmazzák a kötőanyagot. Ezzel a módszerrel 75 perc alatt, 163 °C-os hőmérsékleten a kötőanyag vékony filmrétegét folyamatosan pótolják (hogy előállítsák a vizsgálatához szükséges mennyiséget) és ez a filmréteg folyamatosan érintkezik az állandó levegőbeáramlással.
- A Pressure Aging Vessel (PAV) a kötőanyag hosszú távú öregedését szimulálja, a burkolat élettartamának teljes hossza alatti teljes öregedést. „Statikus” öregedési körülményeket biztosít egy vékony homogén kötőanyagréteg melegítésével (amit előzőleg RTFOT-tal keményítették), mindezt 20 óra alatt 100 °C-os hőmérsékleten, 2,1 MPa nyomás alatt.

Alternatív laboratóriumi öregedési eljárásokat is használtunk, hogy szimuláljuk az aszfalt öregedését. Ezen folyamatok során maga az aszfaltkeverék az, amit közvetlenül öregítettek az alábbi módon:

- Rövid távú öregedési eljárás, amely magába foglalja a kötőanyag és az adalékanyagok összekeverését magas hőmérsékleten, ahogy az az aszfaltkeverőgépben is történik. A keverési szakasz után a laza aszfaltkeveréket tömörítjük, hogy lapot kapjunk. Ez a fajta aszfaltkeverék-öregítési eljárás jól korrelál az RTFOT kötőanyagra vonatkozó rövid távú öregedési eljárásával.
- Hosszútávú öregedési eljárás, mely megfelel a burkolatban lévő aszfaltkeverék életciklusának. Ez a folyamat az 5. munkacsoport (RILEM TC-ATB Task Group 5) által tervezett eljárás alapján. A keverési szakasz után a laza aszfaltkeveréket vékony homogén réteggé alakítva megfelelő lemezekre rakják. Ezeket a lemezeket aztán négy órán

keresztül, 135 °C-os hőmérsékleten egy első, szellőztetett kemencében tartják. Ezután egy második ventilált kemencébe kerülnek kb. 7 napra, 80 °C-os hőmérsékleten (85 °C helyett, ahogy azt a RILEM TC-ATB-nél említettük). Miután az öregedési folyamat befejeződött, a laza aszfaltkeveréket felmelegítik és tömörítik, hogy a TSRST minták elkészítéséhez lapokat kapjanak. Ez a fajta hosszútávú öregedési eljárás korrelál a PAV vizsgálati módszerrel.

- Tanulmányunkban a következő hivatkozásokat használjuk:
- « -O » alap, nem öregített, kötőanyaggal kapcsolatban,
 - « -R » rövid távú öregedéssel kapcsolatban,
 - « -P » hosszú távú öregedéssel kapcsolatban.
- Minták, öregedési eljárási állapotok és vizsgálati módszer hivatkozások a 3. táblázatban találhatók.

2.2 Készítmények, mesterségesen előidézett változások korlátozása az RTFOT-ban

Ismert tény, hogy a polimer bitumenhez adásának jelentős hatása a viszkozitás drámai növekedése. Ez a növekedés annyira jelentős, amennyire a polimer-tartalom fontos; úgy, hogy a többi összetevő azonos. Így a kötőanyag viszkozitása könnyen összevethető a polimer-aránnyal (ld. 4 táblázat).

Mint az várható volt, a kötőanyag karakterisztikája megváltozik az RTFOT öregedési eljárás során. Viszont a változás mértéke jelentősen eltérő a kötőanyag fajtájától függvényében. Ha a lágyuláspontot tekintjük, jelentős változást vehetünk észre ($\Delta T_B = 5,8$ °C) az eredeti kötőanyagon (viszkozitás kb. 200 mPa.s), míg ez a változás sokkal kisebb ($\Delta T_B = 1,2$ °C) a polimerrel magasán módifikált bitumen esetében (5% polimer-tartalom, 650 mPa.s viszkozitás).

Mint korábban bemutattuk, az RTFOT öregedési eljárás azon alapul, hogy a kötőanyag folyamatosan megújított vékony film rétege levegővel érintkezik forgó üveg-hengeren. Az EN 12591:2010 szabvány szerint a burkolati bitumenek esetén a 163 °C-os vizsgálati hőmérséklet megfelelő arra, hogy ilyen filmréteget kapjunk ill. megfelelően megújítsunk.

Másrészt viszont, a magas viszkozitású, polimerrel módifikált kötőanyagok esetében, ugyanilyen hőmérsék-

% polymer	0	2	3,5	5
Unaged binder "-O"				
Viscosity 160°C (mPa.s)	177	308	413	651
Penetrability (dmm)	43	37	37	41
R&B SP (°C)	51,2	56,6	59,6	67,4
Binder after RTFOT "-R"				
Penetrability (dmm)	28	27	26	30
R&B SP (°C)	57	61,6	64	68,6
Change				
Δ Pen* (dmm)	-15	-10	-11	-11
Δ R&B SP* (°C)	5,8	5	4,4	1,2

*: RTFOT aged step - Unaged step

4. táblázat: Kötőanyagok karakterisztikájának változása a kiindulási állapot és az RTFOT öregítési folyamat között különböző polimer-tartalmak esetén

leti feltételekkel vizsgálva, a vékony filmréteg megújítása akadályokba ütközhet, és előfordulhat, hogy a módifikált kötőanyag nem megy keresztül a teljes RTFOT öregedési hatáson. Ez az összefüggés – amiről korábbi tanulmányokban már beszámoltunk – az öregedés alábecsléséhez, ill. olyan eredményekhez vezethet, amelyek nem teljesen megbízhatóak. Így bonyolultabbá válik az ilyen típusú magasán módifikált kötőanyagokra vonatkozó RTFOT hatásának elemzése.

Ez a szempont irányította a figyelmünket a mérsékelt módosított polimerrel módifikált bitumen irányába (3,5 % arány), oly azzal a céllal, hogy csökkentsük a készítmény mesterségesen előidézett változását, a viszkozitás következtében fellépő változást. Csak teljes öregedés (RTFOT + PAV) utáni kötőanyagokra összpontosítottunk.

3. Vizsgálati eredmények

Először is, a 2.1 szakaszban leírt keverék öregedési protokoll TSRST módszerének érzékenysége elemzése folyamatban van.

Ezeket az eredményeket aztán összehasonlítják alacsony hőmérsékletű kötőanyag karakterisztikával (Faass töréspont, BBR és ABCD teszt), amit RTFOT + PAV után nyertünk.

3.1 Öregedési folyamat hatása TSRST aszfaltkeverékek mutatóira, műszaki adataira

Amint az 1. ábrán látható, az adalékanyag kötőanyaggal történő összekeverésével (TSRST-R) öregített aszfaltkeverékek TSRST-eredményei azt mutatják, hogy a térhálósított PMB kötőanyagon alapuló keverék alacsonyabb repedési hőmérsékletet mutat (T_r) összehasonlítva az alapbitumennel előállított aszfaltkeverékkel (ΔT_r majdnem eléri a 3 °C-ot).

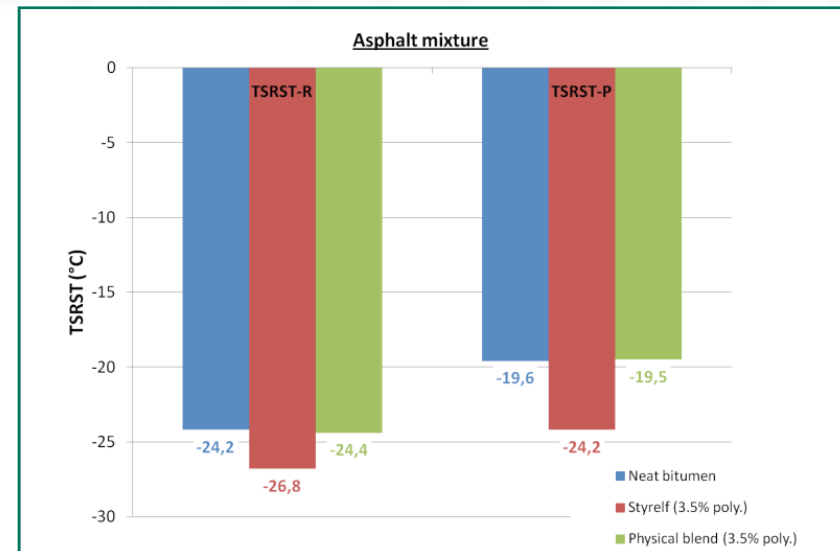
Mindazonáltal az eltérés csekélynek tűnik összehasonlítva a standard szórással (+/- 2 °C).

Továbbá világos az is, hogy azonos polimertartalom esetén a polimer fizikai keverékkel módifikált kötőanyaggal gyártott aszfaltkeverék gyengébb teljesítmény mutatókkal rendelkezik, mint a térhálósított PMB kötőanyag. Ráadásul a repedési hőmérséklete megegyezik az alap bitumennel gyártott aszfaltkeverékével, polimer hozzáadása ellenére.

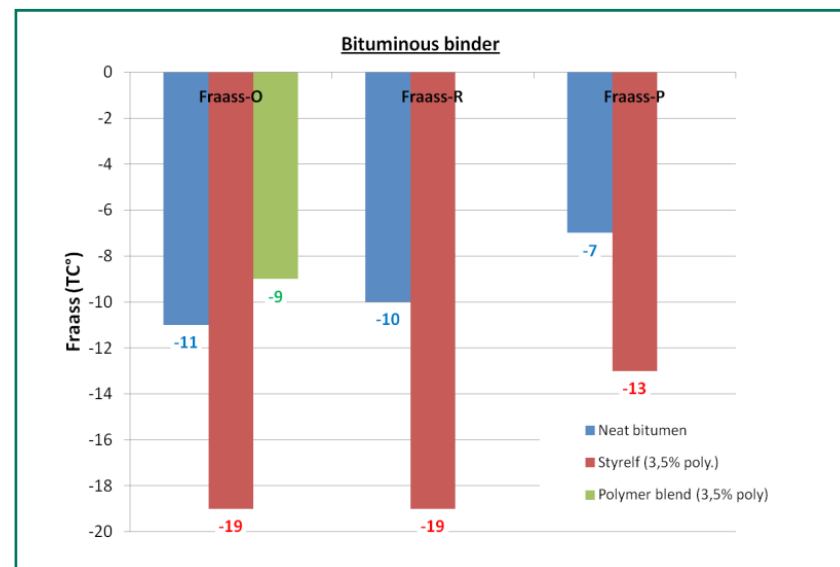
A hosszú távú öregedési vizsgálat (TSRST-P) elvégzése után kapott aszfaltkeverék TSRST-eredmények ugyanezt a tendenciát mutatják. Még mindig a térhálósított PMB keverék mutatja a legjobb TSRST repedési hőmérsékletet, összehasonlítva a két másik aszfaltkeverékkel. Utóbbiak ebben a szakaszban azonos repedési hőmérsékletet mutatnak.

Ráadásul, a rövid távú ill. a hosszú távú öregedési folyamat közötti repedési hőmérsékletbeli eltérés alapján a térhálósított PMB-keverék egyértelműen alacsonyabb mértékű öregedési érzékenységet is mutat, így potenciálisan jobb tartósságot, mint a másik két aszfaltkeverék. A kritikus hőmérséklet változása a rövid távú és a hosszú távú öregedés között valóban szignifikánsan alacsonyabb (mintegy 2,6 °C növekedés) a térhálósított PMB esetében, mint a másik két kötőanyag esetén (mintegy 5 °C növekedés). Ezt a jó öregedéssel szembeni ellenállást vizsgálta a szakirodalom, és a polimer térháló jobb ellenállásával hozta összefüggésbe.

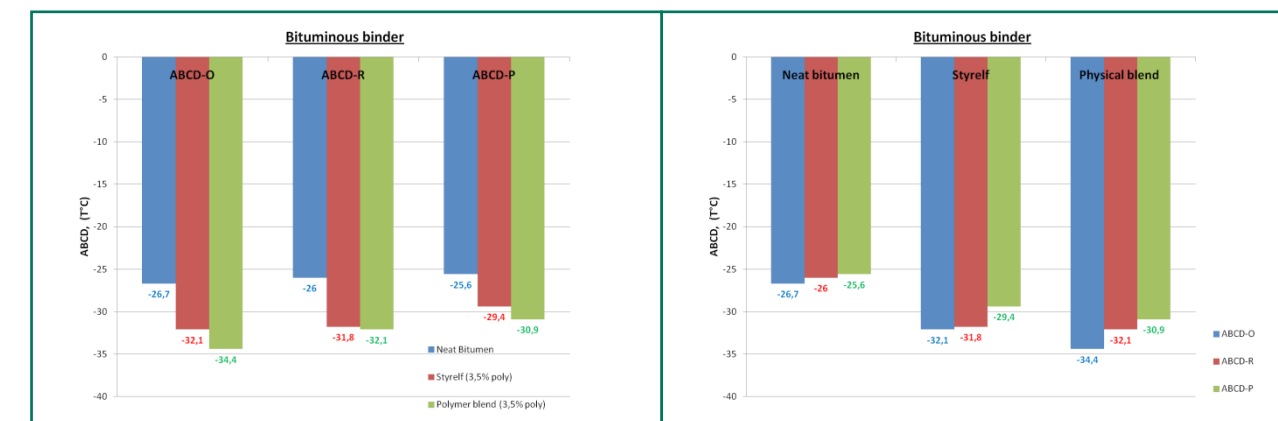
A TSRST olyan referencia- eljárásnak tekinthető, melylyel különböző kötőanyagok alacsony hőmérsékleti teljesítmény mutatóit lehet kifejezni, le lehet írni. A következőkben a kötőanyag vizsgálati módszerek azon képességéről lesz szó, hogy mennyire tudják az öregedés alacsony hőmérsékleti mutatókra gyakorolt hatását kifejezni, összehasonlítva a TSRST vizsgálati eredményekkel.



1. ábra: Az aszfaltkeverékek TSRST kritikus hőmérséklete az öregedési eljárásokkal összefüggésben – standard eltérés +/- 2 °C



2. ábra: A kötőanyagok Fraass törési hőmérséklete az öregítési eljárásokra vonatkozóan – standard eltérés +/- 2 °C



3. ábra: A kötőanyagok ABCD tönkremeneteli hőmérséklete az öregítési eljárásokra vonatkozóan – standard eltérés +/- 1,5 °C

3.2 Az öregítési eljárás hatása a kötőanyag alacsony hőmérsékleti viselkedésére.

3.2.1 Fraass töréspont

NB (nota bene): Polimer fizikai keveréssel módifikált bitumént nem értékelünk ebben a részben, az eredmények hiánya miatt

A Fraass töréspont eredmények (2. ábra) nagy eltérést mutatnak az alapbitumen és a térhálósított PMB között, a várakozásoknak megfelelően. Bármilyen is volt a rövid távú vagy hosszú távú öregítési eljárás, a térhálósított PMB alacsonyabb törési hőmérsékletet mutat (9 °C és 6 °C-kal jobb, mint az alapbitumen, a Fraass-R-t és Fraass-P-t illetően), ami jobb repedéssel szembeni ellenállásra utal.

Amint a 2. ábrán látható, a Fraass töréspont alapján az alapbitumen jobban ellenálló a hosszú távú öregítési hatással szemben (Fraass töréspont 3 °C-os növekedése), mint a térhálósított PMB kötőanyag (Fraass töréspont 6 °C-os növekedése), habár ez az eltérés a teszt reprodukálhatóságának tartományán belül van (+/- 6 °C). Ez a megállapítás nem egyezik a korábban tárgyalt, aszfaltkeverékre vonatkozó TSRST-eredményekkel.

3.2.2 Asphalt Binder Cracking Device (ABCD)

A várakozásnak megfelelően az ABCD repedési hőmérséklet eredményei jelentős különbségeket mutatnak a vizsgált kötőanyagok között, ahol az eredeti bitumen mutatja a legmagasabb kritikus hőmérsékletet mindegyik öregedési állapotban (ld. 3. ábra). Másrészt, bármelyik öregítési eljárást is alkalmaztunk, a fizikailag kevert kötőanyagra vonatkozó repedési hőmérsékletek szisztematikusan némileg alacsonyabbak, mint a hasonló, térhálósított PMB kötőanyagra vonatkozóak

(mintegy 1-2 °C). Mindenesetre ez a különbség a teszt reprodukálhatóságának tartományán belül van. Ez a megállapítás sincs összhangban nem az aszfaltkeverékek TSRST eredményeivel.

Ezenkívül a jelen tanulmányban szereplő összes vizsgált kötőanyag esetében az RTFOT és RTFOT + PAV öregítés hatása az ABCD repedési hőmérsékleteire meglehetősen korlátozottan jelentkezik, különösen az alapbitumen esetében, amiről azt vártuk, hogy legérzékenyebb az öregedésre (hasonlítsa össze a 3. és az 5.b ábrát). Ez az eredmény meglepő, mivel a kötőanyag-öregedési protokollok, különösen a PAV, meglehetősen intenzív, átfogó és általában nagyon szignifikáns változásokat indukál a kötőanyag karakterisztikájában, különösen alacsony hőmérsékleteken.

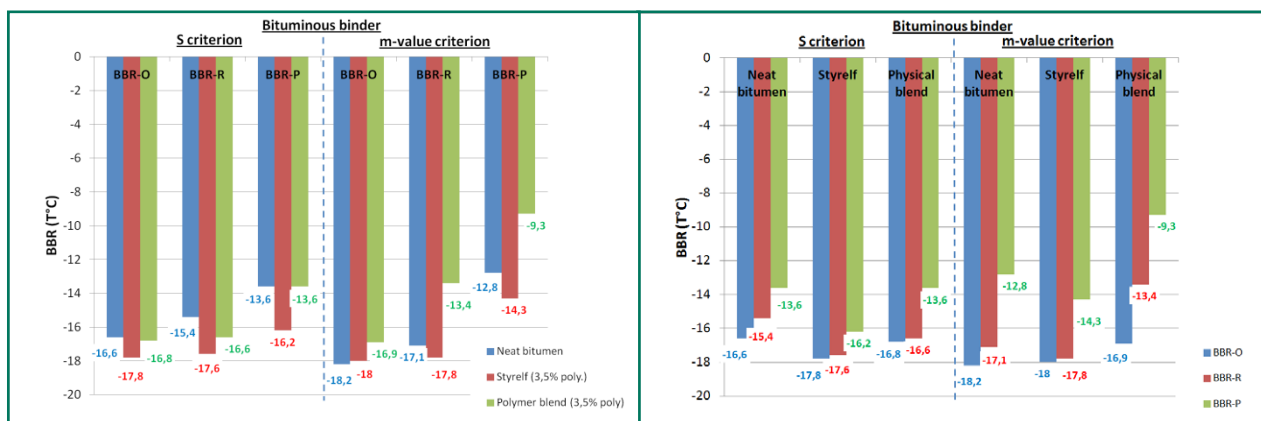
3.2.3 Bending Beam Rheometer (hajlítási sugár reométer) – BBR

A BBR vizsgálati módszer (kritikus hőmérséklet $T_s = 300$ MPa és $T_m = 0,3$) lehetővé teszi, hogy megkülönböztessük a kötőanyagok karakterisztikáját, bármely öregedési státuszról is legyen szó. Megkülönbözteti a kötőanyagokat aszerint is, milyen ellenállóképességgel rendelkeznek az öregedéssel szemben (ld. 4. ábra). A térhálósított PMB kötőanyag kiemelkedő teljesítményt mutat mindkét területen: a kritikus hőmérséklet alacsonyabb, az öregedési hatás kisebb. Ezek az irányok különösen láthatók PAV alkalmazása után (hosszú távú öregedés).

Például, S kritérium alapján, a térhálósított PMB BBR-P kritikus hőmérséklete 2,6 °C-kal alacsonyabb, mint az eredeti bitumen, vagy a fizikai kevert kötőanyag esetén. Ez a különbség tapasztalható M kritérium esetén is, mivel BBR-P kritikus hőmérséklete 5 °C-kal alacsonyabb a térhálósított PMB-nél, mint a fizikailag kevert kötőagnagnál. Továbbá meglepő, hogy a fizikailag polimerrel modifikált bitumen ugyanolyan (S kritérium) vagy rosszabb (m kritérium) kritikus hőmérsékletet produkál, mint a tiszta bitumen.

Emellett, a BBR kritikus hőmérsékletek eltérése a hosszú távú öregítési eljárás során (BBR-R és BBR-P értékek között), más szóval az öregedési érzékenység kisebb a térhálósított PMB kötőanyag esetében, összehasonlítva a két másik kötőanyaggal, nagyobb eltérést mutató értékekkel, mint a BBR vizsgálati módszer standard eltérése (+/- 2 °C). Mindez különösen igaz az m esetén.

Érdekes rámutatni, hogy ezeket az eredményeket alátámasztják az aszfaltkeverék TSRST eredményei (ld. 3.1).



4. ábra: A kötőanyagok BBR kritikus hőmérséklete az öregítési eljárásra vonatkozóan – standard eltérés +/-1,5 °C

4. Kötőanyag vizsgálati módszerek, mint előre jelző eszközök, mellyel megragadhatjuk az aszfaltkeverékek alacsony hőmérsékletű repedési viselkedésére gyakorolt öregedési hatását

4.1 Trend elemzési eljárás

Ebben a részben a kötőanyag-öregedési és az aszfaltkeverék-öregedési módszerekről/ eljárásokról lesz szó. Cél azonosítani/ felismerni/ megtalálni azt a kötőanyagokra vonatkozó tesztmódszert, amely legjobban képes megjósolni az öregedésnek az aszfaltkeverék repedési viselkedésére gyakorolt hatását, ahogy azt a TSRST eljárás méri.

Az ilyen vizsgálatokhoz mind a kötőanyag, mind az aszfaltkeverék karakterisztikáját vektorként ábrázoltuk egy kötőanyag vizsgálati módszer (TSRST aszfaltkeverék) grafikonon, amint az az alábbi ábrákon látható. Így az 5-a, 5-b, 5-c és 5-d ábra megmutatja a Fraass töréspontot, az ABCD repedési hőmérsékletet és a BBR kritikus hőmérsékleteket (függőleges tengely) mint a TSRST repedési hőmérséklet függvényében (vízszintes tengely) azonos méretaránytal mindegyik tengelyen. Csak azonos öregedési jellemző értékeket ábrázoltunk a kötőanyag és az aszfaltkeverék között, hogy összhangban legyen: rövid távú öregedési státusz („-R”) és hosszú távú öregedési státusz („-P”) vannak hozzárendelve mindegyik vektor kezdetéhez és végéhez. Így mind a kötőanyag, mind az aszfaltkeverék tulajdonságainak öregítési hatására végbemenő megváltozását meg tudjuk mutatni vektorként (nyíl), amit az alábbi módon kell értelmezni:

- A vektor vízszintes vetületének amplitúdója megmutatja az aszfaltkeverék öregedésével kialakuló TSRST repedési hőmérséklet változását.
- A vektor függőleges vetületének amplitúdója megmutatja a kötőanyag öregedési eljárás repedési vagy kritikus hőmérséklet eltérését.
- A görbe vektora = p az adott kötőanyag vizsgálati módszer jelentőségének mértékét mutatja, hogy mennyire tudja számokban kifejezni az öregedés hatását az aszfaltkeverék TSRST jellemzőire:

$Op = 1$ megfelel az öregedésnek az aszfaltkeverék TSRST jellemzőire gyakorolt hatásának a pontos rögzítésének a kötőanyag vizsgálati módszer alapján.

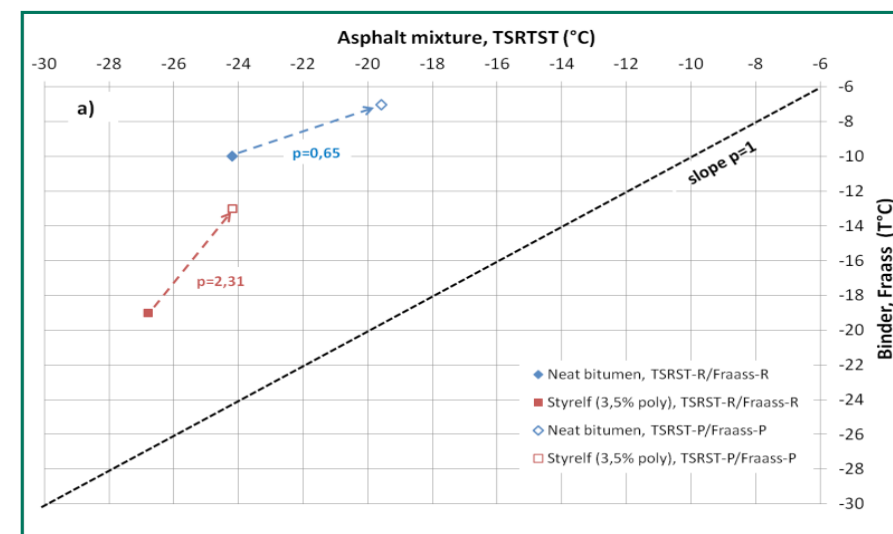
$p < 1$ azt jelenti, hogy a kötőanyag jellemzőinek öregedés hatására fellépő változásai kisebbek (így alulbecsült), mint a TSRST repedési hőmérséklet idevonatkozó megfelelő változásai.

Ellenkező esetben, $p > 1$ azt jelenti, hogy a kötőanyag jellemzőinek öregedés hatására fellépő változásai nagyobbak (így túlbecsült), mint a TSRST repedési hőmérséklet megfelelő változásai.

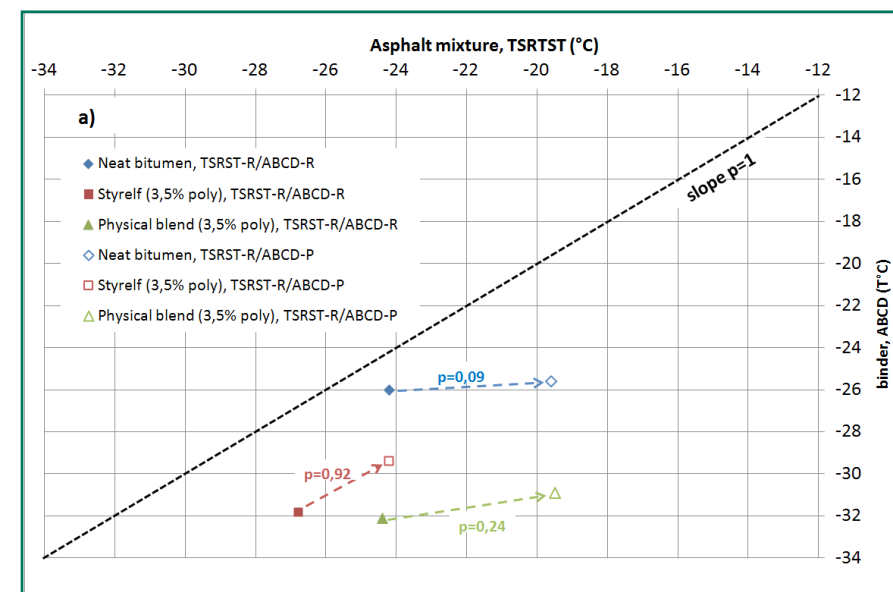
4.2 A Fraass vizsgálati módszer mint a TSRST eredmények trend kritériuma

Ahogy azt az 5-a ábrán ábrázoltuk, úgy tűnik, hogy a Fraass teszt alulbecsüli a tiszta kötőanyag öregedését (vektor lejtése $p = 0,65 < 1$) és túlbecsüli a térhálósított PMB esetében ($p = 2,31 > 1$).

Következésképpen a Fraass vizsgálati módszer nem releváns szempont abban, hogy megértsük az öregedésnek



5-a ábra: A kötőanyagok Fraass törési hőmérsékletének változása TSRST hőmérséklet-változás függvényében az öregedési folyamatokra vonatkozóan



5-b ábra: A kötőanyagok ABCD meghíúsulási hőmérsékletének változása TSRST hőmérséklet-változás függvényében az öregítési folyamatokra vonatkozóan

az aszfaltkeverék TSRST tulajdonságaira gyakorolt hatását, mivel ez az összefüggés a kötőanyag fajtájától függ. Rossz reprodukálhatósága (+/- 6 °C) tovább nehezíti az értelmezést. Talán érdekes lehet kiterjeszteni ezen tanulmányt egy szélesebb kötőanyag-adatbázisra, hogy tovább vizsgáljuk ennek a megfigyelésnek az érvényességét, különösen polimer fizikai keveréssel módosított bitumenekkel.

4.3 Az ABCD vizsgálati módszer mint a TSRST eredmények teszt kritériuma

Hasonló ábrákat mutatunk be az 5-b ábrán az ABCD vizsgálati eredményekről. Az ábrázolt vektorok azt mutatják, hogy mind az ABCD repedési hőmérséklet változása, mind az aszfaltkeverék TSRST repedési hőmérséklet változása – mely az öregedés hatására következik be – teljesen egyértelműen hasonló a térhálósított PMB kötőanyaghoz, amint azt a görbe mutatja ($p = 0,92 \sim 1$).

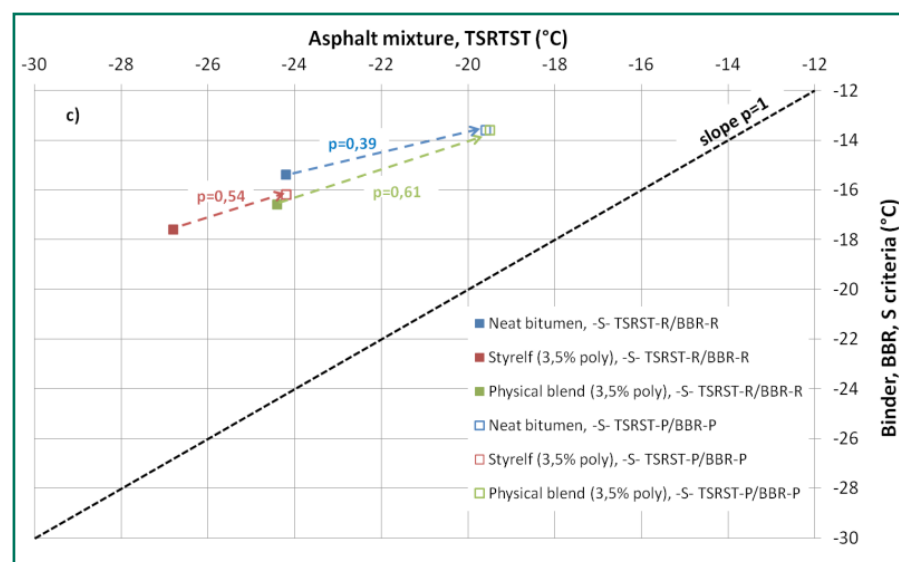
Másrészt az alapbitumen és a polimer fizikai keveréssel módosított kötőanyag esetében az ABCD repedési hőmérséklet öregedés hatására bekövetkező változása nagyon kicsi, összehasonlítva az aszfaltkeverék TSRST hőmérsékletének változásával (p görbe = 0,09 és 0,24 a bitumenre ill. a polimer fizikai keveréssel modifikált kötőanyagra vonatkoztatva). Ez arra is rámutat, hogy az ABCD vizsgálati módszer nem releváns univerzális (azaz a kötőanyag típusától független) kötőanyag-tesztként, ami megmutatná az aszfaltkeverék TSRST repedési hőmérséklet öregedésének alakulását.

Mindemellett, mint a 3.2.2 szakaszban már említettük, ill. jól látható a kiterjesztett adatbázisban [3] is, az öregedés, különösen a PAV öregedési eljárás ABCD repedési hőmérsékletre gyakorolt hatása meglehetősen kicsi, az összes vizsgált kötőanyag esetében (nem több mint 1-2 °C változás). Habár az ABCD és a TSRST tesztmechanizmusa hasonló korlátozott mintán termikus feszültségen alapul), további vizsgálatok elvégzésére van szükség ahhoz, hogy jobban megérthessük a mindkét vizsgálati eljárás által előidézett mechanikus igénybevételt és a lehetséges adalékanyagok rájuk kifejtett hatását. Ezen eredmények alapján, az ABCD teszt még nem tekinthető releváns módszernek az öregedés TSRST tulajdonságokra gyakorolt hatásának előre jelzéséhez.

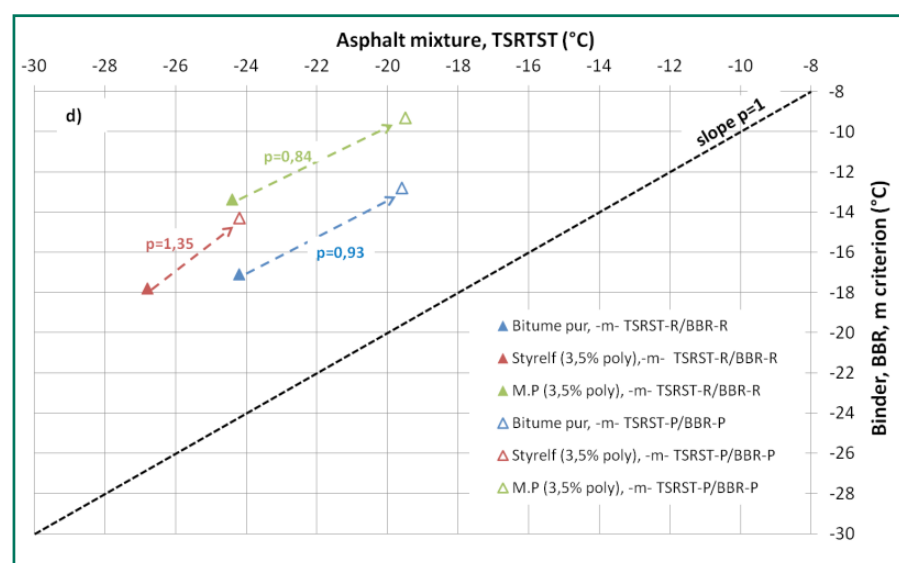
4.4 A BBR vizsgálati módszer, mint a TSRST vizsgálati eredmények teszt kritérium

Hasonló jelenségek figyelhetők meg a BBR tesztteredmények tekintetében az 5-c és 5-d ábrán. Észrevehető, hogy a kötőanyag öregedésének BBR-re gyakorolt hatása jól korrelál a keverék TSRST-re gyakorolt öregedési hatásával. Valóban, az összes kötőanyag tekintetében, a p görbe értékei nagyon közel hasonlóak és ugyanazt az eltérési hatást adják ugyanarra a BBR kritériumra:

S kritérium: a p görbe értékei 0,39; 0,54; 0,61 – az alapbitumenre, a térhálósított PMB kötőanyagra ill. a polimerrel fizikailag kevert modifikált kötőanyagra vonatkozóan. Mindazonáltal ez a kritérium alulbecsüli az aszfaltkeverék tulajdonságainak valós változási amplitúdóját, hiszen a p görbe 1 alatt van.



5-c ábra: A kötőanyagok BBR kritikus hőmérsékletének – S kritérium – változása TSRST hőmérséklet-változás függvényében az öregedési folyamatokra vonatkozóan



5-d ábra: A kötőanyagok BBR kritikus hőmérsékletének – m kritérium – változása TSRST hőmérséklet-változás függvényében az öregedési folyamatokra vonatkozóan

m kritérium: a p görbe értékei 0,93; 1,35; 0,84 – az alapbitumenre, a térhálósított PMB kötőanyagra ill. a polimerrel fizikailag kevert modifikált kötőanyagra vonatkozóan. Úgy tűnik, hogy ez a kötőanyag vizsgálati eljárás képes legjobban megragadni az aszfaltkeverék öregedési hatását a TSRST repedési hőmérsékletre. További, egyéb fajtájú kötőanyagokon elvégzett vizsgálatokra van szükség, hogy kiterjeszthessük ennek a tesztnek az érvényességét.

Következtetés és ajánlás

Három kötőanyagokra vonatkozó vizsgálati módszer (Fraass töréspont, ABCD repedési hőmérséklet, BBR kritériumok) összehasonlító elemzése azt jelzi, hogy a BBR módszer, pontosabban az m kritérium a legalkalmasabb arra, hogy megfelelően előre jelezze az aszfaltkeverékek alacsony hőmérsékletű viselkedésének alakulását, amint azt láthattuk a TSRST eljárásnál. Ezek a megállapítások összhangban vannak az anyagok egyes munkaterületeken elvégzett helyszíni megfigyelésén alapuló korábbi tanulmányokkal. A korábbi tanulmányokban a szerzők burkolat belsejéből nyert, ill. laboratóriumi körülmények között mesterségesen öregített kötőanyagokon is kimutatták, hogy a térhálósított elasztomer kötőanyagok, mint a Styrelf® jobb ellenállást mutatnak az oxidatív öregedéssel szemben. Ami azt illeti, ezek a megállapítások egy még mindig limitált anyagmennyiségen alapulnak, habár három különböző kötőanyag típuson végezték el a vizsgálatokat. További megerősítésre van szükség egy szélesebb termékkörön.

Hogy kiértékeljük a kötőanyagok vizsgálati módszereinek lehetőségeit abban, hogy helyesen értékeljük a teljesítmény mutatókat, jelen tanulmány nemcsak a kötőanyagok különböző öregedési fokozatban meglévő tulajdonságait vizsgálta, hanem ezeket össze is hasonlította a laboratóriumi körülmények között öregített aszfaltkeverék-tulajdonságokkal. Ez nem szokásos gyakorlat. Esetünkben ez felvetett egy sor, a kötőanyag viselkedésével kapcsolatos kérdést – mind önmagában, mind egy keverék részeként vizsgálva. Így mi azt gondoljuk, hogy ez a fajta megközelítés valószínűleg nagyon gyümölcsöző lesz, és folytatni kellene a jövőben.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők hálójukat fejezik ki munkatársaiknak: V. Darraillan, F. Robin, P. Diez és G. Hurbin (Eurovia), valamint G. Dulac, R. Colliat és C. Ruot (Total) a tanulmány kísérleti programjának a végrehajtásáért. Külön hála és köszönet illeti meg a Western Research Institute nevű intézményt is (M. Farrar és Jean-Pascal Planche) az ABCD tesztek elvégzéséért.

Felhasznált irodalom:

- [1] *Durability Study: Field Aging of Conventional and Polymer Modified Binders*, Dreessen, S., M. Ponsardin, J.P. Planche, A.-G. Dumont, M. Pittet, 89th TRB Conference, Washington D.C., 2010
- [2] *Durability study: Field experience of long-term evolution of SBS polymer modified binder*, 5th Eurasphalt & Eurobitume Congress, Istanbul, 2012, S. Dreessen, T. Gallet, A.-G. Dumont, M. Pittet, 5th Eurasphalt & Eurobitume Congress, Istanbul, 2012
- [3] *Low temperature characterization of bituminous binders - Evaluation of the predictive ability of different test method*, B. Eckmann, S. Largeaud, S. Faucon-Dumont, Y. Hung, L. Lapalu, G. Gauthier, 6th Eurasphalt & Eurobitume Congress, Prague, 2016
- [4] AASHTO TP10 - *Standard Test Method for Thermal Stress Restrained Specimen Tensile Strength*, January 1993
- [5] NF EN 12593 - *Bitumes et liants bitumineux - Détermination du point de fragilité Fraass*
- [6] NF EN 14771 - *Bitumes et liants bitumineux - Détermination du module de rigidité en flexion - Rhéomètre à flexion de barreau (BBR)*
- [7] AASHTO TP92-11 - *Determining the Cracking Temperature of Asphalt Binder using the Asphalt Binder Cracking Device, ABCD*, 2011
- [8] NFEN 13108-1 - *Mélanges bitumineux - Spécifications des matériaux - Partie 1 : enrobés bitumineux*
- [9] EN 12607-1 : 2007 - *Bitumes et liants bitumineux - Détermination de la résistance au durcissement sous l'effet de la chaleur et de l'air - Partie 1 : méthode RTFOT*
- [10] EN 14769 : 2013 - *Bitumes et liants bitumineux - Vieillessement long-terme accéléré réalisé dans un récipient de vieillissement sous pression (PAV)*
- [11] *Hot recycling of bituminous Mixtures*, C. de la ROCHE et al., Report to RILEM TC-ATB, Chapter 6
- [12] *Influence of Asphalt Grade and Polymer Concentration on the Low Temperature Performance of Polymer Modified Asphalt*, G.N. King, H.W. King, O. Harders, W. Arand, J.P. Planche, Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists, Volume 62, 1993
- [13] *Low-temperature rheological and fracture properties of polymer-modified bitumens*, L. Champion-Lapalu, J.P. Planche, D. Martin, D. Anderson, J.F. Gerard, 2nd Eurasphalt

& Eurobitume Congress, Barcelona, book I, P. 122, 2000

[14] *Propriétés des liants bitumineux à basse température : relations entre les indicateurs*, S. Largeaud, B. Brûlé, 2nd Eurasphalt & Eurobitume Congress, Barcelona, Book 1, p. 410, 2000

[15] *Checking low temperature properties of polymer modified bitumen - is there a future for the Fraass breaking point ?*, B. Eckmann, M. Mazé, Y. Le Hir, O. Harders, G. Gauthier, B. Brûlé, 3rd Eurasphalt & Eurobitume Congress, Vienna 2004

[16] *The contribution of cross-linked polymer modified binders to asphalt performance*, S. Largeaud, S. Faucon-Dumont, M. Maze, B. Eckmann, 5th Eurasphalt & Eurobitume Congress, Paper 0304, Istanbul 2012

[17] *Effect of ageing on the low temperatures cracking properties of bituminous binders: new insights from Bending Beam Rheometer measurements*, V. Mouillet, J.C. Molinengo, F. Durrieu, J.-P. Planche, 5th Int. RILEM Conference Cracking in Pavements, Limoges, 2004

[18] *Effect of different SBS modifiers on superpave low temperature specification parameters including TCR*, R. Q. Kluttz, R. Dongré, 5th Int. RILEM Conference Cracking in Pavements, Limoges, 2004

[19] *Short-term and long-term ageing influence on modified bitumens resistance to low temperature cracking and fatigue cracking*, P. Radziszewski, J. Pilat, R. Ziolkowski, 5th Int. RILEM Conference Cracking in Pavements, Limoges, 2004

[20] *Effect of aging and composition on the low temperature properties of binders*, J.-P. Planche, L. Lapalu, V. Mouillet, A.-G. Dumont, 44th Petersen Asphalt Research Conference, Laramie 2007

[21] *Interpreting a three-point bending test on pre-notched bitumen beam to determine cracking behavior at low temperature*, E. Chailleux, M. Le Guern, F. Farcas, S. Dreessen, 5th Eurasphalt & Eurobitume Congress, Istanbul 2012

[22] *Development of an asphalt binder cracking device*, S.-S. kim, final Report for Highway IDEA Project 99

[23] *Determination of low temperature thermal cracking of asphalt binder by ABCD*, S. Kim, Z. Wyson, J. Kovach, 85th Annual Meeting of the TRB, Washington DC, USA, 2006

[24] *The Change in Properties of Polymer Modified Binders with Simulated Field Exposure*, J. Oliver and P. Tredrea, Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists, Volume 66, P 570, 1997

[25] *Rheological Performance of Aged Polymer Modified Bitumens*, G. Airey, S. Brown, Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists, Volume 67, P 66, 1998

[26] *Development of a new methodology for characterization of polymer modified bitumens ageing by infrared microspectrometry imaging*, V. Mouillet, J. Lamontagne, F. Durrieu, J. Kister, D. Martin, 6th RILEM Symposium, Zurich, 2003

A budapesti útfenntartás új alapokon? Készül a Városi ÚME!

Béki Gergő

Útfelújítási
Főmérnökség vezető
Budapest Közút Zrt.



A Budapest Közút Zrt. feladatköre 2016. augusztus 31-ei Fővárosi Közgyűlési döntés értelmében ismételtten bővült.

A 2012-2018. évi útfelújítási program részleges átépítéssel járó felújításai, a 2016-2018. évi útfelújítási program előkészítési, tervezési feladatai, a P+R parkolók üzemeltetéshez kapcsolódó fejlesztési feladatai, a 2011. évi felüljáró felújítási, műtárgy felújítási program kivitelezési és előkészítési feladatai kerültek át részben a Budapesti Közlekedési Központtól. Az alap koncepció, hogy az „egyszerűbb felújítások” lesznek a Budapest Közútnál, a stratégiai jellegűek a BKK-nál.

Az útfelújítási feladatok miatt a Budapest Közút Útfelújítási osztályát bővíteni és átszervezni volt szükséges. Az osztály Útfelújítási főmérnökséggé alakult és 2016. november 1-jétől az újonnan alakított Műszaki vezérigazgató-helyettes alá tartozó közvetlen szervezeti egységként került becsatolásra.

Az Útfelújítási főmérnökség ezek után a meglévő jelentős úttervezői, műszaki ellenőri feladatokon túl projektmenedzseri feladatokat is ellát. Projektmenedzserként megrendelői szerepkörrel valósítja meg az útfelújításokat és készítteti el az útfelújítási terveket.

Az új feladatok kapcsán 35 db helyszínen fog kivitelezési munkákat végezteni a Budapest Közút, melyek közül



saját kivitelezési kapacitással 5 db utca útfelújítása fog elkészülni. A korábbi évek gyakorlatának megfelelően a Közút saját tervezési kapacitásával 5 db helyszínen tervezési munkát is ellát.

A 2016-2018. évben 52 db útszakasz útfelújítási terveit kell megterveztetnünk, melyek kivitelezése 2018. évtől folyamatosan várható. Az 52 db utca közül szintén néhány utca saját kapacitással kerül megtervezésre.

A felüljáró és műtárgy felújítási és tervezetési feladatokat a Híd- műtárgy osztály végezteti. 13 db helyszínen kivitelezet az osztály felüljáró és műtárgy felújítást és 11 db helyszínen készített el tervezetést.

A P+R parkolók üzemeltetéshez kapcsolódó fejlesztési feladatokat a Parkolás gazdálkodási osztály látja el. 22 db helyszínen Kamerarendszerek telepítése és hozzájuk kapcsolódó optikai kábelfektetés, hálózati eszközök kiépítése fog megtörténni.

A 4-es Metró felszíni munkáinál ellátott mérnöki feladatokhoz kapcsolódóan a Kelenföldi végállomás környezetében közel 1500 férőhelyes P+R parkolók készültek. A fenti P+R parkolók műszaki ellenőri feladatait a Metró Mérnök Igazgatóság látta el.

Szintén ezen igazgatóság látja el a Budapest 2017. FINA világbajnoksághoz tartozó Pesti alsó rakpart felújítását, a Pesti rakpart gyalogos sétány és kerékpárút, valamint a Rákospatak feletti gyalogos és kerékpáros híd műszaki ellenőri feladatait.

Budapesti utak sajátosságai, pályaszerkezetei

Fő kérdés mi van az aszfalt alatt?

Jellemző városi alépítmények: vastag beton alapréteg, itatott makadám alap, vagy nagykockakő burkolat. Ckt jellemzően csak a 2000-es évektől van, ettől függetlenül sajnos a laborok előszeretettel írnak rá a fűrási jegyzőkönyvekre, hogy Ckt az alapbeton réteg.

Többségében elmondható, hogy a beton alaprétegek nagy szilárdságúak, vastagságuk általában 15-25 cm körüli és aszfalt 4-10 cm vastagságban találhatóak rajta. A legnagyobb gond a pályaszerkezeti méretezéssel van egy útfelújítá-



tásnál. Sajnos sem a behajlás alapú, sem az összehasonító módszer méretezésével nem lehetséges megtartani a vastag beton alapréteget. Általában az jön ki a méretezésből, hogy emelni kell a pályaszerkezet magasságát, amit városi környezetben nagyon nehéz, vagy nem lehet megoldani. Ilyenkor a teljes szerkezet elbontása következik, mely jelentős összeggel megnöveli a beruházást. A közműnyilatkozatok kérésekor jön a következő nehezítő körülmény: a közműszolgáltatók vezetői is bizonytalan nyomvonalon, mely-ségben haladnak és természetesen az előregedett állapotú vezetéket olyan mértékben megközelíti a teljes pályaszerkezet csere, hogy azok kiváltása szükséges. El is jutottunk oda,

hogy a felújítás kétszer-háromszor annyiba kerülne, mint az aszfaltretek cseréje, csak ezt a tervezők az ÚME kötöttségre való hivatkozással nem tudják megtervezni.

A fentiek miatt a Budapest Közút elhatározta, hogy a MAÚT-on keresztül egy Városi Utügyi Műszaki Előírást készített. Az ÚME készítése folyamatban van, első ütemben egy Tervezési Útmutató fog elkészülni. Méretezés egyik módszere a merevségi modulusokon alapuló tervezés, másik a mértékadó megnyúlás alapján való tervezés és ellenőrzés lesz. Hamarosan a módszerek konkrét tervezés-nél lesznek kipróbálva és remélhetőleg esélyt ad a korábban említett vastag alapbeton rétegek megtartására.



ELADÓ!

Az FK Raszter Építő Zrt. meghirdeti értékesítésre **3527 Miskolc, Sajószigeti út. 2.** alatti Aszfaltkeverő telephelyét, 3 db bedolgozó géplánccal együtt.

Ingtalan területe: 9548 m²

Keverőgép típusa **INTRAME UM-80**

A telephely rendelkezik: **összközművel, hídmérleggel, 11 db csillagdepóval, műhellyel, raktárépülettel.**

Géplánc tartalmaz: **hengereket, finishereket, marót, grédert, timsinát, seprűs autót.**

Pályázati ismertető anyag átvethető az FK Raszter Építő Zrt. titkárságán

20.000 Ft + Áfa befizetése ellenében,

3533 Miskolc Felsőszinva u. 73. szám alatt.

Információ: Dósa Viktor
+36-30/398-79-79



Full depth asphalt

Dr. Tóth Csaba
Dr. Pethő László
Soós Zoltán

Soós Zoltán



laborvezető helyettes
Budapesti Műszaki
Egyetem

Összefoglaló

Az útpályaszerkezetek méretezése terén élen járó országok – Németország, Franciaország, Ausztrália, USA – gyakorlatában nem csak az egyes pályaszerkezeti rétegek definícióit, hanem természetesen a különböző paraméterekkel, anyagokkal kapcsolatos elvárásokat is igen változatos szempontokból közelítik meg. Az aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek alaprétege tekintetében különlegesnek tekinthető az, amikor az alsó alapréteg is aszfaltkeverékből épül, amely az ún. teljes aszfalt pályaszerkezet – full depth asphalt – esete. Ekkor a szerkezet teherbírását az aszfaltrétegek adják, amelyeket közvetlenül egy relatíve teherbíró földműre helyeznek el. A teljes aszfalt pályaszerkezet nem csak méretezési, hanem technológiai szempontból is érdekes, és habár a hazai szabályozás korábban, és jelenleg is tartalmaz ilyen típus-pályaszerkezetet, az ilyen alaprétegek hazai alkalmazása nem terjedt el, ezzel szemben például a már említett országok gyakorlatában sikerrel alkalmazzák évtizedek óta.

A cikk röviden kitér ezen nemzetközi tapasztalatokra, illetve modellszámítások elvégzésével bemutatja az alsó rétegben alkalmazott kötőanyag-tartalom és –típus hatását a szükséges aszfaltvastagságra, teljes aszfalt pályaszerkezetek esetében.

1 Az útpályaszerkezet felépítése

Minden útpályaszerkezeti rétegnek meghatározott szerepe van a forgalomból és a klimatikus hatásokból származó igénybevételekkel szembeni ellenállás érdekében. Az 1. ábra az aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek felépítését mutatja a vonatkozó útügyi műszaki előírás [1] alapján.

A változó funkcióknak megfelelően az egyes rétegekkel szembeni elvárások különbözőek, így azok vastagságára, anyagára, az építéskor, illetve az élettartam alatt mindenkor teljesítendő teherbírására és mechanikai jellemzőire eltérő követelményeket kell támasztani. A funkciókat tekintve felülről lefelé haladva, a klimatikus hatásoknak való ellenállás és a forgalom számára megfelelő felületi tulajdonságok biztosítását fokozatosan a szerkezet alátámasztása, az állékonyság biztosítása és a szerkezet alátámasztása veszi át, mely során biztosítandó, hogy a földműre már olyan mértékű terhek adódnak át, amelyet az tartósan elviselni képes.

A hagyományos aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek esetében a kopó- és felső alapréteg aszfalt, az alsó alapréteg lehet kötőanyag nélküli szemcsés- vagy hidraulikus alapréteg, illetve – hazánkban ritkábban alkalmazásra kerülő – aszfalt alapréteg.

2 A teljes aszfalt pályaszerkezet

Az olyan pályaszerkezeteket, amelyek alsó alaprétege (is) aszfaltréteg, teljes aszfalt pályaszerkezetnek – full depth asphalt – nevezzük, ezekben a pályaszer-

kezetekben a pályaszerkezet teherbírását az aszfaltrétegek adják, mely aszfaltrétegeket közvetlenül egy viszonylag teherbíró földműre helyezik el. Ebben az esetben – teherbíró alapréteg hiányában – lényegesen nagyobb behajlások keletkeznek a pályaszerkezetben, és nagyobb megnyúlások keletkeznek az aszfaltréteg alsó szálában. Így, mint méretezési kritérium, különösen fontos az alsó réteg jó fáradási ellenállása, amelyet a különböző nemzetközi gyakorlatokban más-más megközelítésben vesznek figyelembe.

2.1 Az ausztrál gyakorlat

A magas fáradási tulajdonsággal rendelkező aszfaltrétegeket – bitumen rich asphalt, high fatigue asphalt – az 1980-as évek végétől alkalmazzák Ausztráliában. A fejlesztés az 1980-as évek elején kezdődött, és Victoria valamint New South Wales államban több kísérleti szakaszt építettek. A kezdeti kísérleti szakaszok építését követően, ahol a minimális tömörségi értékeket és a minimális aszfalt takarási vastagságokat állapították meg, ezt a technológiát először Victoria-ban a Western Ring Road-on alkalmazták, amelyet az 1990-es évek elején fejeztek be. Az azóta eltelt időszakban semmilyen strukturális problémát nem mutatott ez az útszakasz, és a szükséges kopóréteg cseréket végeztek csupán el az eltelt 25 évben.

Egy tanulmány az 1970-1981 között Melbourne-ben és Sydney-ben épített teljes aszfalt pályaszerkezeteket vizsgálta [2]. Tizennégy pályaszakaszt vizsgáltak, ahol a pályaszerkezetek élettartama a vizsgálat időpontjában 10 és 17 év között változott, jelentős nehézforgalmi terheléssel. Az aszfalt pályaszerkezetek vastagsága 120 és 300 mm között változott 3% és 15% CBR altalaj teherbírási értékekkel. Falling Weight Deflectometer (FWD) vizsgálatok és vizuális értékelések alapján ezek a pályaszerkezetek magas teljesítményt mutattak.

Ausztráliában a mechanikai pályaszerkezet méretezést az 1980-as évek elejétől használják. 1987-ben adták ki hivatalosan a National Association of Australian Road Authorities (NAASRA) irányelveket a pályaszerkezetek mechanikai méretezéséhez. Ez az irányelv megnyitotta az utat ahhoz, hogy nagy terhelésű pályaszerkezeteket lehetett méretezni gazdaságos módon. Mindennek az alapját az adta, hogy a mechanikai méretezés által az aszfaltrétegek magasabb teljesítőképességét már figyelembe lehetett venni, míg az azt megelőző időben az empirikus méretezés ezeket a magasabb aszfalt teljesítményeket nem tudta figyelembe venni. Victoriában az 1970-es évektől már foglalkoztak a teljes aszfalt pályaszerkezetek gondolatával, azonban abban az időszokban még csak empirikus méretezés állt rendelkezésre. Ezek az empirikus méretezések ekvivalens vastagságokat adtak meg, de ezek többnyire nem validáltak, nem ellenőrzött vastagságok voltak. Mindenesetre a következő egyenlőségeket alkalmazták a pályaszerkezet összvastagsága szerint 1976-ban:

- 0 - 100 mm (1 mm aszfalt = 1 mm zúzottkő)
- 100 - 200 mm (1 mm aszfalt = 2 mm zúzottkő)
- 200 - 450 mm (1 mm aszfalt = 2,7 mm zúzottkő)
- > 450 mm (1 mm aszfalt = 3 mm zúzottkő).

A kezdeti időszakban ezeket a teljes aszfalt pályaszerkezeteket közvetlenül az altalajra építették, vagy egyes esetekben egy zúzottkő rétegre, amely kellően vastag volt ahhoz, hogy az építési forgalmat elbírja [3]. Annak ellenére, hogy az általában használt zúzottkő pályaszerkezetekhez képest – nem zúzottkő alapú pályaszerkezetek, hanem a teljes pályaszerkezet zúzottkő mely felületi bevonattal van ellátva – ezek az aszfalt pályaszerkezetek többre kerültek, a

következő előnyöket állapították meg, amelyek jelentősen csökkentették a bekerülési, építési és üzemeltetési költségeket együttesen:

- könnyített és gyorsított építési ütemezés olyan utaknál, amelyek általában forgalom alatt vannak
- összességében vékonyabb pályaszerkezeti vastagságok, amelyek előnyösek olyan helyeken, ahol közművek vannak a pályaszerkezetben viszonylag közel a felszínhez
- jó tömörítési tulajdonságok
- a felületi víztelenítés megoldása már az építkezés korai fázisában, hiszen ha aszfaltot építünk közvetlenül az altalajra, akkor ez csökkenti a vízbehatolás lehetőségét az altalaj szintjén, elkerülve annak elázását és csökkentett teherbírási kapacitását.

Már a korai építési fázisokban megfigyelték, hogy amennyiben az altalaj nagyon gyenge teherbírással rendelkezett, többnyire 5% alatti CBR értékekkel, a szállítójárművek jelentős alakváltozást okoztak az altalajban, illetve az altalaj nem megfelelő teherbírása miatt az aszfalt tömörítés nehézséget okozott [3]. További problémát jelentett, hogy amint a tömörítést befejezték, az aszfalt a nem megfelelő altalaj teherbírás következtében jelentős húzófeszültségeket szenvedett el, ennek következtében már az építkezés során megrepedezett. Amennyiben azonban egy megfelelő teherbírású réteget helyeztek el az altalaj tetején – working platform – úgy ezek a problémák mind elkerülhetőek voltak.

Ez az úgynevezett working platform, ami tulajdonképpen javítóréteg, lehet egy kis nyomószilárdságú talajstabilizáció, vagy szemcsés anyag stabilizáció. Amennyiben ez a réteg jelentős cementadagolással készült, úgy egy jelentős teherbírású réteg jelent meg és tulajdonképpen ez tekinthető a cementtel kezelt alaprétegek legelső fejlesztésének – ez azonban már nem a working platform kategória. Jelen cikk azonban nem a cementtel kezelt alaprétegekkel készült aszfalt pályaszerkezeteket vizsgálja, ezért ez utóbbit csak zárójelben megemlítettük, mivel ez az a pont, ahol a teljes aszfalt pályaszerkezet és a CKt alapú pályaszerkezetek elválnak egymástól. Victoria államban behajlás méréseket végeztek mind a teljes aszfalt pályaszerkezet, mind a cementtel kezelt alapréteggel épített aszfalt pályaszerkezetek esetében és úgy találták, hogy mind a két pályaszerkezet típus jó teherbírással rendelkezik, azonban természetesen a cementtel kezelt alapréteggel épült aszfalt pályaszerkezet kisebb behajlásokat mutatott. Ez a megfigyelés tulajdonképpen világszerte erősíti ma is a cementtel kezelt alaprétegek építését, hiszen alacsonyabb behajlásokat mérünk, azonban ez a megfontolás egyetlen paraméter mentén, a behajlás mértéke alapján optimalizálja a pályaszerkezeteket, és nem veszi figyelembe azt, hogy a CKt alaprétegek jelentős fenntartási költségeket vonzanak magukkal. Ezek a fenntartási költségek általában a repedés áttükröződés következtében lépnek fel és Victoria államban a mai napig minimum 175 mm takarást követelnek meg a CKt alaprétegeken, azért, hogy ezek az áttükröződések elkerülhetőek legyenek.

A VicRoads 1994-ben bevezette a „Type R bitumen rich asphalt base”-t – magas bitumen tartalmú aszfalt alapréteget – amelynek minimális vastagsága 75 mm és minimális takarási vastagsága 100 mm. A 75 mm rétegvastagság azért lett meghatározva, hogy a fáradási tulajdonságokat megfelelően elviselje ez a réteg, a 100 mm-es aszfalt takarást pedig a célból követelték meg, hogy a réteg megfelelő takarást kapjon és ezáltal a keréknyomosodás, nyomvályúsodás veszélyét csökkentsék. Érdekes megjegyezni, hogy Magyarországon az ISPA II programban hasonló mértékű takarást

írtak elő, ebben az esetben nem megfelelő plasztikus alakváltozással rendelkező aszfaltok esetére, ott a takarási vastagság 130 mm volt [4] [5].

A „Type R” aszfaltkeverék általában a 20 mm szemnagyságú normál aszfaltbeton keverék tervezése során megállapított bitumen tartalomhoz képest 1%-kal magasabb bitumennel kell, hogy tartalmazzon. A bitumen típusa Class 320, amely nagyjából megfelel az európai B50/70 bitumen típusoknak. Ennek az aszfalttípusnak az alkalmazásával általában 20-30 mm vastagságcsökkenés érhető el a pályaszerkezetben. Érdekes megjegyeznünk, hogy a VicRoads a közbelső rétegekre a Class 600 bitumennel javasolta ebben az időben; a Class 600 típus nagyjából megfelel a B35/50 európai szabványoknak. Amennyiben az aszfaltkeveréket ilyen bitumennel gyártják, ennek az aszfaltkeveréknek a modulusa viszonylag magas, amely két célt szolgál: csökkenti a keréknyomosodás veszélyét a felszínhez közelebbi rétegekben, illetve a magasabb modulus által csökkenti a kritikus megnyúlást a legalsó aszfaltrétegekben. Tulajdonképpen ez a megközelítés hasonló a Tervezési Útmutató (TÚ) által adott megközelítéshez [6], ahol a közbelső aszfaltrétegek modulusát magasabb értéknek javasolja felvenni. Érdeemes megjegyezni, hogy 1997-ben az Austroads Provisional Guide for Design of Asphalt Mixes – Austroads Ideiglenes Irányelvek Aszfaltkeverék Tervezéshez – című kiadvány már magában foglalta a merevség és a fáradási tulajdonságok vizsgálatát, ezzel is elősegítve innovatív pályaszerkezetek méretezését. Tulajdonképpen a TU ugyanezt a célt szolgálja. Helyszíni vizsgálatok során megállapították az egyik pályaszerkezet esetében, hogy a kopóréteg, amely C320 bitumennel készült, a kötőréteg, amely C600 bitumennel készült, és az alaprég, amely egy „Type R bitumen rich layer” volt, a merevségi értékek 4900, 7300 és 3500 MPa értékeket mutattak. Ezek összhangban vannak a korábbi megállapításokkal: a lágyabb illetve keményebb bitumen alkalmazása szerint, illetve a magasabb bitumen tartalom szerint változik a merevségi érték. Egy másik helyszíni vizsgálat során, ahol a kopóréteg és a kötőréteg is C600-as bitumennel készült, az alaprég pedig Type R aszfalt volt, 7900, 7700 és 7900 MPa értékeket mértek az aszfaltmerevségekre. Ez utóbbi érték a Type R aszfaltra kiugróan magas, azonban ezt a vizsgálatot végzők azzal magyarázták, hogy az alaprégbe 20% mart aszfaltot – „recycled asphalt pavement”-et, RAP – adagoltak, amely jelentősen megnövelte az aszfaltkeverék merevségét.

Egy másik ausztrál tanulmány kimutatja, hogy azokban a pályaszerkezetekben, ahol a nagy bitumen tartalmú alapréteget alkalmazták, jelentős költségsökkentés érhető el, mintegy 15%-os költségsökkentésre hivatkoznak. Javasolják, hogy az alsó 75 mm-es aszfaltréteg épüljön magasabb bitumentartalmú aszfaltból, ahol a bitumen térfogata kb. 13%, amely jelentősen magasabb a normálisan használt aszfaltok bitumen térfogatánál, ami kb. 11% [2]. Ezáltal az egyszerű alkalmazás által két ellentmondásos követelményt elégítünk ki a pályaszerkezet méretezés és keverék tervezés során: a fáradási tulajdonságokat javítjuk az alsó aszfaltrétegben, ahol a legmagasabb a kritikus megnyúlás és a fel-

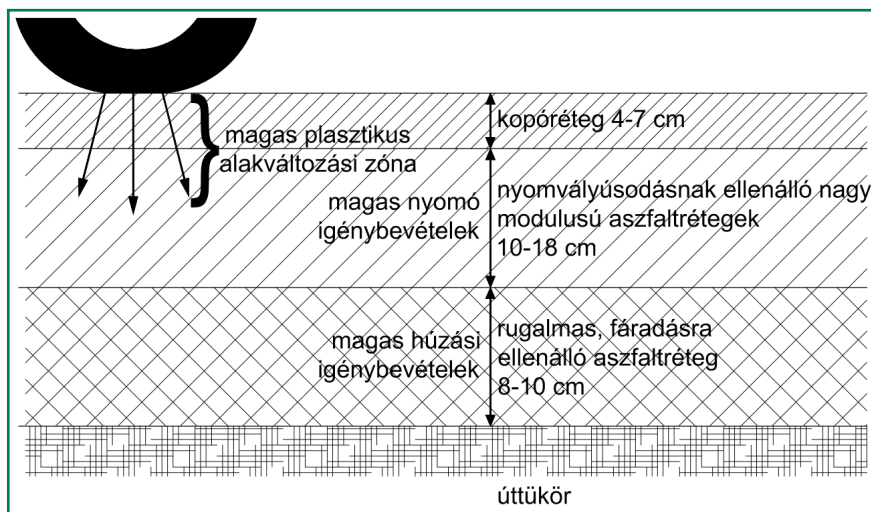
ső pályaszerkezeti aszfaltrétegek a magasabb merevség és a deformáció ellenállás mentén optimalizálhatóak. Ez utóbbi rétegekben természetesen, mivel nem kritikusak megnyúlás szempontjából, a fáradási tulajdonságot nem kell ellenőrizni. További szakaszokat építettek New South Wales-ben az M4 autópálya, illetve az M5 autópálya kivitelezése során, ezt az ütügyi adminisztráció folyamatosan figyelemmel kíséri.

2.2 Az amerikai gyakorlat

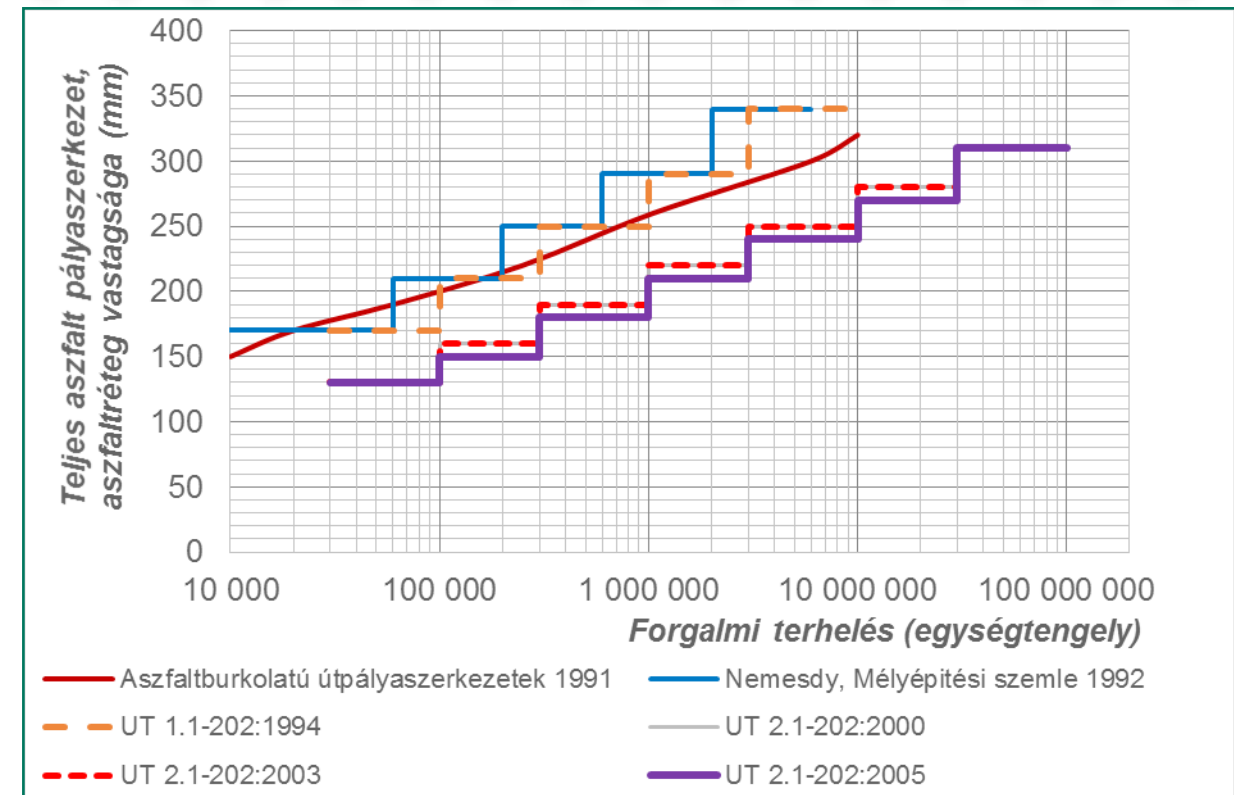
Teljes aszfalt pályaszerkezeteket már az 1960-as évektől méreteztek és használtak az Egyesült Államokban, ahol a teljes aszfalt pályaszerkezeteket közvetlenül az altalajra építik. Az USA-ban ezeket a pályaszerkezeteket elsősorban azért alkalmazták/alkalmazzák, mert a fáradási repedéseket minimalizálni lehet azáltal, hogy a megnyúlást a legalsó aszfaltréteg alján alacsonyban tartják. A Newcomb által publikált cikk szerint már a 2000-es években voltak a Washington állambeli I-90-es úton 23-35 éves szakaszok, ahol teljes aszfalt pályaszerkezetet használtak [7]. Ez a Washington állambeli útszakasz 40%-a (225 km) teljes aszfalt pályaszerkezet volt. Ezeknek a pályaszerkezeteknek semmilyen strukturális károsodása nem volt megfigyelhető az egész addigi élettartamuk alatt, csupán a kopóréteget vagy a felső két réteget kellett cserélni. Az teljes pályaszerkezet méretezési koncepciónak az alapja az, hogy a felső és középső rétegek strukturálisan erősek és nyomvályúsodásnak ellenállóak legyenek, míg az alsó rétegek fáradásnak ellenálljanak és tartósak legyenek. A koncepciót a 3.1 ábra alapján szemléltetjük [7].

A magas bitumentartalmú, jó fáradási tulajdonsággal rendelkező alsó aszfalt alaprég tervezése során figyelembe kell venni, hogy azt alacsony hézagtartalomra kell tömöríteni a tartósság érdekében. A magas bitumentartalom és alacsony hézagtartalom miatt azonban mindenképpen jól kell megválasztani a bitumen típusát ehhez a réteghez, mivel akár építés közben is könnyen nyomvályúsodás alakulhat ki. Ezt csak akkor kell természetesen figyelembe venni, ha már építés közben jelentős ideiglenes vagy építési forgalom terheli ezt a réteget. Építés során az úttükörnek elegendően stabilnak kell ahhoz lenni, hogy a szállítójárműveket elbírja, illetve a réteg tömörítése során megfelelő alapot biztosítson ahhoz, hogy a hengerek a réteget megfelelően tömöríteni tudják.

Ez a teljes aszfalt pályaszerkezet méretezési koncepció tulajdonképpen azt az alapelvet foglalja magába, hogy az összes károsodást a pályaszerkezeti aszfaltrétegek né-



2. ábra: A „Perpetual pavement” méretezési koncepció [7]



3. ábra: A teljes aszfalt pályaszerkezet vastagságának változása a hazai szabályozásban

hány felső centiméterre viselje, úgymint top-down cracking (felülről lefelé terjedő repedések), termikus repedések, keréknyomvályúsodás illetve a felület elhasználódása. Martin és munkatársai szerint Kaliforniában is használják a teljes aszfalt pályaszerkezetet magas fáradási tulajdonsággal rendelkező alapréteggel együtt. A cikk szerzői szerint az I-710 (Interstate 710) dél-kaliforniai úton nagy sikerrel próbálták ki ezt a koncepciót [8]. Ezen a projekten az alsó alaprégben csak 0,5%-kal volt magasabb a bitumentartalom a kötőréteghez képest. A méretezés során ugyanazt a koncepciót alkalmazták, mint ahogy azt már fentebb tárgyaltuk, vagyis az alsó alaprég magas fáradási tulajdonságát kombinálták egy nagy merevségű kötő- és kopóréteggel együtt, ezáltal jelentősen csökkentve a pályaszerkezet összvastagságát.

2.3 A hazai gyakorlat

A teljes aszfalt pályaszerkezet a hazai gyakorlatban a típus-pályaszerkezetek megalkotása óta megtalálható. A 3.

ábra a pályaszerkezet össz-aszfaltvastagságának változását mutatja be 1992 és 2005 között [1] [9] [10] [11] [12] [13].

Látható, a 2000-es évekbeli szabályozás – a tervezési forgalom függvényében – akár 40-100 mm-es vastagságcsökkentést alkalmazott a korábbi előírásokhoz képest. Szintén látható, a 2000. évi előírásban megjelent „K” forgalmi terhelési osztályban is lehetséges volt a teljes aszfalt pályaszerkezet tervezése, és hasonlóképpen az „R” forgalmi terhelési osztály esetén is, az ÜME 2005. évi kiadásában.

3 Mintaszámítások magas bitumentartalmú aszfalt alaprétegekkel

3.1 Merevségi modulus

A 2016-ban készített „Alternatív méretezési eljárásokra vonatkozó tanulmány”-ban [6] bemutatásra került az aszfaltkeverék merevségének meghatározásra a BANDS

Aszfaltkeverék	AC22 alap (F)	AC22 alap (F) (magas fáradás)
Kötőanyag	B 50/70	B 50/70
Összetétel		
V_{max}	6,0	6,0
V_{min}	3,5	3,0
V_{atl}	4,5	4,5
Köváz térfogata	84,4	83,3
Bitumen térfogat	11,0	13,3
Szabadhézag tartalom	4,5	3,2
Összesen	100,0	100,0

1. táblázat: A modellszámításokhoz feltételezett aszfalt alaprétegek

Hőmérséklet	AC22 alap (F)		AC22 alap (F) – magas fáradási tulajdonság	
Kötőanyag	B50/70		B50/70	
	S _{bitumen} [MPa]	E _{aszfalt} [MPa]	S _{bitumen} [MPa]	E _{aszfalt} [MPa]
-10	880	26900	880	25900
0	387	18500	387	17500
10	124	11000	124	10200
20	28,8	4460	28,8	3860
30	5,05	1440	5,05	1150

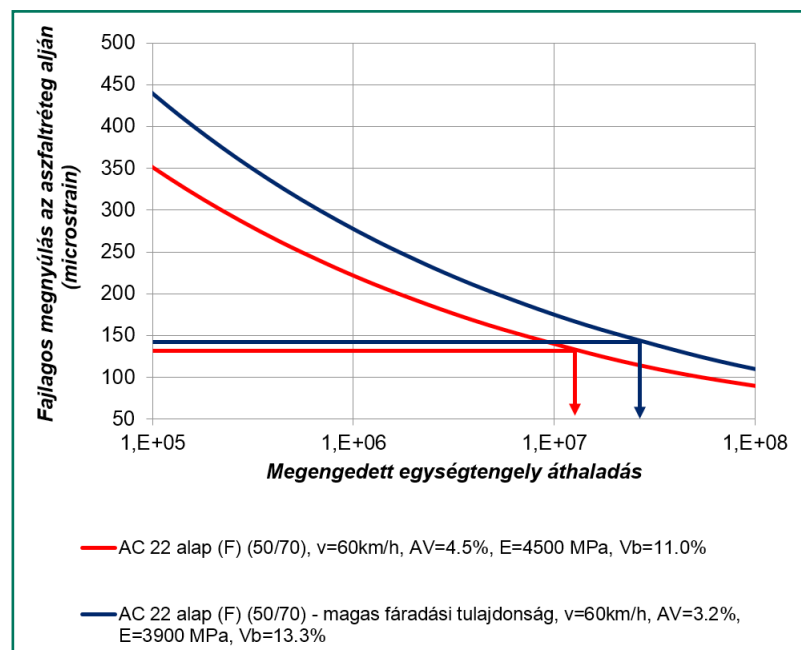
2. táblázat: Az AC22 alap (F) keverékek merevségei a hőmérséklet függvényében

(Bitumen and Asphalt Nomographs Developed by Shell) szoftverrel. Ennek során meghatározásra kerültek az AC22 alap (F) aszfaltkeverék merevségi értékei, egy járatos keverék hézagviszonyait figyelembe véve, illetve ugyanennek a keveréknek a merevségi értékei a bitumentartalom 1%-kal (tömeg szerint; ~2,3% térfogat szerint) megemelt esetére (1. táblázat).

Fontos megjegyezni, hogy ez a példaszámítás elvégzésének érdekében történt, azt nem vizsgálva, hogy milyen egyéb technológiai megfontolásokra van szükség ahhoz, hogy a módosított AC 22 alap (F) keverék gyártható és megépíthető legyen. Kiemelendő továbbá, hogy amennyiben ilyen keverék tervezésre kerül, az csakis a legalsó aszfaltretegként építhető meg, a magas fáradási tulajdonság koncepciójának megfelelően, a felsőbb rétegeknek a saját funkcionális elvárásainak kell megfelelniük. Az eredményeket az alábbi 2. táblázat mutatja.

A két aszfaltkeverék merevségét a BANDS szoftverrel számítva az alábbi eredményre jutunk, 20°C referencia hőmérsékletre vonatkoztatva:

- AC22 alap (F)
4460 MPa ~ 4500 MPa,
- AC22 alap (F) (magas fáradási tul.)
3860 MPa ~ 3900 MPa.



4. ábra: Fáradási összefüggések a kétféle aszfaltkeverék esetén

3.2 Fáradási ellenállás

Az aszfaltkeverékek fáradási jellemzőinek becslésére több módszer rendelkezésre áll, amelyek közül például a Shell laboratóriumában 13 aszfaltkeverék-típus vizsgálatai alapján fejlesztettek ki összefüggést, amely világszerte elfogadottá vált [14]. Az összefüggést jelen számításához jól használható a különbségek szemléltetésére, mivel figyelembe veszi az aszfaltkeverék volumetrikus összetételét. A Shell modellt az Austroads átalakította olyan formára, amely közvetlenül a tengelyáthaladási számot adja meg, az alábbi egyenlet szerint:

$$N = RF \cdot \left[\frac{6918 \cdot (0,856 \cdot V_b + 1,08)}{E^{0,36} \cdot \varepsilon} \right]^5$$

ahol:

RF	:	biztonsági tényező (jelen számításoknál RF=1,0) [-],
V _b	:	a bitumennel kitöltött térfogatarány [%],
E	:	az aszfaltkeverék merevségi modulusa [MPa],
	:	megnyúlás [microstrain].

A kétféle aszfaltkeverék esetére számított megnyúlás-ismétlésszám görbéket a 4. ábra szemlélteti.

A magas fáradási tulajdonságú aszfaltkeverék láthatóan jobban teljesít, fajlagos megnyúlástól függően több százezer, akár több tízmillió tengelyáthaladással többet képes elviselni. Felhasználva a fáradási ellenállás becsült összefüggését, elvégezhető egy mintaszámítás a megengedett megnyúlásokat figyelembe véve. A mintaszámításnál alapul vett szerkezetet az alábbi 5. ábra mutatja.

Látható, hogy a magas fáradási tulajdonságokkal rendelkező keverék esetén a kapott megnyúlás kb. 7%-kal magasabb, mint a normál keverék esetén.

3.3 Várható élettartam

Annak kimutatására, hogy a magasabb bitumentartalom esetében keletkező nagyobb megnyúlás, ám a keverék ezzel egyidejű jobb fáradási ellenállása élettartam szempontjából mit jelent, meghatározásra került a megengedett tengelyáthaladási szám. Ehhez a Shell képlet módosított változata alkalmazható, amely figyelembe veszi a shift-faktort és opcionálisan egy biztonsági tényezőt is.

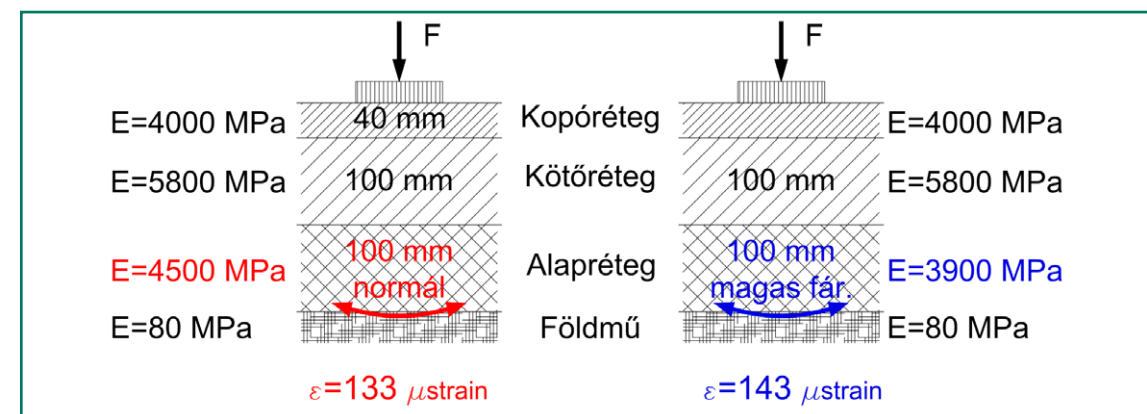
$$N_{eng} = \frac{F}{SF} \cdot \left[\frac{10^4 \cdot (0,856 \cdot V_b + 1,08)}{E^{0,36} \cdot \varepsilon} \right]^5$$

ahol:

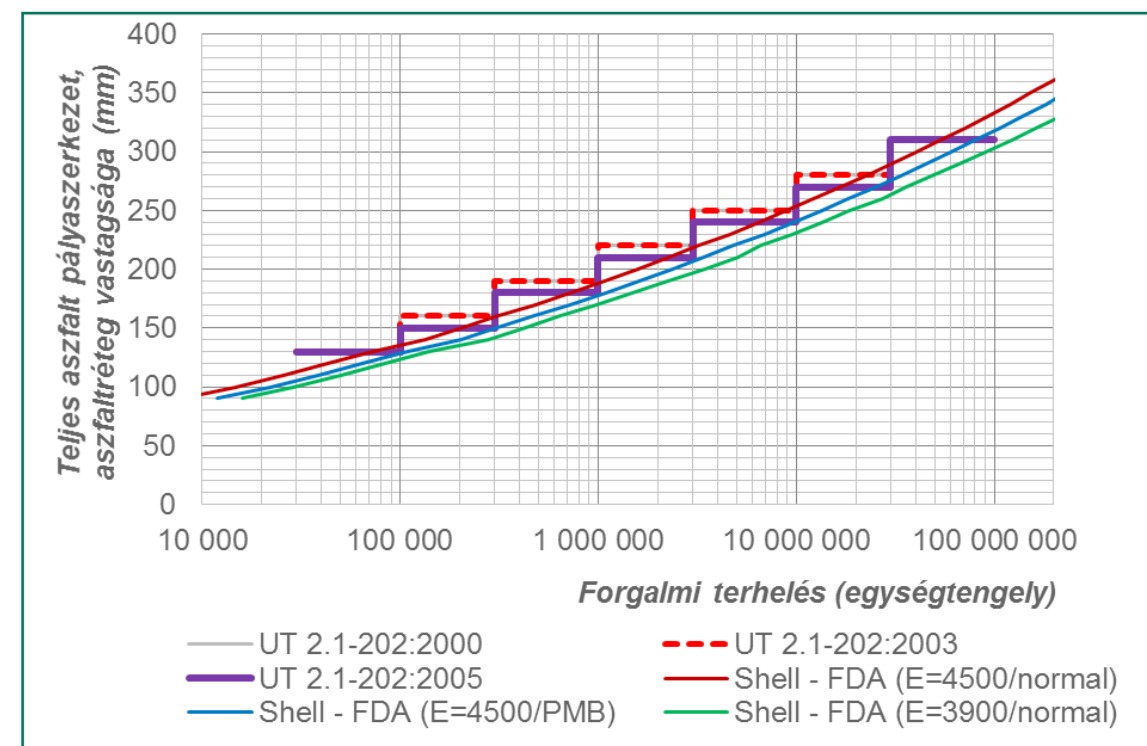
F	:	biztonsági tényező (normál bitumenek alkalmazása esetén F=1,0, modifikált bitumenek esetén F=1,50),
SF	:	shift-faktor, aszfalt alsó alapréteg esetén SF=5,0;
V _b	:	a bitumennel kitöltött térfogatarány [%],
E	:	az aszfaltkeverék merevségi modulusa [MPa],
	:	modellszámítással kapott vízszintes fajlagos megnyúlás [microstrain].

Kiterjesztve a számítást és meghatározva az adott tervezési forgalmak esetére szükséges minimális vastagságokat, az 6. ábra szerinti össze-aszfaltvastagságokat kapjuk.

Látható, a magas bitumentartalommal készített alapréteg esetén a jelentősen megnövelt fáradási ellenállás következtében lényegesen nagyobb teljesítmény becsülhető a tervezési forgalom tekintetében, így ugyanakkora forgalomra vékonyabb aszfaltvastagság is megfelel, mint a normál bitumentartalommal, illetve a modifikált bitumennel készített keverék esetén. Megfigyelhető az is, hogy a Shell-féle összefüggésekkel kapott vastagságok minden esetben nagyobbak a modifikált kötőanyaggal és a megnövelt kötőanyag-tartalommal készített alaprétegek esetében a hazai típus-pályaszerkezetek esetében, míg a normál bitumennel készített alapréteg esetében a típus-pályaszerkezetek „lépcsős” rendszere miatt néhol a szükségesnél vékonyabb aszfaltreteg épülhet.



5. ábra: A modellszámítás során alkalmazott teljes aszfalt pályaszerkezetek



6. ábra: Magas fáradási tulajdonságú aszfalt alsó alaprétegek létszített pályaszerkezetek vastagsága

4 Összefoglalás

A teljes aszfalt pályaszerkezet – full depth asphalt – versenyképes, de különös figyelmet és szaktudást igénylő megoldásként jelenik meg a nemzetközi gyakorlatban. A technológia előnyeit elsősorban az olyan országokban tudják kihasználni, amelyekben a pályaszerkezet méretezési előírások lehetővé teszik a pályaszerkezeti rétegek mechanikai jellemzőinek – merevség, fáradási ellenállás – a figyelembe vételét, azaz ún. analitikus méretezési eljárásokat alkalmaznak.

A teljes aszfalt pályaszerkezet lényegi eleme lehet a magas bitumentartalommal készített aszfalt alsó alapréteg, amely a hajlító-húzófeszültségeket tartósan képes elviselni, és a magasabb kötőanyag-tartalom miatti alacsonyabb merevsége ellenére hosszabb élettartamú szerkezetet alkot. Modellszámításokkal igazolható, hogy az ilyen szerkezetek fáradásra méretezve kisebb aszfaltvastagsággal is megfelel-

nek, illetve azonos aszfaltvastagság esetén a hagyományos szerkezeteknél lényegesen magasabb fáradási élettartammal bírnak. A modellszámítás eredményeit nemzetközi tapasztalatok is igazolják. A nemzetközi tapasztalatok szerint a magas bitumentartalmú aszfalt alsó alapréteg fáradási tulajdonsága nagyon magas értéket mutat, melynek eredményeképpen akár a PmB kötőanyagokkal készült pályaszerkezetek teljesítményét is felülmúlja.

Fontos kiemelni azonban, hogy a full depth asphalt technológia kellő körütekintést igényel, mivel a pályaszerkezet méretezését és az aszfaltkeverék optimalizálását egyidejűleg kell figyelembe venni. A méretezés és a technológia egymástól jelenleg teljesen elkülönül, így ez kockázatot jelent. Amennyiben a tervezés és a technológia egyazon folyamat részévé válik, például úgy, hogy egyazon cég végzi a tervezést és a beépítést is, a teljes aszfalt pályaszerkezet igen versenyképes megoldást jelenthet.

5 Hivatkozások

[1]	e-UT 06.03.13 [ÚT 2-1.202:2005]: „Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezése és megerősítése,” <i>Magyar Útügyi Társaság</i> , p. 34, 2005.
[2]	I. J. Rickards, P. Vail és K. G. Sharp, „Review of Full Depth Asphalt Pavements in Australia,” <i>Proc. 10th AAPA International Flexible Pavements Conference</i> , Nov. 16-20, 1997. Australia, 1997.
[3]	R. Paul, „Development in the Design and Construction of Deep Strength Asphalt Pavements in Victoria over the Past 25 Years,” <i>Proc. 10th AAPA International Flexible Pavements Conference</i> , Nov. 16-20, 1997, Australia, 1997.
[4]	L. Pethő és C. Tóth, „The development of pavement rehabilitation design guidelines for increasing the allowable axle load from 100 kN to 115 kN,” <i>Proc. 12th International Conference on Asphalt Pavements</i> , 1-5 June, 2014, Raleigh, North Carolina, pp. 1577-1586, 2014.
[5]	I. Pallós, C. Tóth és L. Pethő, „Az ISPA projektek II. üteme során javasolt felújítási technológiák,” <i>Közúti és Mélyépítési Szemle</i> 54:(6), 2004.
[6]	Közlekedésfejlesztési Koordinációs Központ, „Alternatív méretezési eljárásokra vonatkozó tanulmány és az alternatív módszerek bevezetését segítő irányelv,” <i>Kutatási jelentés.</i> , p. 500, 2016.
[7]	D. E. Newcomb, M. Buncher és I. J. Huddleston, „Concepts of Perpetual Pavements,” <i>Transportation Research Circular Np. 503</i> , 2001.
[8]	S. Martin és et. al, „Long-Life Rehabilitation Design and Construction, I-710 Freeway, Long Beach, California,” <i>Transportation Research Circular No. 503</i> , 2001.
[9]	Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek és megerősítésük méretezése, <i>Tervezet</i> , 1991.
[10]	E. Nemesdy, „Az aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezésének új szabályozása Magyarországon,” <i>Közlekedésépítés- és Mélyépítéstudományi Szemle</i> 42:(6), pp. 205-215, 1992a.
[11]	UT 2-1.202, „Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezése és megerősítése,” <i>Magyar Útügyi Társaság</i> , 1994.
[12]	UT 2-1.202, „Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezése és megerősítése,” <i>Magyar Útügyi Társaság</i> , 2000.
[13]	UT 2-1.202, „Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezése és megerősítése,” <i>Magyar Útügyi Társaság</i> , 2003.
[14]	W. Van Dijk és W. Visser, „Energy approach to fatigue for pavement design,” <i>Asphalt Paving Technology</i> 46, pp. 1-39, 1977.
[15]	E. Nemesdy, „Az új magyar típus-útpályaszerkezetek mechanikai méretezésének háttere,” <i>Közlekedésépítés- és Mélyépítéstudományi Szemle</i> 42:(8), pp. 293-306, 1992b.
[16]	J. Friedler, „A bitumentartalom hatása a keverék teljesítményére és a burkolat tervezésére,” <i>Az Aszfalt: A Magyar Aszfaltipari Egyesülés (HAPA) Hivatalos Szakmai Lapja</i> 20:(1), pp. 73-77, 2016.

Kőolajfelhasználás a robbanómotorok elterjedése előtt

Szabó Szabolcs Pál



Belföldi értékesítési vezető
MOL NyRt.

Egy átlagos felhasználó a hétköznapi életben leginkább szembevető módon az üzemanyag-felhasználáson keresztül kerül kapcsolatba a kőolaj-származékokkal. Annak ellenére is így van ez, hogy ma a kőolajtermékek felhasználása a mindennapi élet rengeteg területét felöleli, az ipari gázoktól a műanyagipari termékeken keresztül a „klasszikus” ágazatok számító közlekedésig és utépítésig. Mivel a robbanómotoros járművek felhasználása viszonylag modern dolog, a kőolaj felhasználással kapcsolatban is elterjedt percepció, hogy hasonlóan fiatal iparágról beszélünk. A 2017. évi jubileumi HAPA konferencián tartott előadásomban ezt a képet szerettem volna kicsit árnyalni, és felvillantani pár pillanatképet az ember és a kőolaj korábbi kapcsolatáról.

Az emberiség nagyon régóta használja értő és szakértő módon a kőolajat és a kőolaj-származékokat. Ezt nagyban megkönnyíti, hogy a Föld bizonyos pontjain (pl. a Közel-Keleten) a kőolaj a földfelszínhez közel található, és ezekben a régiókban olajszivárgás, olajtócsák formájában egészen kezdetleges eszközökkel is hozzáférhető. Számos lelet és forrás bizonyítja egyértelműen, hogy már az ókori egyiptomiak és sumérok is használtak bitument és szurkot házaik és csónakjaik szigetelésére, vagy falépítéskor téglák összeragasztására. Hasonló felhasználásról tanúskodik a Biblia is: Noé bárkájának építésekor, illetve Mózes megmenekülésének történetében is egyértelműen utalnak a szurok, mint szigetelőanyag felhasználására. Ragasztóanyagként más, eszközhasználatában kevésbé előrehaladott kultúrákban

is fontos szerepet töltött be – az észak-amerikai indiánok kezdetleges szerszámokkal a mai kanadai olajhomok-lelőhelyek környékén nyerték ki a fekete anyagot, és nyílhegyek ragasztására használták fel.

A kőolajszármazékok másik fontos tulajdonsága, a gyúlékonyság szintén nagyon korán kiaknázásra került. Az első olajmécsesek mintegy 3-4000 évre tekintenek vissza, de emellett a korabeli háborúkban is fontos szerepet töltöttek be a gyúlékony anyagokat hajító gépek. A kor csúcstechnikájának – és egyben a kémiai hadviselés egyik első sikerének – számított a görögtűz, amely szintén tartalmazott szurkot illetve valamilyen benzin-dízel elegyet, középpárlatot is. Adott hőmérsékleten, meghatározott sorrendben kellett az alkotóelemeket vegyíteni, így állítva elő egy vízzel olthatatlankeveréket. Az anyag évszázadokon keresztül segítette a Bizánci Birodalom túlélését, számtalan tengeri és földi ütközetben juttatva döntő előnyhöz, sőt győzelemhez felhasználóját. A recept bonyolultságát mutatja, hogy a Bizánci Birodalom eleste és egyben az eredeti útmutató elvesztése óta sem sikerült az eljárást és az anyagot pontosan rekonstruálni. Szimbolikus, hogy az egyik csodafegyver vesztét egy másik csodafegyver okozta – Bizánc jelentős részt a török ostromágyúk miatt esett el, ami egyértelműen jelezte a hadviselésben a lőpor korszakának kezdetét.

A mai modern kőolajipar kialakulásának legfőbb mozgatórugója a második ipari forradalom, pontosabban az ezzel járó, mesterséges fény iránti megnövekedett igény volt.

„Csinálj magadnak bárkát gófer fából,
rekesztékeket csinálj a bárkában, és
szurkozod meg belől és kívül szurokkal.
Ekképpen csináld pedig azt: a bárka
hossza háromszáz könyök legyen, a
szélessége ötven könyök,
és a magassága harminc könyök”

1. Biblia, Teremtés könyve 6:14-15.



2. Görögtűz használatának ábrázolása egy XIII. századi bizánci krónikában. Forrás: wikipedia.com



3. Edwin Drake és az első olajfúrótorny
Titusville mellett, 1858-ban.
Forrás: britannica.com



5. Edison első
villanykörteje.
Forrás: illuminatelife.com

A rohamléptekben szaporodó gyárakban a munkaidő beosztása egyre inkább elszakadt a napszakok természetes ciklusától, a korábbi hagyományos olajforrások (állati zsírok, bálnaolaj, illetve a felszíni kőolaj-begyűjtés) azonban képtelenek voltak lépést tartani az egyre növekvő kereslettel. Erre a problémára adott remek megoldást, hogy Pennsylvániában 1858 augusztusában Francis Drake fúrásos technológiával talált olajat mintegy 21 m mélyen. Mi sem jellemzi jobban az olajipar hőskorát, mint hogy azon az augusztusi napon egy nyugalmazott vonatkísérő, már csak pár napra elegendő pénztartalékkal a zsebében vitte sikerre a technológiát. A napi mintegy 4m³ hozammal becslések szerint rögtön meg is duplázta a világ akkori napi kitermelési szintjét. A sors finto-ra, hogy Drake az általa kirobbantott olajláz ellenére szegényen halt meg 22 évvel később.

A relative nagy mennyiségű kőolaj rendelkezésre állása rögtön életre hívta a korabeli finomító ipart, annak minden

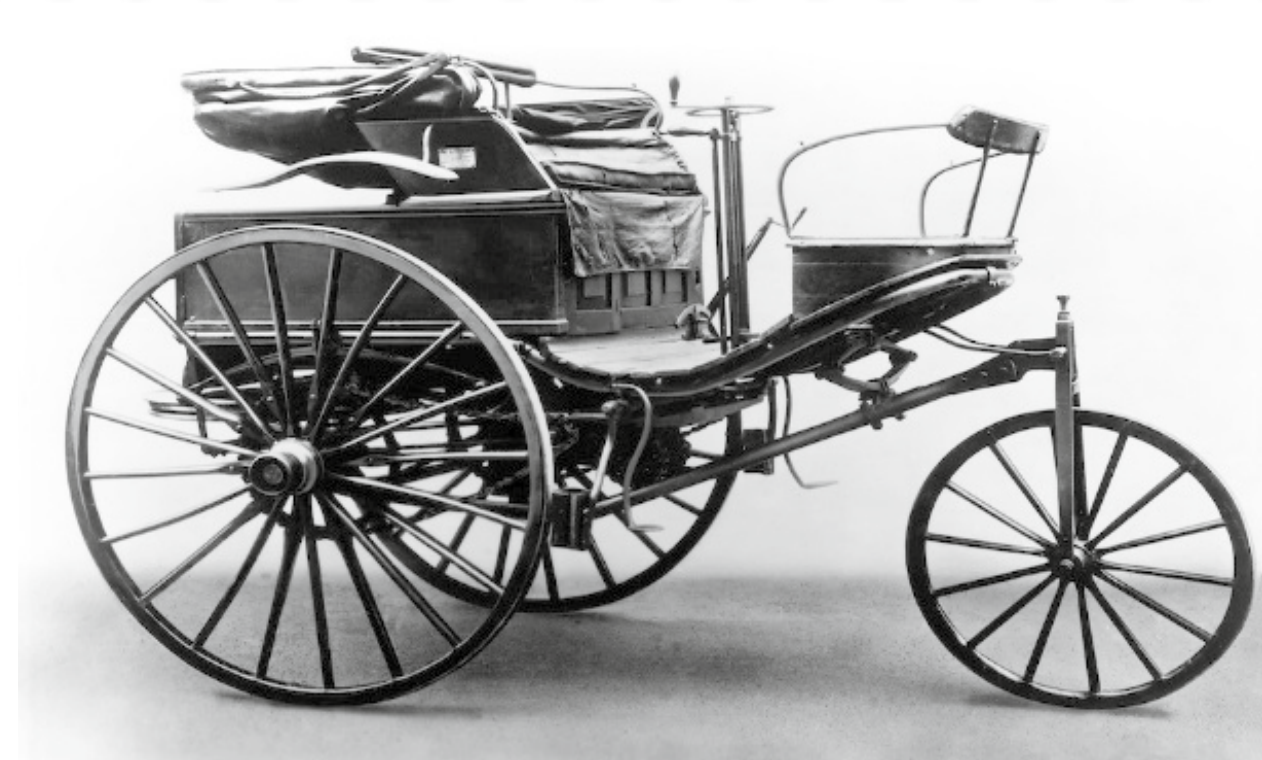
sajátosságával. Az úgynevezett „teafőző finomítók” (teapot refineries), szakaszos, kezdetleges lepárlási technológiával, mindenféle környezetvédelmi szabályozás nélkül állítottak elő lámpaolajat, ráadásul meglehetősen változó minőségben, ami zárt térben gyakran okozott halálos baleseteket. Nem csoda, hogy amikor egy bizonyos Rockefeller nevű úr cégénél először jöttek rá a standard minőségű lámpaolaj gyártásának mikéntjére, és tettek ezzel szert versenyelőnyre, annyira fontosnak ítélték, hogy rögtön a cégnévben is megjelenítették – így jött létre a Standard Oil, az első modern olajipari vállalat.

Alighogy szárba szökkent a fiatal modern olajipar, az időközben zajló rohamos technikai-technológiai fejlődés szinte rögtön életre hívta az első halálos fenyegetést is – ez volt a villamos energia világítás célú felhasználása. Edison híres mondata – „Annyira olcsóvá tesszük a világítást, hogy csak a gazdagok használják majd mécsest” – jó prófécianak bizonyult. A villamos energia ipar-nak is megvoltak a maga kihívásai (egyenáram-váltóáram háború pl.), de ennek ellenére a XIX. század végére sok amerikai nagyvárosban már olyan éjszakai kivilágítást lehetett élvezni, ami egyértelművé tette, hogy a világítás terén mely technológia lesz az egyeduralkodó.

A korszak technológiai áttörései és újításai azonban magukkal hozták az olajipar hosszú távú fő keresleti tényezőjének létrejöttét is. Amikor Bertha Benz 1888 augusztusában férje kísérelteztégeit megelégtelve megtette a ma már történelminek tekinthető 115 kilométeres utat Mannheimből Pforzheimbe, nem csak édesanyjának okozott nagy örömet a látogatásával, de egyben bizonyította a robbanómotoros gépjárművek használatában



4. Korebeli ló vontatású tartályos kocsi a Standard Oil színeiben.
Forrás: weebly.com



6. Karl Benz Motorwagenje, az első hosszú távú utazásra használt robbanómotoros jármű.
Forrás: lifeandtimes.com

rejlő hatalmas potenciált. Ugyan vidéken még sokáig kinevették, sőt sokszor kárörvendően „Valaki hozzon neki egy lovat!” felkiáltással gúnyolták a lerobbant gépek vezetőit, az autó visszavonhatatlanul terjedni kezdett és elkezdte átforgatni a világot. Ebben nagy szerepe volt John Henry Ford-nak, aki úttörő autógyártóként a mai értelemben is hatékonynak számító gyárában Michigan államban csak a Ford T modellből több mint 16 milliót gyártott 20 év alatt. Ez még a mai technológia mellett is megsüvegezendő, és sok autómódell esetében elérhetetlen szám. Fontos szempont volt az elterjedésben, hogy a hatékony gyártás és az ügyes üzletpolitika hatására egy Ford munkás egyévi béréből meg lehetett venni egy autót. Nem lehet elismerni a hatalmas különbség mellett: míg egy hátslós birtoklása évszázadokon keresztül privilégiumnak számított a feudális társadalmakban, Bertha Benz híres utazása után mintegy 30 évvel már egy gyári munkás vagy jobb módú földműves számára is reális közelségbe került egy autó birtoklása.



7. Tankok bevetés előtt az első világháborúban.
Forrás: ifelix.co.uk

A jelenség nem került, nem kerülhetett el a hadseregek figyelmét sem. Az akkori világ első számú tengeri nagyhatalma, Nagy-Britannia 1912 májusában eresztette vízre az első robbanómotoros hajtású csatahajóját, és ezzel egyértelmű jelzést adott a világnak arról, hogy a hadviselésben is új idők jönnek. Hatalmas elhatározás és bátor lépés volt ez egy olyan ország haditengerészetétől, amely a walesi szénbányák révén nagy mennyiségben rendelkezett remek minőségű feketeszénrel, a gőzmeghajtású hajók elsődleges hajtóanyagával. Persze az Admirális talán sosem szánja rá magát a lépésre, ha egy bizonyos Winston Churchill az Admirális első lordjaként nem kényszeríti ezt ki a testületből. Az akkor még fiatal Churchill ebben a helyzetben is nagy kvalitásokról tett tanúbizonyságot – és a későbbi évtizedekben is sokszor hallott magáról a világtörténelem döntő pillanataiban.

A nem sokkal később kitörő első világháború rengeteg szenvedést okozott az embereknek, és talán nem túlzás kijelenteni, hogy egyedüli igazi győztese a gépek voltak. A gépesített hadviselés a háború végére valósággá vált, miközben a halált magasból szóró repülőgépek, a mindent eltipró tankok világában a katona individuumból gépkezelővé, a halál gyárosává személytelenedett. Ugyanakkor a háború során az éppen városiasodó fejlett társadalmak fiataljainak tízezrei kaptak valamilyen gépkezelői képzést, melyet otthonaikba térve sem feledtek. A háború végén a tömeghadseregek leépítésre kerültek, a feleslegessé vált motoros járművek hulladék áron kiárulva gazdára és szakértő kezre letek a mezőgazdaságban, a kisipari üzemekben, vagy éppen a közlekedésben. A sok szenvedés mellett így a háború hozadéka volt a gépesítésben tapasztalt nagyfokú fejlődés is. A robbanómotoros gépek, és ez által a kőolajtermékek motorhajtóanyagként való felhasználása feltartóztathatatlanul a mindennapi élet része lett.

Kőfeldolgozó technológiai sor átépítése a KŐKA Kft. komlói bányaüzemében 2016 - 2018

Merkel István



**ügyvezető
KŐKA Kő- és
Kavicsfeldolgozó Kft.**

A KŐKA Kft. a Strabag cégcsoport tagvállalataként Magyarországon a kő- és kavicsbányászati tevékenység egyik meghatározó szereplője.

A társaság 2000-ben alakult, a cégcsoporthoz tartozó önálló gazdasági társaságok összeolvadása révén.

A cég bányászati tevékenysége felöleli az eruptív-, és üledékes kővek, kavics, homok, ipari homok kitermelését és feldolgozását.

Termékeivel jelen van az építőipar minden területén, mint a mély- és magasépítés, betongyártás, üvegipar.

A KŐKA Kft. egyik meghatározó üzemegysége a komlói andezitbánya, ahol az 1900-as évek elején kezdődött a jó minőségű andezit bányászata és feldolgozása.

A komlói kőbánya a privatizáció során, 1993-ban került az osztrák Bau-Holding, jelenleg Strabag cégcsoport tulajdonába.

A jelenlegi megkutatottság alapján a bánya területén 101 millió tonna jó közetfizikai tulajdonságokkal rendelkező műrevaló andezit található.

A bányában kitermelt és feldolgozott andezit kőzetet aszfaltgyártáshoz, vasúti ágyazathoz, betongyártáshoz és útépítéshez, illetve terméskőként használják az építőiparban.

A KŐKA Kft. 2013-ban átfogó fejlesztési stratégiát fogalmazott meg, melynek jelentős eleme a komlói kőbánya technológiai sorának átépítése 2016 – 2018-ban.

A beruházás ütemei:

I-II. ütem 2016 – 2017
III. ütem 2017 – 2018

A teljes beruházás tervezett költsége meghaladja a 2,0 mrd forintot, a fedezetet a tulajdonos saját forrásokból biztosítja.

A beruházás célja:

A tervezett fejlesztés célja a termékek minőségének javítása mellett a vasúti kő kihozatal növelése, a környezeti porterhelés csökkentése. Jelentős szempont a technológiai rugalmasság növelése és az üzemeltetési, karbantartási, javítási költségek optimalizálása.

1. A minőség javítása

- ✓ a termékek felületére tapadt por csökkentése
- ✓ a 0/2 és 0/4 frakciók 63 µm alatti mennyiségének csökkentése
- ✓ a kőzet felületén lévő szennyező anyagok leválasztása (metilénkék)

2. Környezet- és munkavédelem:

- ✓ technológiák és gépek működéséből adódó kiporzás csökkentése
- ✓ silókból történő közvetlen rakodási lehetőség
- ✓ hatékony porleválasztással a környezeti porterhelés csökkentése

3. Üzemeltetési költségek csökkentése

- ✓ az 1970-es években megépült, időközben gépcserékkel korszerűsített technológia fenntartási, javítási költségei jelentősen megnőttek, ezért szükségessé vált a teljes technológia kornak megfelelő műszaki színvonalra történő teljes átépítése

Tervezők és kivitelezők:

- Az elő tervek a komlói bányáüzemben készültek
- Engedélyezési, kiviteli tervek: D-P Konzorcium Kft., Bélapátfalva
- M Mérnöki Iroda Kft., TOTAL Kft., KŐKA Kft.
- Engedélyező hatóságok: Baranya Megyei Kormányhivatal Műszaki Engedélyezési és Fogasztóvédelmi Főosztály, Bányászati Osztály, Baranya Megyei Kormányhivatal Környezetvédelmi és Természetvédelmi Főosztálya
- Kivitelező: I-II. ütem, D-P Konzorcium Kft.
III. ütem, tender előkészítés alatt

Az új technológia:

A termelés során a hagyományokkal szakítva, a hang-súly kifejezetten a szűk frakciók gyártására került.

A technológia ezen kialakítása lehetőséget ad gyakorlatilag bármilyen frakció előállítására a 0-32 mm-es tartományban az adagoló szalagok és receptúra beállításával.

A szűk frakciók előállítása korszerű törő- osztályozó gépekkel történik, hatékony porelszívás mellett.

A beépített szállítószalagok burkoltak, az átadási pontok porelszívó rendszerbe kötöttek.

I – II. ütemben beépített új gépek:

- Sandvik CV 217 függőleges tengelyű törő, 200 kW
- Binder Bivitec kétsíkú, nagy gyorsulási osztályozó gép
mérete: 2700 mm x 7000 mm
mezőzése: felső sík: 2 x 8 mm
alsó sík: 0,4 x 4 mm
- 2 db. Scheuch Porelszívó berendezés
70.000 m³/óra
40.000 m³/óra
- mindkét portároló silóhoz nedvesítő csigarendszer került kiépítésre a leválasztott por kitárolásához



Meglévő, felújítás után áttelepített berendezések:

- Metso HP 200 kúpos törőgép, 132 kW
- Sandvik Master FLO CS143T osztályozó gép
mérete: 2400 mm x 6000 mm
elválasztás: 32 mm / 22 mm / 16 mm
- Sandvik Master FLO CS 173T osztályozó gép
mérete: 2400 mm x 7200 mm
elválasztás: 11 mm / 8 mm / 4 mm

Az I-II. ütemben elkészült egy 35 x 10 x 31,5 méter nagyságú osztályozó-, siló épület, melyben a három osztályozó gép és a 70.000 m³/óra teljesítményű porelszívó berendezés kapott helyet.

Az osztályozó gépek alatti 8 db. siló 3150 tonna késztermék befogadására képes. A tároló silókból lehetőség van közvetlen gépkocsi rakodásra, további késztermék silók megtáplálására illetve szabadtéri depóniák töltésére.

A siló-osztályozó épület földszintjén került elhelyezésre a villamos kapcsoló-elosztó helyiség, a kompresszor állomás és a víztározó rendszer.

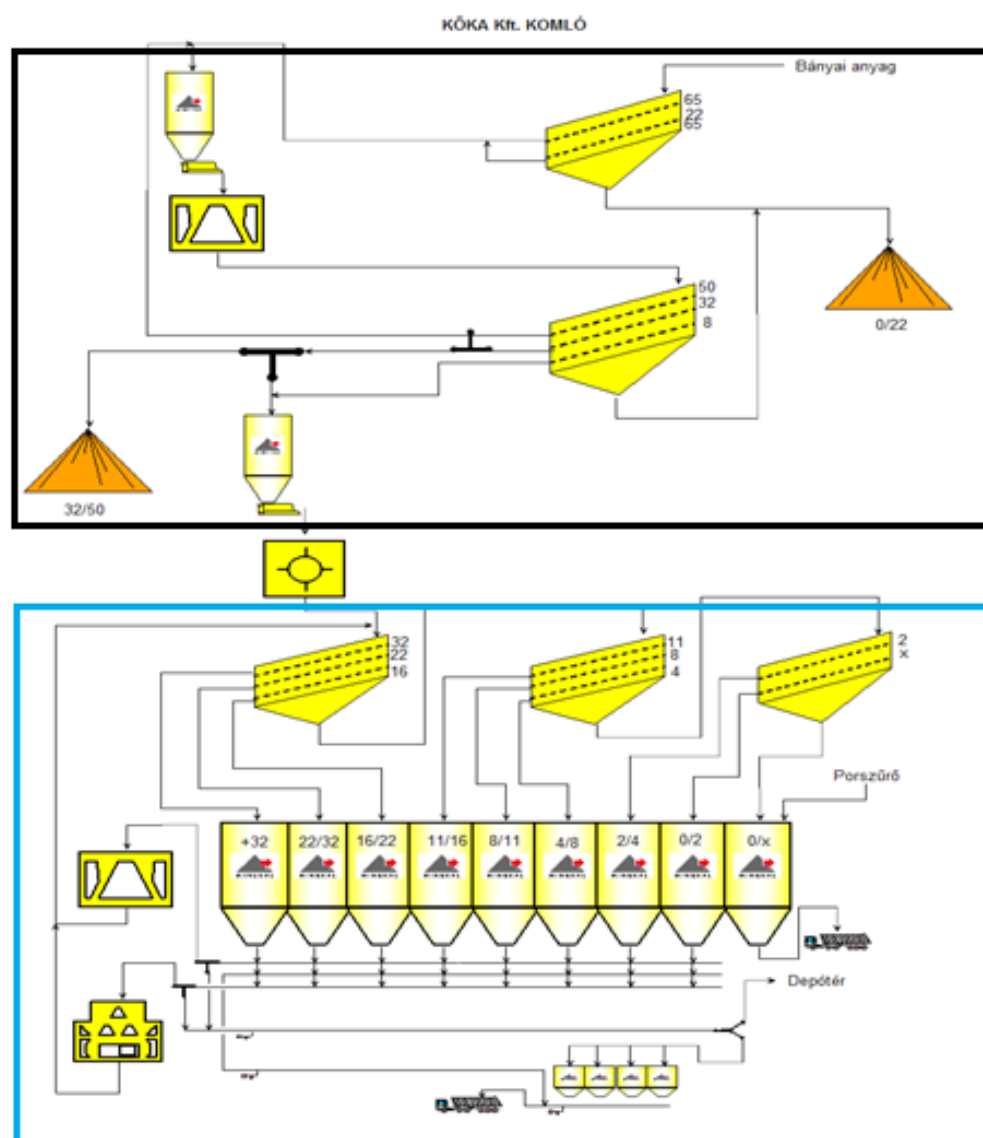
Külön épületben kapott helyet a kúpos- és függőleges tengelyű törőgép. A függőleges tengelyű törőgép fordulatszám frekvencia váltóval vezérelhető, így szemalakovatásához is hatékonyan alkalmazható.

Mindkét épület gépeit, az átadási pontokat nagy teljesítményű, zsákos porszűrővel ellátott porelszívó berendezés szívja meg, majd választja le a port.

A leválasztott por gyűjtő silóba kerül, a porsilók ürítése nedvesítő csigarendszerrel történik.

A technológiába a legkorszerűbb hajtóműves motorok, Contitech hevederek illetve komplett PLC vezérlés került beépítésre.

A vezérlő helyiségben a szakvezető diszpécser a teljes gyártási folyamatot figyelemmel kísérheti monitoron.



Az I. – II. ütem próbaüzemének tapasztalatai:

- ✓ a technológia, a beépített berendezések az elvárásoknak megfelelően, jól működnek
- ✓ a programozás megfelelő, a termelési folyamatokhoz szükséges, előre várt és tervezett illesztésekkel a technológia vezérlése jól működik
- ✓ a keverési receptúrák ellenőrzése és beállítása sikeresen megtörtént
- ✓ a gyártott késztermékek megfelelő minőségűek

- a 0/2 és 0/4 frakciók 63 µm alatti része < 6%
- a 2/4; 4/8; 8/11; 11/16 frakciók 63 µm alatti része < 0,5%
- minden termék lemezessége < 20%

A porszivás hatékonysága jó, akkreditált, független laboratórium méréseivel igazolt.

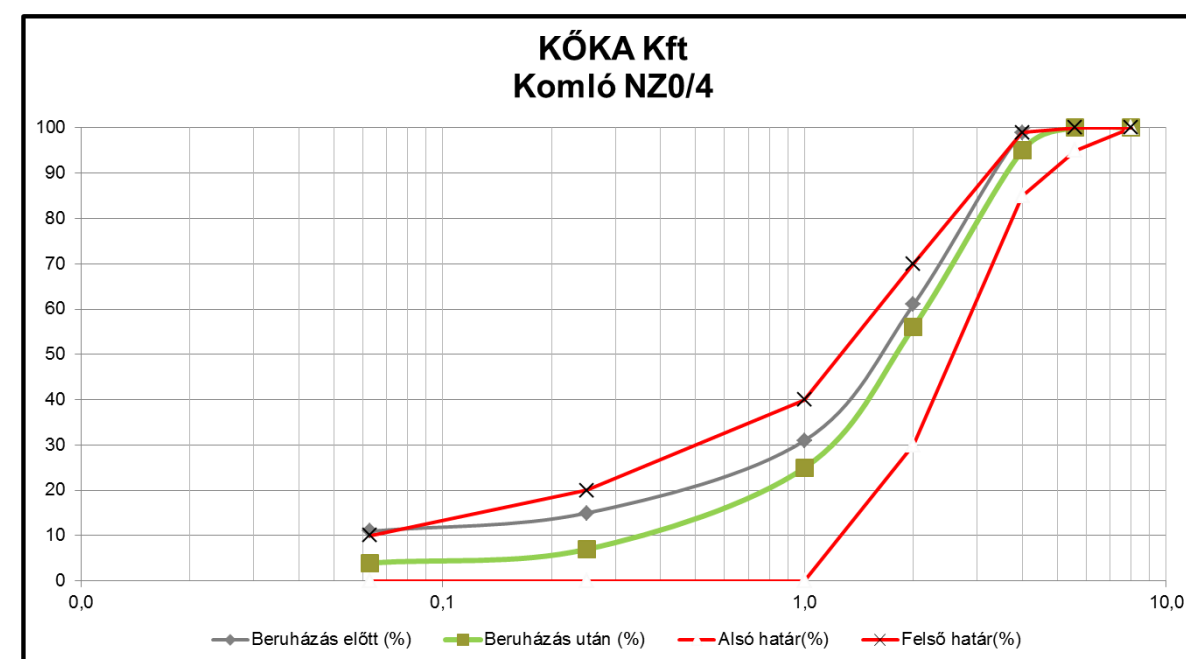
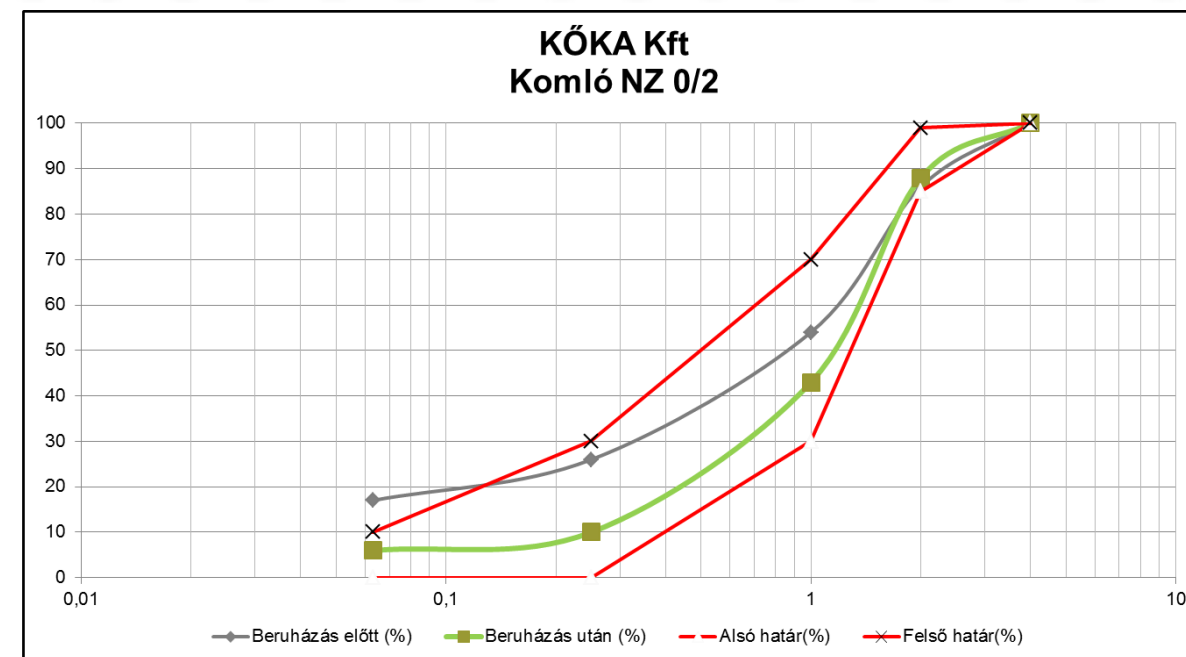
III. ütem (2017 – 2018)

A tervezett technológiai fejlesztés két fő feladatra koncentrálódik:

- vasúti ágyazati kő (NZ 32/50) gyártási kapacitásának növelése
- kőzet felületére tapadt idegen ásványok (metilénkék) eltávolítása szekunder törési fázis után

Beépítésre tervezett gépek:

- ☐ METSO CVB 302P előleválasztó osztályozó gép
méret: 8870 mm x 6100 mm
elválasztás: 65/22 mm
- ☐ METSO HP 400 kúpos törőgép 315 kW
- ☐ METSO CVB 403 osztályozó gép a vasúti kő kiosztályozásához; és első por (metilénkék) leválasztásához
méret: 2400 mm x 6100 mm
elválasztás: 50 mm / 32 mm / <8 mm



Összefoglalás:

A KÓKA Kft. komlói bányáüzemében 2016 – 2018. évben a feldolgozó technológia területén jelentős mértékű beruházásra került/kerül sor.

A meglévő technológia elbontásra kerül és helyére egy teljesen új elveken alapuló technológia kerül megépítésre.

A zárt technológiai rendszerben, fő hangsúlyt kapott a szűk frakciók gyártása, ahol a gyártás során keletkező port nagy teljesítményű porszivó egységek szívják el és porszűrők választják le.

A termékek silókban tárolhatók, innen közvetlenül gépjárművekbe, átmeneti tároló silókba illetve depóniákba továbbíthatóak.

Az I-II. ütemben végrehajtott beruházás során az új technológia gépei az elvárásoknak megfelelően, jól működnek.

Az ellenőrző vizsgálatok az előzetes várakozásnak megfelelően igazolták a termékek minőségének javulását.

A 63 µm alatti rész jelentős csökkenése mellett, javult a termékek lemezességi száma. Különösen igaz ez a 4/11-es frakcióra, amelynél a lemezesség < 13% mértékre csökkent.

A III. ütem elsődleges célja a vasúti ágyazatkő (NZ 32/50) kihozatalának növelése, valamint a II. törési fázis során a kőzetek felületén lévő szennyező anyagok eltávolítása a metilénkék érték csökkentése érdekében.

Az aszfaltkeverékekre, aszfaltrétegekre vonatkozó útügyi műszaki előírások új tervezetei

Dr. Pallós Imre



c. egyetemi docens

1. Előzmények

Az EN 13 108:2006 szabványsorozat alapján a Magyar Útügyi Társaság által készített 2010 évi útügyi műszaki előírásaink még viszonylag jól illeszkedtek az európai országok által akkor ugyancsak nemzeti alkalmazási dokumentumokként kiadott előírásainak sorába. Előírásainknak a műszaki fejlődéssel lépést kell tartania, nem tarthatók statikus állapotban. Bizottságunk a CEN vonatkozó műszaki szabályozásának munkáját, és a magyar útépitési gyakorlatra nagyobb hatással bíró néhány külföldi ország (közülük is elsősorban Németország és Ausztria) megújuló műszaki szabályozási munkáit –ahogy korábban is– 2010 után is igyekezett nyomon követni.

Igy 2010 után már egy-két év elteltével is tapasztaltuk, hogy:

- a CEN 227 TC az EN 13 108 szabvány-sorozat korszerűsítési munkáit megkezdte, erről különböző forrásokból híradásaink voltak,
- tudtuk, hogy a francia, a német és osztrák előírásokon intenzíven és folyamatosan dolgoznak. Külön is kellett figyelniük az aszfaltrétegekre vonatkozó munkákat, mert az aszfaltrétegekre vonatkozó műszaki szabályzatok továbbra is nemzeti hatáskörben maradtak, ebből következően a nemzeti adottságokhoz, a korábbi gyakorlatukhoz igazodó nagyobb különbségek is lehetnek az európai országok előírásaiban,
- az osztrákok a 2010. évi kiadású előírásaik megfigyásával 2012.-ben az aszfaltkeverékekre, 2013.-ban pedig az aszfaltrétegekre a felhasználási viselkedésre irányuló kiegészítő előírásokat (Gebrauchs verhaltensorientierter Ansatz) jelentettek meg,
- a németek 2014. elején a rétegekre vonatkozóan magas színvonalú előírást (ZTV Asphalt-StB 07/13) adtak ki,
- a kedvezőtlen hazai tapasztalatok miatt kerestük azokat a szabályozási elemeket, amelyek - megfelelő plasztikus alakváltozási ellenállás biztosítása mellett - a korábbiaknál nagyobb bitumentartalmú aszfaltkeverékek tervezésére-építésére ösztönöznek,

- sürgetőnek ítéltük, hogy az energiatakarékosabb, környezetkímélőbb WMA technológia hazai alkalmazhatóságát megfelelő szabályozási háttérrel teremtsük meg, mert e nélkül ezen eljárás terjedése nem tud hatékony lenni,
- a MOL Nyrt. gumival módifikált bitumenjének mielőbbi alkalmazhatóságát is segíteni akartuk,
- a rétegek vonatkozásában több változtatást, finomításokat tartottunk indokoltnak,
- a megfeleléstegtanúsítás, az elszámolás korábbiaknál korszerűbb változatának mielőbbi kimunkálását és bevezetését is fontosnak gondoltuk.

A MAÚT útügyi műszaki előírásainak kiadását kormányzati felülvizsgálat során 2012. februárban (öt éve) felfüggesztették. Ennek hatására a MAÚT összes szakbizottságában leálltak a műszaki előírások készítése, korszerűsítési munkái. Több elkészített, sőt közmegegyeztetési eljárás is átment előírás már nem is kerülhetett kiadásra. (Ettől az időponttól a MAÚT gondozásában csak néhány un. „Tervezési Útmutató” készült, ezek azonban csak ajánlasként kiadható, alacsonyabb szintű szabályzatok.)

Az adott helyzetben - saját elhatározásunkból - 2014. végén szakbizottságunk is hozzáfogott az „aszfaltos” Tervezési Útmutatók készítéséhez, a 2010 évi előírásaink fejlesztési szándékával, mielőbbi kiadhatóság reményével. A MAÚT a Közúti Közlekedésfejlesztési- és Koordinációs Központtól 2016. áprilisában az aszfaltrétegekre, majd júliusban az aszfaltkeverékekre vonatkozó útügyi műszaki előírások tervezetének elkészítésére - rendkívül rövid határidővel - megbízást kapott. Ezek gyors kidolgozása nem ment volna előzetes munkálataink nélkül.

2. A főbb változások ismertetése

A következőkben csak felvillantás-szerűen tudjuk a fontosabb változásokat bemutatni, mind az aszfaltkeverékekre, mind pedig az aszfaltrétegekre vonatkozó előírásaink eseteire. Ezt megelőzően azonban kiemelve mutatjuk be a

forgalmi terhelési osztályok						
A	B	C	D	E	K	R
igénybevételi kategóriák						
normál (N)		fokozott (F)			intenzív (I)	

1. táblázat. Utak igénybevételi kategóriái

Kötőanyag fokozata	Az aszfaltkeverék hőmérséklete, legfeljebb, °C
70/100	180
50/70	
35/50	
10/20	
Polimerrel módifikált bitumenek	A kötőanyag gyártójának előírása szerint
Modifikálószer használata esetén	ÉME (érvényességi idejének lejárataig), NME, ETA szerint

2. táblázat: Megengedett legnagyobb gyártási hőmérsékletek

magától értetődően mindkét előírásunkat érintő változást. A korábbi „normál” és a „fokozott” igénybevételi kategória mellett ugyanis egy új – az „intenzív” igénybevételi kategória is bevezetésre kerül, az 1. táblázat szerint.

Az egyes igénybevételi kategóriákba eltérő teljesítményű, (N), (F), illetve (mF) és (mI) jelzetű aszfaltkeverékeket kell építeni. Látható, hogy a besorolás egyszerűsödött, a besorolás csak a forgalmi terhelési osztálytól függ.

2.1. Változások az aszfaltkeverékek előírásában

- a korábban külön-külön előírásokban szerepeltetett aszfaltkeverék főtípusokat most egyetlen (közös) előírásba rendeztük,
- új aszfalttípusokkal bővült a választék, nevezetesen;
AC 16 alap-kopó,
AC 16 (F), AC 16 (mF), AC 16 (mI), AC 22 kötő (mI),
AC 8 kopó (F) AC 8 kopó (mF) és AC 11 kopó (mI),
SMA 8 (mI) és SMA 11 (mI) típusokkal.
Megjegyzés: A korábbi AC 16 kötő (mNM), AC 22 kötő (mNM) és az AC 22 kötő (NM) típusok viszsza vonásra kerültek.
- a GmB 45/80-55 jelű gumival módifikált bitumen valamennyi AC (mF) típusú aszfaltkeverék gyártásához használható,
- bevezetésre kerültek a mérsékelt meleg eljárással gyártott hengerelt aszfaltok, illetve a mérsékelt forró eljárással gyártott öntöttaszfaltok,
- az EN- előírásoknak megfelelően csak az aszfalt megengedhető legnagyobb gyártási hőmérsékletet lehetett előírni, ami a 2. táblázat szerinti;
- Az EN 13108:2016 előírásban megszűnt az un. fundamentális és az empirikus aszfalttervezési módszer megkülönböztetése, így az aszfaltbetonok B_{min} minimálisan előírt bitumen-tartalmai a korábbiaknál nagyobbak lehetnek,

- a tervezési (Marshall) hézagtartalomra vonatkozó követelmények a rétegekre előírt követelmények prioritásai szerint módosulnak, szigorodnak,
- a maradó alakváltozási ellenállásra (a keréknyomképződésre) vonatkozó követelmények nem módosulnak,
- a vízerzékenység korábbi követelményei kis korrekciót igényeltek,
- a merevséget csak az IT-CY vizsgálattal lehet meghatározni,
- a fáradás meghatározása változatlanul két-, és négy pontos hajlító vizsgálatokkal lehetséges,
- az EN 13 108-21 szerinti üzemi gyártásellenőrzés szabvány adta lehetőség alapján összetételi ellenőrzésként már az egyes paraméterek középértékeinek alakulását is elemezni kell. A hézagtartalom ellenőrzését ajánlottan tarjuk. (A szabályozási elemek ezen változásai segíthetik azt, hogy az egyes jellemzők értékei minél jobban közelítsenek az előírt értékekhez.)

2.2. Változások az aszfaltrétegek előírásában

- viszonylag sok a változás,
- a fogadófelülete előkészítésének előírásai szigorodtak,
- a rétegek együttdolgoztatásának igénye hangsúlyosabbá vált. A fogadófelület állapotától függően (zárt, mart, kipergett, porózus) újszerű ajánlasként adjuk meg a ragasztó emulzió visszamaradó bitumenjének a felület állapotától függő „től – ig” mennyiségeit,
- a beépítési hőmérsékletek a mérsékelt meleg, illetve a mérsékelt forró eljárások eseteire is szabályozásra kerültek. A 3. ábra a hengereltaszfaltok beépítése során megkövetelt hőmérsékleteket mutatja be.
- Aszfaltrétegek minőségi követelményei kissé bővültek, a következők szerint:

A bitumen típusa és fokozata	Beépítési hőmérséklet, °C	
	normál aszfaltok	mérsékeltlen meleg aszfaltok
útépítési bitumenek:		
B 35/50	≥ 150	≥ 130
B 50/70	≥ 140	≥ 120
B 70/100	≥ 140	≥ 120
polimerrel modifikált bitumenek:		
10/40-65	≥ 160	≥ 135
25/55-65	≥ 150	
45/80-65	≥ 150	
gumival modifikált bitumen:		
GmB 45/80-55	≥ 160	-

3. táblázat: Hengerelt aszfaltok beépítése során megkövetelt hőmérsékletek

általános követelmények;
az un. „minősítő” követelmények;

- vastagsági,
- tömörségi (ismét),
- hézagtartalmi;
- keverék-összetéti,
- felületi egyenletességi,

egyéb követelmények;

- a kopóréteg makroérdessége,
- az aszfaltburkolati rétegek rétegtapadása (újszerű előírással),
- a megépült aszfaltburkolat geometriai jellemzői.

A minősítő jellemzők követelményei az alábbiak:

- **Rétegvastagság;**
valamely (kopó-, vagy kötő-, vagy alapréteg minden egyes mintájára (az *egyedi* mintákra) vonatkozóan a vastagság megengedett tűrése:

- ha az előírt vastagság ≤ 40 mm, akkor:
előírt érték -15 %
- ha az előírt vastagság > 40 mm, akkor:
előírt érték -10 %

Több minta esetén az egyes rétegek *előírt vastagságának negatív tűrései* a mintaszámtól függenek. Az *átlagnak* az előírt értéktől való megengedett tűréshatárai:

- 2-4 mintaszám esetén: -10 %
- 5-9 mintaszám esetén: -8 %
- ≥ 10 mintaszám esetén: -5 %

Az *előírt érték pozitív irányú eltérését az előírás megengedettnek tekintik, és erre vonatkozóan külön követelményt nem támaszt.*

- **Tömörségi fok;**

- ≤ 30 mm előírt vastagságú réteg esetében legalább: 97,0 %
- > 30 mm előírt vastagságú réteg esetében legalább: 97,5 %

N igénybevételi kategória esetén a beépítési vastagságától függetlenül a tömörségi fok legalább 96 % legyen.

- **Hézagtartalmak;**

- SMA kopórétegek: ≤ 6,0 V%
- AC kopórétegek: ≤ 6,5 V% (≤ 8,0 V%)
- AC kötő-és alaprétegek: ≤ 7,5 V% (≤ 9,0 V%)

(Zárójelben: az N igénybevételi kategóriába tartozó utakra, továbbá kerékpárutakra, gyalogjárdákra vonatkozó követelmények.)

- **Keverék összetétel;**

Minden egyes minta (az egyedi minták) vizsgálati eredményének előírt értéktől való megengedett tűréseire az MSZ EN 103108-21 szerinti egyedi eltérések megengedettek. Az összetéti jellemzők (B, 0,063, 2,0 és D) kétoldali tűréshatárai a mintaszámtól függenek. Ha a mintaszám 2, vagy annál több, akkor a réteg egyes mintáinak valamely összetéti jellemzőjének értékeiből átlagot kell képezni. Az átlagnak az előírt értéktől való megengedett tűréshatárait adja meg az előírás.

- **Felületi egyenletesség;**

Mérési módszerek: ÚT-02, IRI, 3 méteres lécz, a követelmények az alábbi szempontok szerint változnak;

- **útkategóriák szerint:**
 - gyorsforgalmi utak,
 - I. rendű főutak, gyűjtő-elosztó útpályák,
 - II. rendű főutak, gyorsforgalmi utak csomóponti ágai és pihenőhelyi útjai, belterületi kiemelt utak,

- mellékutak, egyéb belterületi utak változnak a követelmények.

- *az épített rétegszáma szerint:* a követelmények egy-, illetve két, vagy több réteg építése szerint változnak.

A mérések alkalmazásának előírásai:

- gyorsforgalmi utak és az I. rendű főutak építése és felújítása során az IRI index minden esetben minősítő paraméter, a legalább 500 méter beavatkozással érintett szakasz(ok)on,
- II. rendű főutak, gyorsforgalmi utak csomóponti ágai és pihenőhelyi útjai, belterületi kiemelt utak, mellékutak, egyéb belterületi utak esetében *vagy* az IRI méréssel, *vagy* az ÚT 02 méréssel meghatározott felületi egyenletlenség egyaránt lehet minősítő paraméter.

4. Megfelelőségtanúsítás, elszámolás

A minőség tanúsításának elve nem változott, azaz a vállalkozó a kivitelezési munka befejezése után a megfelelés igazolásra készített dokumentációban nyilatkozik a vizsgálati-, mérési eredmények alapján, hogy:

- *a munka minden tekintetben megfelel* a minőségi követelményeknek, vagy
- a tűréshatárral vagy a küszöbértékkel előírt követelménynek ugyan túllépése van, de a túllépés mértéke az értékcsökkentési határt nem haladja meg. Ebben az esetben a túllépés mértékétől függő értékcsökkentési tényezőket alkalmazva értékcsökkentési levonással a munka átvehető. (Ha valamely érték tűréshatár-túllépése az értékcsökkentési határon kívüli, akkor a munka az szerződésnek nem megfelelő, azaz nem vehető át az eredeti célra. (A rétegvastagsági és keverék-összetéti követelmények tűréshatárral előírtak, a tömörségi-, a hézagtartalmi-, és a felületi egyenletességi követelmények pedig küszöbértékekkel szabályozottak.)

Az értékcsökkentési levonás számítása módosult, mert az értékcsökkentési levonás kétféle számítási módszerét kell alkalmazni, nevezetesen;

- a küszöbértékkel előírt *tömörségi-, hézagtartalmi-, és felületi egyenletességi* követelmények vonatkozásában az *egyes egyedi minták* elfogadható túllépései függvényében az egyes jellemzőkre vonatkozó értékcsökkentési tényezőkkel kell minden egyes értékelési szakaszra az értékcsökkentési levonást számítani,
- az átlagértékkel előírt *rétegvastagság* és az összetéti jellemzők vonatkozásában az értékcsökkentési levonást két-, vagy több minta esetén az egyedi minták értékeiből *számított átlagnak* a mintahalmaz számától függő tűréshatárainak elfogadható túllépési szerint kell számítani.

Az új előírásban a megfeleléségtanúsítás és az elszámolás szabályozási elemei a korábbiakhoz képest pontosabbá váltak, az előírásban a levonás számítására a mellékletben példát láthatunk.

5. Záró megjegyzések

Az alaptörvényünknek meg kell felelnünk, ezért nem vitatható, hogy az útügyi műszaki előírások kiadásának leállítása jogos volt. Átmeneti intézkedéseket azonban nem léptettek életbe, műszaki szabályzataink készítésének munkálatai hosszú időre leálltak. Ebből következően a *folyamatos műhelymunkát igénylő műszaki szabályozási munkánk 2012.-től nem tudott lépést tartani a műszaki fejlődés támasztotta igényekkel*. Így az aszfaltos területen az előírásunk fejlesztését tekintve elmaradt például a WMA technológia-, a gumival modifikált bitumen bevezetése, vagy például a megfeleléség értékelésének, az elszámolásnak a korábbiaknál jobb szabályozása.

2015.-ben megkezdődött a *Közutak Tervezési Szabályzatának*, 2016.-ban pedig a *Közutak Építési Szabályzatának* kidolgozása. Ezek a szabályzatok ugyan elkészültek, de rendelet formájában a mai napig nem adták ki, miközben ezek hatályba léptetése az útügyi műszaki előírások kiadásának előfeltétele. Várható ezen rendeletek kiadása, ezért vélhetően hamarosan elkezdődhet az útügyi műszaki előírások (időben ütemezett) kiadása is. Mindenesetre a MAÚT valamennyi munkabizottságának már erőteljesen dolgoznia kellene.

A termékek, a létesítmények tekintetében minden érintett szereplő számára tökéletesen jó műszaki előírás nincs, nem is lehet. Valamennyi elképzelhető helyzetre kiterjedően ugyanis előírásaink nem adhatnak mindenben pontos, aprólékos szabályozást, továbbá az Építetű és a Vállalkozó nem azonos érdekeltségű, stb. Ezért nagy fontosságú az un. *közmegegyeztetési eljárás lefolytatása, az észrevételek mindenki számára elérhető, nyilvános megválaszolása*. (Tervezeteink esetében most ez számunkra több tanulsággal is szolgált.)

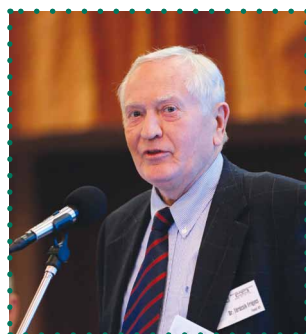
A MAÚT munkáját abban is segíteni kellene, hogy meg tudja teremteni annak intézményesített feltételeit, hogy az előírások korszerűsítésére nem ad hoc jellegű, hanem állandó munkabizottságokat tudjon létrehozni. Ezekhez a munkabizottságokhoz (szakbizottságokhoz) kellene a különféle ipari probléma-felvetéseket folyamatosan is érkeztetni, hogy azokat rendszerességgel tudják megtárgyalni, megválaszolni. A szakbizottságok munkájához azt is biztosítani kellene, hogy a különféle paraméterek vizsgálati eredményei számukra mintegy adatbankszerűen rendelkezésre állhassanak, hogy azokat hasznosíthassák a korszerűsítési munkákhoz.

A feladat tehát nem csak az, hogy beinduljon újra az útügyi műszaki előírások kiadása. *Az állami feladatot képező műszaki szabályozási munkát korszerűsíteni is kell*, megteremtve annak összes alapfeltételét. E feladatok végrehajtására sok szempont alapján is változatlanul a Magyar Út- és Vasútügyi Társaság tartható a legalkalmasabb szervezetnek.

A hosszas várakozás után most reménnyel tölthet el bennünket az, hogy miniszteri elrendelés alapján a Magyar Közút Zrt. a műszaki szabályozás ügyét kezelésbe vette. *Mind az aszfaltkeverékekre, mind az út-pályaszerkezeti aszfaltretegekre vonatkozó korszerűsített előírások gyakorlatilag elkészültek*, ezek tehát a legelső csomagban kiadatok lesznek. A kérdés csupán az, hogy ez mikor következhet be.

„150 éves a hazai aszfaltútépítés” szakkönyv készítéséről tájékoztatás

Dr. Törőcsik Frigyes



ny. aranydiplomás mérnök

A 150 éves évfordulóról majdnem elfelejtkezett a szakma ezért 2014 helyett 2015 februárjában hangzott el a HAPA konferencián a méltó megemlékezés. (A 125 éves évfordulóról a Közlekedési Múzeumban volt, ünnepi konferencia és kiállítás megnyitó!)

Akkor dőlt el, hogy egy szakkönyvben kell összegyűjteni a 150 év gazdag történeteit. (A 125 éves évfordulóra két kötetes füzet készült, akkor még a szakminisztérium gondozásában!) A könyv szerkesztésével engem bízta meg. (1957-óta – technikumi érettségi után közel húsz évig voltam az akkori néven az Aszfaltépítő Vállalat dolgozója és ösztöndíjasa a Műszaki Egyetemen.)

Hosszú hetek, hónapok munkájával, sok kolléga segít-

ségével alakult ki a talán most már véglegesnek tekinthető Tematika, Tartalomjegyzék.

Időközben elkészült az „50 éves az autópályaépítés” című összefoglaló kötet, amelyben az előző három könyv és több népszerűsítő kiadvány után lett összefoglalva a hazai autópályák története. A nemzeti úthálózat több mint 98 %-án ma is aszfaltburkolat van, miközben a betonburkolatokról két könyv is napvilágot látott.

Ezek az események arra ösztönözték a könyv elkészítésével foglalkozó kollégákat, hogy lehetőleg foglalkozzon a könyv a szakmánk valamennyi szegmensével, hiszen az **ASZFALT TÖRTÉNETE EGYBEN A HAZAI ÚTÉPÍTÉS TÖRTÉNETE**.



Tartalomjegyzék

Bevezetés

Ajánlás

1. Történelmi áttekintés (útépítésről általában és különös tekintettel az aszfaltra)

- 1.1. A bitumen eredete
- 1.2. A hazai aszfaltépítés kezdete (1864-1920)
- 1.3. A két háború között
- 1.4. A II. világháborútól 1970-ig.
- 1.5. 1970-től – 2000-ig.
- 1.6. 2000 után
- 1.7. Az aszfalt stratégiai szerepe az utak építése és felújítása során.
- 1.8. Egyes kiemelt önálló témák, mint pl. fővárosi, autópályák és korai főút korszerűsítések

2. Az aszfalt (burkolat) és a beton (burkolat) „versenye”, előnyeik, hátrányaik.

3. Az aszfalttechnológia alapjai

- 3.1. Az aszfaltok fajtái
- 3.2. Az aszfaltútépítés fejlődéstörténete
- 3.3. Aszfaltmakadámok
- 3.4. A hengerelt aszfaltok tömeg – és térfogatviszonyai
- 3.5. Az aszfaltkeverékek szemeloszlása
- 3.6. A hengerelt aszfaltkeverékek szemeloszlása
- 3.7. Az aszfalt-pályaszerkezetekről általában

4. Alapanyagok

- 4.1. Kötőanyagok
 - 4.1.1. Portalanítások anyaga
 - 4.1.2. Kátrány
 - 4.1.3. Hígított bitumen
 - 4.1.4. Útépítési bitumenek
 - 4.1.5. Modifikált bitumenek
 - 4.1.6. Bitumen emulzió
- 4.2. Kőanyagok

5. Gépészet

- 5.1. Keverőgépek és kiegészítő berendezései
- 5.2. Szállító eszközök
- 5.3. Beépítő gépek
- 5.4. Tömörítő eszközök
- 5.5. Az aszfaltfenntartás gépei

6. Minőség

- 6.1. Alapanyagok és keverékek vizsgálati eszközei és vizsgálatok.
- 6.2. Gyártás közbeni ellenőrzés.
- 6.3. Beépítés közbeni minőség ellenőrzés, vizsgálatok.
- 6.4. Az elkészült burkolat minősítése.
- 6.5. Az aszfaltburkolatú utak minőségellenőrzésének szervezeti, jogi környezetének története (AÉH, KTI, és jogelődjei.
UMECs, KMFA.k, és a különböző vállalkozások napjainkig)
- 6.6. Különböző vizsgáló, fejlesztő műhelyek (Műszaki Egyetem út tanszék stb. Főváros, AÉH, UKI)

7. Tervezés, méretezés (történelmi visszatekintés)

- 7.1. Meglévő burkolatok állapotvizsgálata, minősítése, folyamatos állapotmegfigyelés.
(Megfelelősségi vizsgálat, KTI állapotmegfigyelés)

- 7.2. Közúti forgalomszámlálás, forgalomtervezés
- 7.3. Keverékek tervezése, burkolatszerkezet tervezése
- 7.4. Műszaki tervezési előírások (HUMU) szabványok.
- 7.5. Méretezési szoftverek.
- 7.6. Az utak védelme (tengelysúly mérés, szankcionálás)

8. Meleg eljárásos technológiák fejlődése 1970-től
 - 8.1., Szabványos aszfaltok
 - 8.1.1. Aszfaltbetonok, alap-kötő és kopórétegek
 - 8.1.2. Érdesített homokaszfalt kopóréteg (ÉH)
 - 8.1.3. Zúzalékvázás masztixaszfaltok
 - 8.1.4. Öntöttaszfaltok
 - 8.2. Kísérleti keverékek, útszakaszok (drénaszfalt, modifikált vékonyaszfaltok, Marifalt és más speciális különböző társaságok és személyek fejlesztései Pl.: üvegaszfalt, mozaik aszfalt, stb.)
 - 8.3. Melegaszfaltok beépítése

9. Meleg újrhasználósító eljárások
 - 9.1. Keverőtelepi
 - 9.2. Helyszíni (remix, infradomino,)

10. Hideg eljárásos technológiák
 - 10.1. Portalanítás
 - 10.2. HB kötőanyagú bevonatok
 - 10.3. Bitumenemulzióval készült bevonatok
 - 10.4. Hideg vékonyrétegek (slurry seal)
 - 10.5. Hidegremix burkolatalap homogenizálás

11. Egyéb felhasználási területek (hídsgigetelési és hídburkolati rendszerek, vízepítési műtárgyak, depónia képzés, repülőtér, autó versenypálya, vasútépítés)

12. Aszfaltburkolatok fenntartása, javítása
 - 12.1. Hibák feltárása, fajtái hibakatalógus
 - 12.2. Kis felületű javítások
 - 12.3. Nagy felületű javítások
13. Jövőkép, fejlődés irányok (Pl.: mérsékelt meleg aszfaltok)

14. Oktatás és civil - társadalmi szakmai szervezetek működése az aszfaltburkolatok minőségének és fejlesztésének érdekében.
 - 14.1. Oktatás
 - 14.2. HAPA
 - 14.3. MAUT
 - 14.4. UTLAB
 - 14.5. KTE
 - 14.6. Mérnök Kamara
 - 14.7. Autóklub
 - 14.8. Magyar kisvállalkozók szövetsége

15. Megemlékezés az aszfalt felhasználásában, fejlesztésében bátor kezdeményezésében sokat tett szakemberekről megemlékezés (Pl.: Közúti Szakemberekért Alapítvány működése, elismerései, Forgalmász Alapítvány, Az év hidásai)

16. Közúti kronológia

17. Kislexikon, szó - és kifejezés - magyarázat

Könyvajánló - megjelenés előtt

150 éves a magyar aszfaltútépítés

Minden bizonnyal értesültek arról, hogy az elmúlt évben minden nagyobb szakmai rendezvényen megemlékeztünk arról, hogy hazánkban – Európában az első között – 1864 - ben épült Pesten a Nádor utcában az első aszfaltburkolat. Az előadások nyomán a szakmai közvélemény ráébredt arra, hogy az aszfaltútépítésben folyamatosan jelentős szakmai sikerek születtek, a 19., 20. századokban egyre gyarapodott az aszfaltburkolattal ellátott úthálózat hossza. Ennek ellenére az új kori szakmai irodalom nem követte hasonló intenzitással a gyakorlati sikereket, ezért mert az aszfalt burkolatokkal kapcsolatos átfogó szakkönyvvel mindmáig adós a szakma. Az a tény tovább árnyalja a képet, hogy a mindössze 2000 km hosszú betonburkolatú közutakról két részletes szakmai kiadványt is kiadtak az utóbbi tíz évben. Az előzőeket összevetve adódott a gondolat, hogy az aszfaltútépítés 150 éves történetéről készüljön egy olyan részletes, átfogó szakkönyv, amely tartalmában és formájában egyaránt méltó lehet e sikeres és eredményes szakterülethez.

A közúti szakma gondolatilag és tevékenységével már mellé állt a kezdeményezésnek és több mint 30 kiváló, elismert közutas mérnök, tudós hatékony közreműködésével elkezdődött a könyv összeállítása, megírása. Az idő sürget, hiszen az utolsó pillanatban vagyunk ahhoz, hogy az érdekes, hazánkban sikeres szakmatörténeti emlékekről, technológiai választékról összegyűjtsük a dokumentumokat és megörökítsük a jövő szakemberei számára az aszfaltútépítés 150 év történetét összefoglaló szakkönyvet.

A tervezett tizenhét fejezet minden bizonnyal – ismerve a szerzőket, közreműködőket – megfelel majd a váraakozásoknak. Nem érdektelen, ha már a készítés elején bemutatjuk a leendő Olvasóknak, Támogatóknak a fejezetcímeket, amelyek jól kifejezik a készülő könyv nagy ívű tartalmát:

- | | |
|-------|---|
| I. | Történelmi áttekintés (útépítésről általában és különös tekintettel az aszfaltra) |
| II. | Az aszfalt (burkolat) és a beton (burkolat) „versenye”, előnyeik, hátrányaik |
| III. | Az aszfalt technológia alapjai |
| IV. | Alapanyagok |
| V. | Gépészet |
| VI. | Minőség |
| VII. | Tervezés, méretezés (történelmi visszatekintés) |
| VIII. | Meleg eljárásos technológiák fejlődése 1970-től |
| IX. | Meleg újra hasznosító eljárások |
| X. | A hideg eljárásos technológiák |
| XI. | Egyéb felhasználási területek (hídsgigetelés, vízepítés, vasút építés, repülőtér, autó versenypálya, depóniaképzés) |
| XII. | Aszfalt burkolatok fenntartása |
| XIII. | Jövőkép, fejlődési irányok |
| XIV. | Oktatás és civil- társadalmi szakmai szervezetek működése az aszfalt burkolatok minőségének és fejlesztésének érdekében |
| XV. | Az aszfalt felhasználásában fejlesztésében bátor kezdeményezésében sokat tett szakemberekről megemlékezés |
| XVI. | Közúti kronológia |
| XVII. | Kislexikon, szó és kifejezés magyarázat |
- A szakmaiság mellett/előtt természetesen elő kell teremtenünk a kiadáshoz szükséges forrásokat, amiben számítunk az aszfalttal foglalkozó valamennyi kivitelező, kutató, tervező szervezet támogatására. Emellett hangsúlyt helyezünk a pályázati forrásokra is.
- A kiadáshoz kérjük az eszmei támogatások mellett anyagi segítségüket. A kalkulációnk elkészült, egy könyv ára 10.000 Ft + 5% ÁFA lesz, (azaz 10.500.- Ft), amelyre már most is elő lehet fizetni.
- A HAPA egy – már megnyitott – elkülönített számlán gyűjti (K&H 10403095-49574853-52491000) a vásárlási előlegként befizetett összegeket, a támogatásokat.

Kérjük, hogy szándékukat a HAPA e – mail címén, (info@hapa.hu) vagy telefonon (1/782-1893) jelezzék, hogy az összeg megérkezése után a megállapodást is megkössük.

*Dr. Törőcsik Frigyes
szerkesztő*

A különböző fejezeteket az azzal a témával foglalkozó kollégákkal terveztem megírni, melyet többé – kevésbé sikerült is elérni. (20-25 kolléga működik közre)

A fejezetek többszöri átdolgozások, kiegészítések után elkészültek, de még a mai napig is állandó kiegészítésre szorulnak, mert a forrásanyagok egyre bővülnek.

Külön kiemelés érdemel a források begyűjtése, amelyet nem lehetett volna Dr. Tóth Ernő hathatós munkája és segítsége nélkül megoldani. (Kiskőrösi Közúti Múzeum, Műgyetem Út tanszéke könyvtára., Győri Egyetem, Magasmérnökök gyűjtései, stb.)

Ma már a szakmai lektorálásnál tartunk és a fejezetekhez szükséges képek, fotók, kiválasztása, nyomdai útravaló előkészítése. Ehhez a feladathoz a jelenlévők hathatós hozzájárulása is szükséges még.

Örömmel számolok be még arról, hogy valamennyi szakmai civil társaság, egyesület támogatja a könyv megjelenését.

HAPA a kiadó

Magyar Közút Zrt. védnökséget vállal és anyagilag tá-

mogatja a könyv megjelenését (ma már egyedüli állami közúti szervezet)

MAÚT Magyar Út- és Vasúti Társaság

Közlekedéstudományi Egyesület

Magyar Mérnöki Kamara

Terveink szerint ebben az évben megjelenik a könyv, amikor a HAPA éppen a 25 éves alapítási jubileumáról emlékezünk meg.

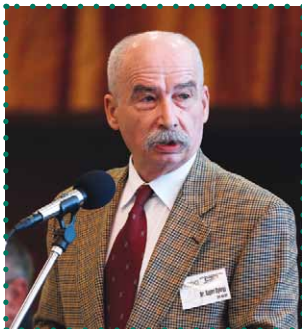
• Engedjék meg, hogy felhívjam szíves figyelmüket a könyv készítéséhez való csatlakozásra:

- előfizetéssel, támogatással, aki még nem tette meg
- fotók, képek eljuttatásával
- kisebb történetek írásával, hogy érdekesebb, színesebb legyen a könyvünk, hiszen a közös életünkről fog szólni

*KÖSZÖNÖM SZÍVES FIGYELMÜKET
Dr. Törőcsik Frigyes*

Az anyagi komponensek szerepe az aszfalt mechanikai viselkedésében

Dr.-Ing. Gajári György



ny. HTPA

Áttekintés

Önmagában a bitumennek vagy a kőváznak a nyírással szembeni merevsége és a szilárdsága szobahőmérsékleten illetve nyomás nélkül nagyon kicsi. Az aszfalté, mely a két anyag keveréke, a komponensekhez képest nagyságrendekkel nagyobb. A cikk többek között arra a kérdésre kíván magyarázatot adni, hogy vegyi folyamatok hiányában a fenti jelenség hogy lehetséges.

A szerző három kísérleti tényből kiindulva felállítja azt a hipotézist, hogy a merevség és szilárdságnövekedés a keverék tömörített kővázában ébredő belső nyomófeszültségből adódik. Az előfeszítést a bitumen okozza, mely a lehűlés következtében - a nagy hő tárgulási tényezője miatt - zsugorodik, a kővázat összehúzza, előfeszíti.

A hipotézis megértéséhez ismerni kell még két összefüggést. Az egyik szerint a kőváz merevsége nyomásfüggő, azaz majdnem lineárisan nő. A másik összefüggés a TERZAGHI-féle hatékony feszültség elve, mely szerint a teljes feszültség a kőváz szemcséi közötti hatékony feszültség és a pórusokat (befogadó hézag) kitöltő bitumenben uralkodó hidrosztatikus jellegű semleges nyomás összege.

A tömörítő edényben semleges nyomás akkor mutatható ki, ha a magas hőmérsékletű keverék befogadó hézagának bitumennel való telítettsége elér egy bizonyos mértéket. Ekkor a keverék tovább nem tömöríthető. Az „optimális” bitumentartalom esetén a befogadó hézag ezért minimális értékű. Képlekeny alakváltozások magas hőmérsékleten az optimális értéket meghaladó bitumentartalom esetén azért alakulnak ki, mert megnőnek a semleges feszültségek, következésképpen lecsökkennek a hatékony feszültségek és a nyírással szembeni ellenállás.

A belső előfeszítésre, mint az aszfalt nagy nyíróellenállásának okára vonatkozó feltételezés összeegyeztethető az elismert

„A tudománynak és a kultúrának nem szabad elhervadnia”

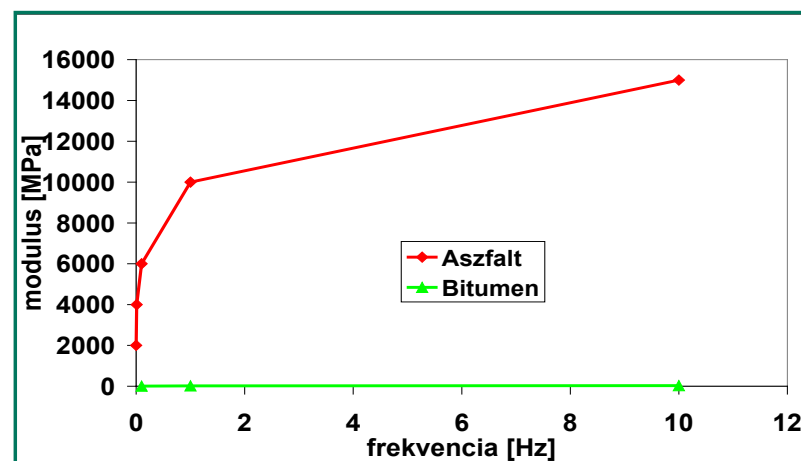
Dimitrios Kolymbas

HUET-SAYEGH modellel, tehát a modulus hőmérsékleti függése nemcsak a bitumen viszkozitására vezethető vissza.

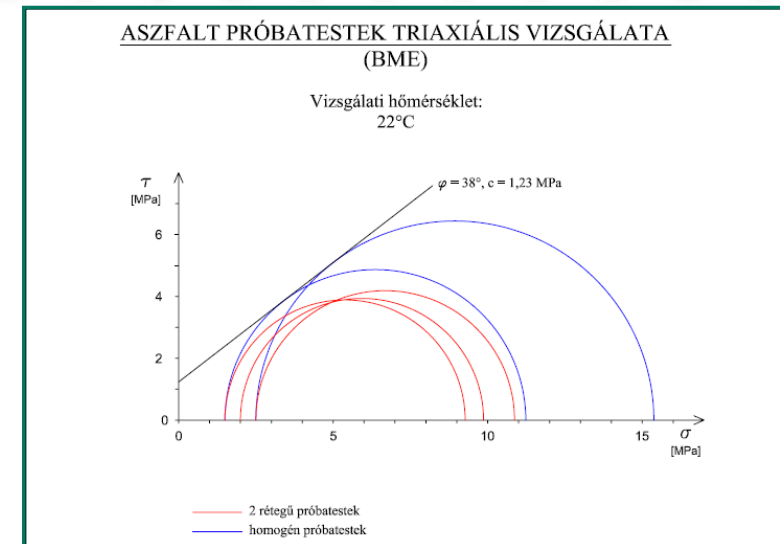
Az átlagos hőmérsékleten mért nagy modulus nem pozitív tulajdonság, ahogyan azt eddig hittük, mert hidegben a bitumen okozta húzó előfeszítés túlzott mértékű, ezért az aszfalt megreped. A ma használatos kemény bitumenek alkalmazása tehát kerülendő. A lágy bitumenekkel a repedés-érzékenység elkerülhető. A nyomvályú kialakulásával szemben ellenálló aszfalt a zsírátoros tömörítéssel meghatározott „optimális” bitumentartalommal és a nagy tömörséggel érhető el.

1. Hogy működik az aszfalt?

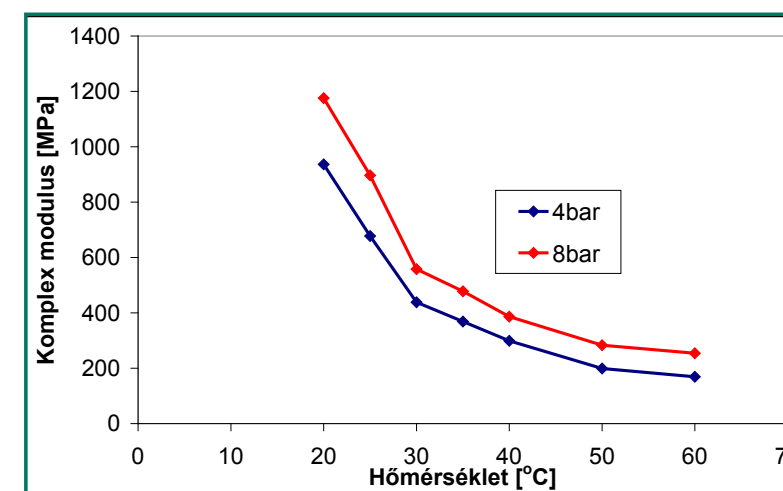
BRODERSEN (2012) és ASCHENBRENNER (2006), a braunschweigi egyetem statikusai numerikus úton (a kontinuummechanika „keverési elméletével”) megállapították, hogy a térfogataránynak megfelelően összekevert komponensek (kőváz, bitumen) merevségeinek együttese messze nem adja ki a tényleges aszfalt merevséget [1] [2].



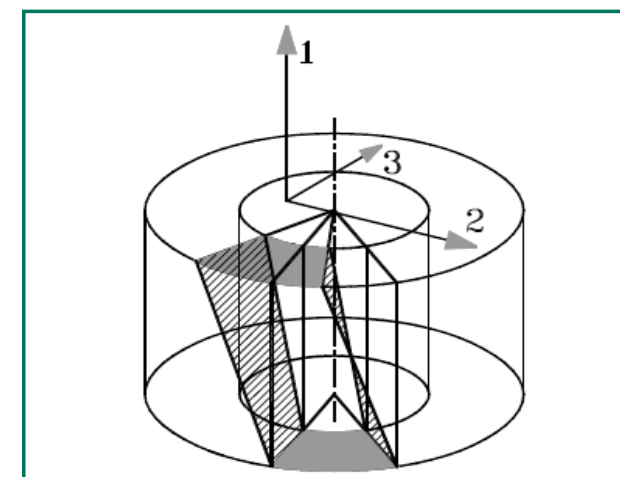
1. ábra: Az aszfalt és a bitumen modulusa 150C-on



2. ábra: Az aszfalt szilárdsága triaxiális terhelésnél, 22oC-on.



3. ábra: Torziós modulus különböző hőmérsékleten.



4. ábra: Torziós minta

DI BENEDETTO az 1. számú ábrán látható mérési eredményei [3] alapján ugyanerre az eredményre jutunk, ha figyelembe vesszük azt a később bemutatott kísérleti tény is, hogy a közetszemcsékből álló kőváz modulusa is zérus, ha arra külső nyomás nem hat. Vegyi folyamatok hiányában mi a jelenség magyarázata? Elfogadott magyarázatról

a szerző nem tud. A nagyteljesítményű aszfaltok tervezéséhez és az aszfalt numerikus anyagmodelljéhez fontos megérteni az aszfalt működési mechanizmusát. A keverékre és a komponensekre vonatkozó követelmények konzekvens levezetésére csak a működés megértése alapján nyílik lehetőség. A pályaszerkezet mechanikai alapon történő méretezése is feltételezi a megfelelően megalapozott anyagmodellt.

2. Kísérleti eredmények alapján felállított hipotézis

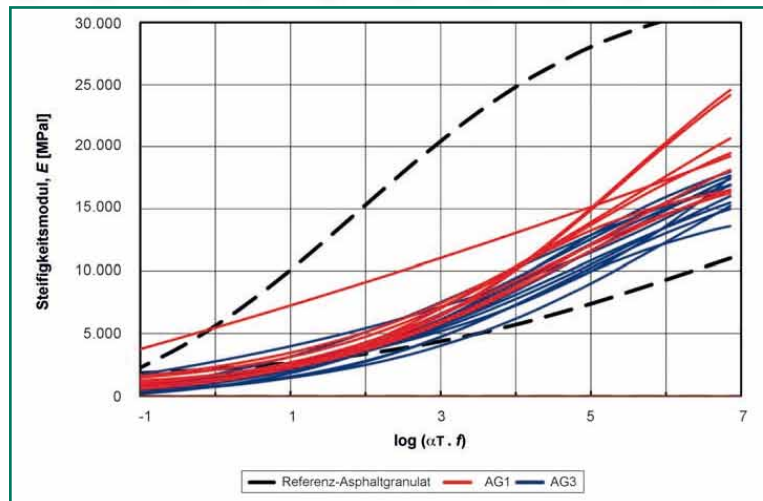
A továbbiakban megismerünk három kísérleti eredményt, melyek segítségével hasznos következtetés vonható le az aszfalt modulusával és szilárdságával kapcsolatban. A 2. ábrán triaxiális törési kísérletek eredményeit láthatjuk [4]. A kísérleti hőmérséklet 22°C volt. A MOHR-COULOMB törési feltétel paraméterei a következők: belső súrlódási szög $\varphi=38^\circ$, kohézió $c=1,23\text{MPa}$. Szemcsés anyagok kohéziója KOLYMBAS szerint belső nyomásra vezethető vissza. (Nedves homok esetében a belső nyomást a szemcsék között kialakuló meniszkusz felületi feszültsége biztosítja) ARAND szerint 20°C hőmérsékleten az aszfalt húzószilárdsága körülbelül

1MPa. A feszültségállapotra vonatkozó ábrázolási szabályok figyelembevételével megállapítható, hogy a mért kohézió és a húzószilárdság megadott értékei megfelelnek egymásnak, a triaxiális kísérlet eredményei tehát elfogadhatóak. ARAND szerint a húzószilárdság csökkenő hőmérséklettel nő, -10°C-nál eléri a 4MPa értéket. Következésképpen **csökkenő hőmérséklettel nő a kohézió is és KOLYMBAS szerint a belső nyomás is.**

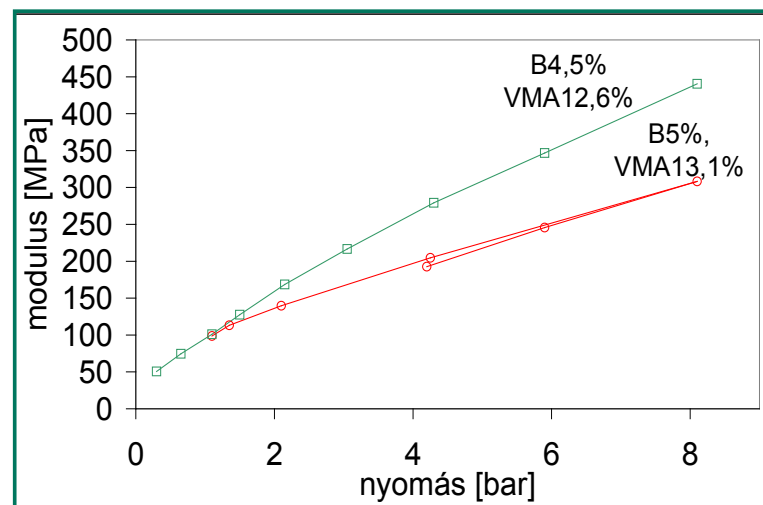
A 3. ábrán torziós modulus mérési eredményei láthatóak. A mérési hőmérséklet 20°C és 60°C között változott. A mérés alatt a minta térbeli (3D) feszültségállapotban volt. A hengeres minta és igénybevétele a 4. ábrán látható [5].

A mérési eredményeken látható, hogy **a modulus nyomásfüggése minden hőfokon egyértelműen kimutatható.** A nyomás a mérés alatt a 4. ábrán látható 1 jelű függőleges tengely irányában változott, értékük 0,4MPa (4bar) és 0,8MPa (8bar) volt. A modulus tehát nemcsak hőmérsékletfüggő, hanem nyomásfüggő is, vagyis **barotróp.**

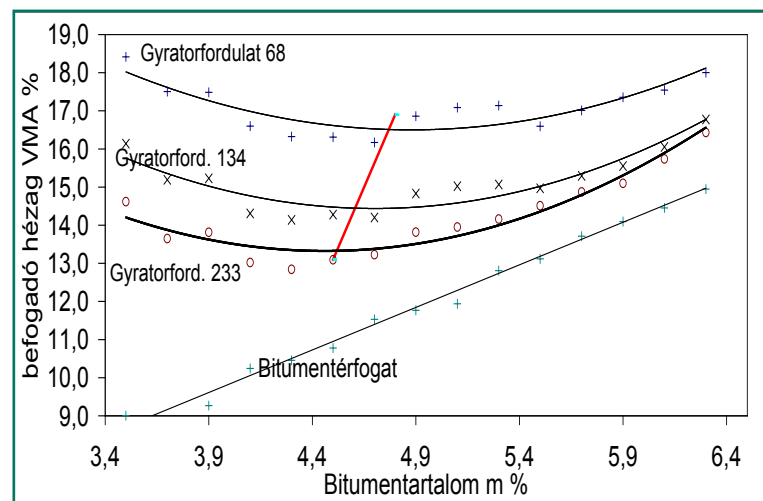
Az 5. ábrát a német BAST intézet STRASSENBAU fűzetének 86-ik számából vette át e cikk szerzője [6]. Az ábrázolt diagram egy úgynevezett „mestergörbe”, melynek x - tengelyén a frekvencia logaritmus, az y - tengelyén a modulus van felhordva. A két szélső, szaggatott vonal egy referenciaaszfaltra vonatkozik. A kisebb modulusú aszfalt kötőanyaga hideg bitumenemulzió volt. A színes vonalak által reprezentált aszfaltoké szintén hideg emulzió. A felső szaggatott vonal a referenciakeveréket reprezentálja, de a kötőanyag ebben az esetben a forró bitumen. Megállapítható, hogy **a modulus a hideg emulzióval előállított aszfalt esetén kisebb, mint azé a keveréké, melyet forró bitumennel kevernek össze.**



5. ábra: Hideg emulzió kötőanyagú aszfaltok modulusa



6. ábra: A modulus nyomásfüggése 60°C-on

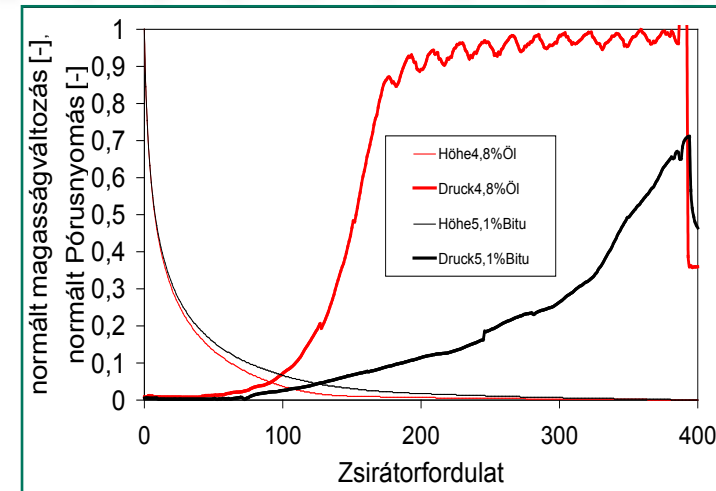


7. ábra: Az optimális bitumentartalom

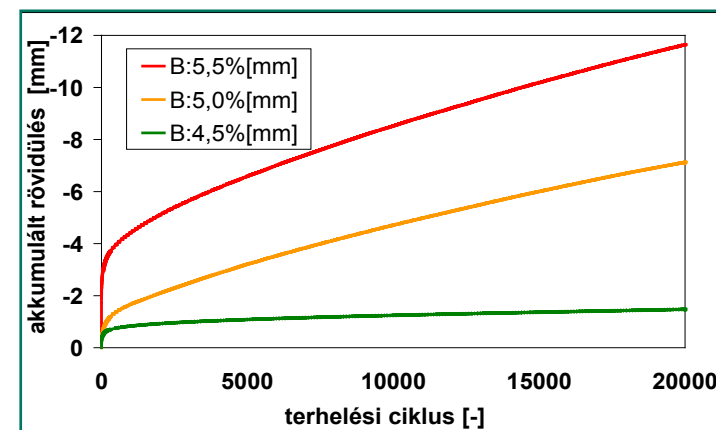
A kísérletek alapján felállítható a következő hipotézis: A csökkenő hőmérséklet az aszfalt kővázában belső nyomást indukál (első eredmény). Mivel a modulus nyomásfüggő, barotrop (második eredmény) és csökkenő hőmérséklettel szintén nő (második eredmény), ezért feltételezhető, hogy a modulus változása a belső nyomás változására vezethető vissza. A harmadik eredmény pedig arra utal, hogy a belső nyomás a forró bitumen lehűlés okozta térfogati zsugorodására vezethető vissza. Összefoglalva: **A modulus növekedését a bitumen lehűlés okozta zsugorodása okozza.**

3. Képlékeny alakváltozások magas hőmérsékleten

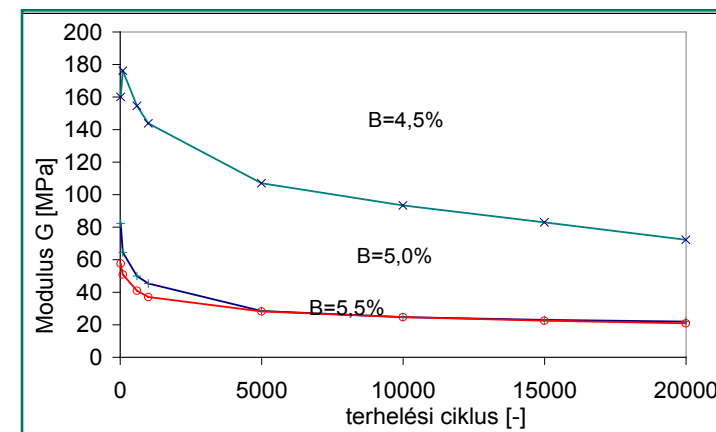
A 6. ábrán két különböző befogató hézagú és bitumentartalmú minta nyomásfüggő, 60°C-on mért torziós modulusát mutatja [5]. **Megállapítható, hogy ha nincs nyomás, akkor a modulus is zérushoz tart. Másrészt első közelítésben a modulus G arányos magával a nyomással σ .** Ezt fejezi ki az alábbi egyszerű matematikai összefüggés és melyet KOLYMBAS után **barotropiának** nevezünk: $G = c \cdot \sigma^\alpha$, itt $c > 0$ az arányossági tényező, a kitevőre $0 < \alpha \leq 1$ első közelítésben az egyenlőség érvényes [7]. Fontos megjegyezni a nyomással (σ) kapcsolatban, hogy az a kőváz szemcséit nyomja össze, tehát arról a nyomásról van szó, amely a közetszemcsék között hat. TERZAGHI után ezt a nyomást **hatékony nyomásnak, vagy hatékony feszültségnek** hívjuk. **A hatékony feszültség elve szerint a teljes feszültség σ_{total} egyenlő a hatékony feszültség σ és a pórusnyomás u összegével: $\sigma_{total} = \sigma + u$.** A pórusok alatt a kőváz befogató hézagát (VMA) értjük. Spekulatív úton is rájöhethetünk arra, hogy ha a bitumen már nem fér bele a befogató hézagba, akkor tömörödéskor pórusnyomásnak kell keletkeznie, hiszen a bitumen – a kővázal szemben – nem összenyomható. E feltételezés helyességét igazolja a 7. ábra [5]. Különböző zsirátor fordulatonként létezik egy bitumentartalom, melynél **a befogató hézagnak minimuma van. Ezt az értéket definiáljuk a talajmechanikából ismert PROCTOR kísérlet után „optimális bitumentartalomnak”.** A 7. ábra szerint az optimális bitumentartalom: 4,5%-4,8% (tömeg %), ahol a kisebb érték a tömörebb állapotra vonatkozik. Az optimális érték fölött a keverék valóban kevésbé tömöríthető. Ekkor a külső terhelés nem a kővázat, hanem a bitument terheli. Ezt mutatja a 8. ábra [5]. A pórusnyomás u mérése a talajmechanikában szokásos módon egy szűrőn keresztül történt, mely a kővázat nem engedte át, míg a habarcsot igen, így a habarcs nyomása egyszerű elektronikus nyomásmérővel mérhető. Látható, hogy a pórusnyomás elérheti a külső nyomás 100%-át is. Ilyenkor a



8. ábra: A bitumenben mért pórusnyomás



10. ábra: A függőleges rövidülés



11. ábra: A torziós modulus változása

hatékony feszültségek értéke zérus, vagyis a kőváz terhelése a nullával egyenlő. Ezért nem tömörödik tovább. **Ha a pórusnyomás elérte a teljes külső nyomás értékét, vagyis a hatékony feszültségek értéke zérus, akkor a megismert barotropia miatt a modulus is zérus.** A pórusnyomás, vagy semleges feszültség hidrosztatikus jellegű, hiszen benne elenyésző nyírófeszültségek lehetnek csak, a bitumen magas hőmérsékleten különösen kis viszkozitása miatt.



9. ábra: Triaxiális minták 20 000 ciklus után

A triaxiális cella az ideális eszköz a bitumenben uralkodó nyomás „felpumpálására”, vagyis az eredeti modulus (merevség) lecsökkentésére. Ennek csak az **a feltétele, hogy a minta bitumentartalma nagyobb legyen az optimálisnál**, továbbá, hogy a kísérleti hőmérséklet magas (60°C) legyen. **Rá kell kényszeríteni a már tömörített mintát arra, hogy még tovább kívánjon tömörödni, a legtömörebb állapot felé. Ezt nyomás mellett, ciklikus deviátor feszültség alkalmazásával érhetjük el.** (Ezt a talajmechanikából tudjuk). A deviátor feszültség nem más, mint a két főfeszültség különbsége. A kívánt terhelést elérhetjük tehát például statikus cellanyomással (itt 0,5MPa) és ciklikusan változó függőleges dugattyúnyomással (itt 0,2MPa - 1MPa).

A triaxiális terhelés eredményét a 9. ábra [5] mutatja: az optimális bitumentartalmú (4,5%) minta látható „károsodás” nélkül viselte el a 20 000 terhelési ciklust, míg az optimális bitumentartalmat meghaladó függőleges rövidülése szembevetendő, de látható a vízszintes irányú méretnövekedés is. A jobb oldali minta alakja tehát megváltozott, torzul. A számszerű kísérleti eredményt mutatják a 10. és 11. ábrán [5] feltüntetett diagramok. Az optimális bitumentartalmú minta torzulása gyakorlatilag megáll, míg a másik kettő deformációja nem állandósul, hanem folytonosan nő. A 4,5% bitumentartalmú minta modulusa a kezdeti 180MPa értékről a 80MPa értékre csökken, mely megfelel a nagyobb bitumentartalmú minták kezdeti értékének, de azok torziós modulusa a 20MPa értékig csökken, vagyis az alakváltozással szembeni ellenállásuk szinte megszűnik.

A triaxiális eredmények és a laboratóriumi nyomódást szimuláló kísérletek között a szoros korreláció kimutatható volt. **A nyomvályú kialakulásával szemben ellenálló keverék bitumentartalma nem haladta meg az optimális értéket.** A keverékek megbízható vizsgálata érdekében a triaxiális cella alkalmasabb, mert ebben biztosítható a mintán belüli homogén feszültségállapot. A nyomvályú készülék más egyéb tulajdonságai is bizonytalanná teszik a keverék maradó alakváltozással

szembeni ellenállásának megítélését. A triaxiális cellában előállítandó feszültségállapotnál fontos a minta tömörödési hajlamának biztosítása. Ehhez kellően magas oldalnyomás szükséges, melynek előállításához hazánkban nincs megfelelő készülék. **E körülményt az európai szabvány alkalmazása sem biztosítja. A szerző ezért szükségesnek tartja a szabvány megfelelő megváltoztatását is.**

4. Az elismert HUET-SAYEGH modell és a hipotézis összeegyeztethetősége

Az úgynevezett HUET-SAYEGH modell egy elismert modell, mert jól illeszkedik a mérési eredményekhez. **Ha igaz a 2. pontban levezetett hipotézis**, mely szerint a modulus a kővázban uralkodó belső nyomásra vezethető vissza, az pedig a bitumen lehűlés okozta zsugorodására, **akkor ennek összeegyeztethetőnek kell lenni a nevezett modellel**, melyben kifejezésre jut a szinuszosan változó terhelés frekvenciájának és a hőmérsékletnek a hatása a modulusra.

A 12. ábrán DI BENEDETTO egytengelyű húzó-nyomó kísérleti eredménye látható [3]. A kísérleti eredményekhez jól illeszkedik a HUET-SAYEGH modell, melyet az alábbi egyenlet ír le:

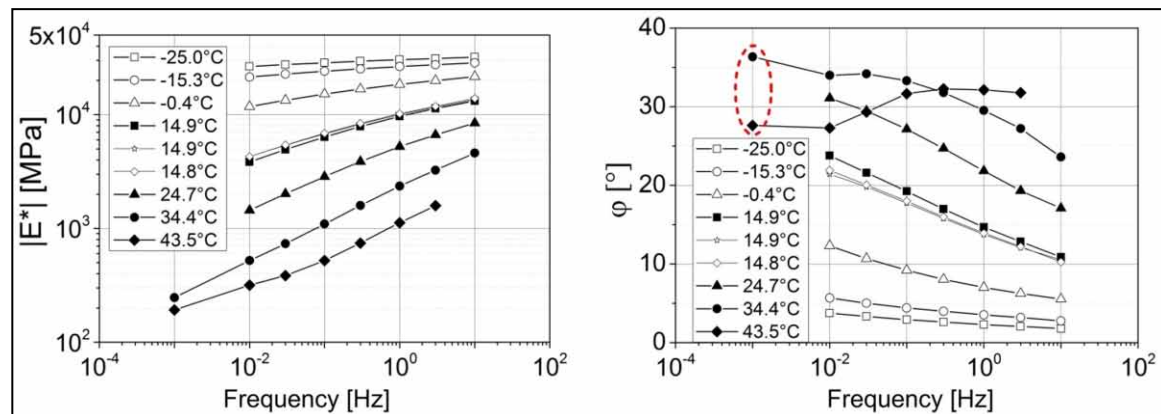
$$E(\omega, T) = E_0 + \frac{E_\infty - E_0}{A^2 + B^2} (A + Bi), \text{ itt:}$$

$$A = 1 + \delta \frac{\cos\left(k \frac{\pi}{2}\right)}{(\omega \tau [T])^k} + \frac{\cos\left(h \frac{\pi}{2}\right)}{(\omega \tau [T])^h}$$

és

$$B = \delta \frac{\sin\left(k \frac{\pi}{2}\right)}{(\omega \tau [T])^k} + \frac{\sin\left(h \frac{\pi}{2}\right)}{(\omega \tau [T])^h}$$

A modell két speciális, úgynevezett „frakcionális” reológiai elemmel is rendelkezik, melyek egyszerre rendelkeznek viszkózus és rugalmas tulajdonságokkal is. Megjegyzendő, hogy a modell csak a viszkoelasztikus tartományban érvényes ahol a deformációk kis értékekre korlátozódnak ($\varepsilon \leq 10^{-4}$). k, h, δ a speciális reológiai elemek anyagparaméterei. E_0 a statikus rugalmas modulus, mely



12. ábra: A frekvenciától és a hőmérséklettől függő modulus és fázisszög (DI BENEDETTO)

magas hőmérsékleten, illetve nagyon alacsony frekvencián mérhető. Ezt az értéket hagyományosan anyagállandóként kezelik. Ugyancsak anyagállandó E_∞ , mely a nagyon alacsony hőmérsékleten, vagy nagyon magas frekvencián mérhető rugalmas modulus. A modell változói: a frekvencia ω , az abszolút hőmérséklet T és a speciális reológiai modellek időtényezője:

$$\tau[T] = \delta \frac{\eta[T]}{E_\infty - E_0},$$

mely a hőmérsékletfüggő viszkozitás $\eta[T]$ és a rugalmas modulusok különbségének hányadosa. Mivel a modellel számított komplex modulus $E(\omega, T)$ valós és imaginárius komponensei csak a frekvencia és az időtényező szorzatának függvénye, ezért **ugyanazt a modult kapjuk, ha a változók szorzata állandó:**

$$\omega_1 \tau[T_1] = \omega_2 \tau[T_2].$$

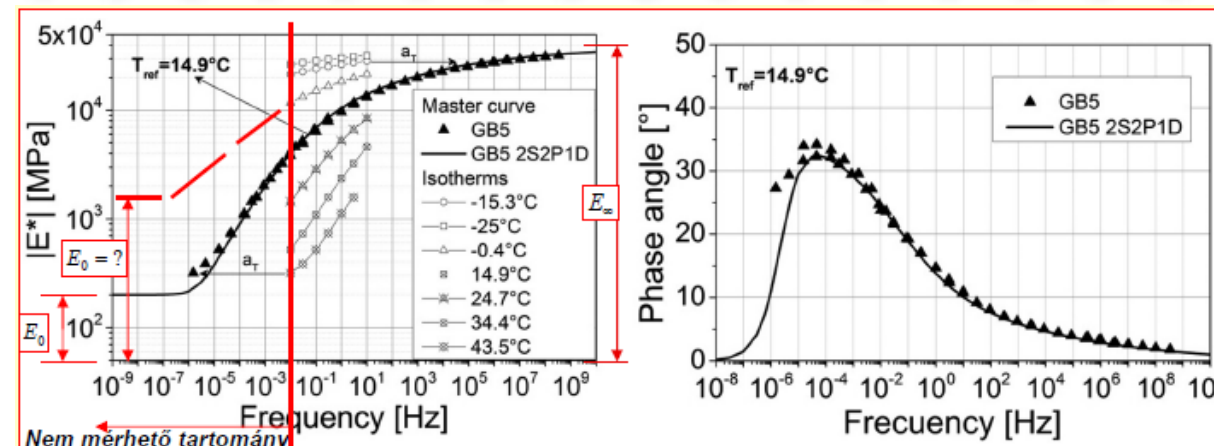
Ebből következik a „frekvencia-hőmérséklet ekvivalencia” elve. Alkalmazása DI BENEDETTO mérési eredményeire a 13. ábrán látható [3]. A különböző hőfokon mért modulusok értelmezhetőek egy referencia hőmérsékleten (itt 14,9°C) mért modulusként, ha a frekvenciát úgy változtatjuk, hogy a fenti szorzat állandó marad. Az így kapott, modulusra vonatkozó görbe a „mestergörbe”. Egy görbe nyerhető a fázisszögre is.

A 14,9°C-ra vonatkoztatott görbe lefutása a 10⁻² Hz-nél kisebb frekvenciára vonatkozó tartománya kísérletileg nem igazolható. **Nem igazolható tehát az sem, hogy a „statikus modulus” ugyanakkora 14,9°C-on, mint 43,5°C-on.** A hipotézis szerint az alacsonyabb hőfokon a kővázban uralkodó belső nyomás nagyobb, mert a bitumen többet zsugorodik. A barotrópia miatt tehát alacsonyabb hőmérsékleten a statikus modulus nagyobb, mint magasabb hőmérsékleten. **Az időtényező**

$$\tau[T] = \delta \frac{\eta[T]}{E_\infty - E_0}$$

a lehűlés következtében egyrészt azért nő, mert a viszkozitás nő, másrészt azonban azért is, mert a nevező csökken, hiszen a statikus modulus E_0 is nő, miközben E_∞ állandó.

A mestergörbe és a fázisszög segítségével kiküszöbölhető az $\omega \tau [T]$ független változó és az imaginárius (modulus) komponens ábrázolható a valós komponens függvényében.



13. ábra: A frekvencia- hőmérséklet ekvivalencia alkalmazásának eredménye a „mestergörbe”

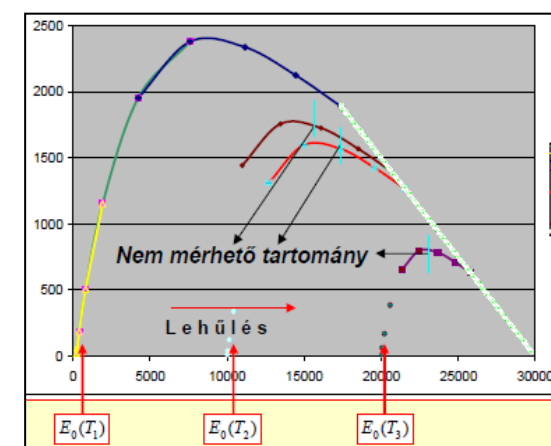
Az így keletkező diagram az úgynevezett „cole-cole-diagram”. A 14. ábrán egy numerikus úton előállított látható. A statikus modulus $E_0[T]$ azonban nem állandó, hanem a hipotézisnek megfelelően különböző, megfelelően a különböző hőmérsékleteknek. Ha kitakarjuk az alacsony frekvenciának megfelelő és kísérletileg nem mérhető tartománynak megfelelő értékeket, akkor a diagram képe hasonlít a 15. ábrán látható, A.C.PRONK (2003) által kísérleti úton előállított diagramjához. A 15. ábrán [8] megfigyelhető, hogy a különböző hőmérsékletekhez tartozó értékek képe különböző görbületekre utal, vagyis arra, hogy az egyes szakaszok nem egy görbéhez tartoznak, hanem a 14. ábrának megfelelően különböző statikus modulusokhoz $E_0[T_i]$. Megállapítható, hogy **a hipotézis összeegyeztethető a modellel**, mert annak nem mond ellent. Sokkal inkább **annak általánosításaként fogható fel a térbeli (3D) igénybevételre**, mert a modell ismert formája csak az egytengelyű húzó-nyomó igénybevételre lehet igaz. A 2. pont 3. ábráján feltüntetett eredményből tudjuk, hogy a **modulus minden hőmérsékleten barotrop**. A HUET-SAYEGH modellben a barotrópia figyelembevételére azonban nincs lehetőség. A **kísérleti tényhez igazítható azonban a modell, ha a statikus modulus nem állandó, hanem nyomásfüggő: $E_0[p]$** , itt p a térbeli feszültségállapotnak megfelelő átlagos nyomás.

5. Gyakorlati következtetések

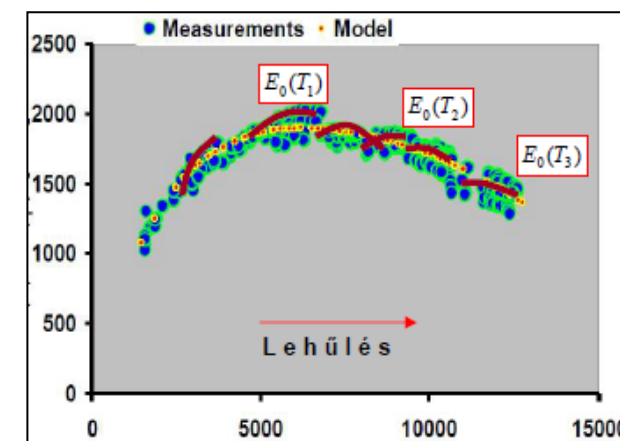
Az új hipotézis szerint az aszfalt merevségét normál hőmérsékleten is a kőváz biztosítja, annak barotrópiája miatt. A 20°C-on mért modulus azt mutatja, hogy a bitumen milyen mértékben feszíti elő az aszfalt kővázát. **A nagy modulus e hőfokon nem pozitív tulajdonság, mint ahogy ezt eddig hittük, mert alacsonyabb hőmérsékleten a bitumen okozta húzó előfeszítés túlzott mértékű lehet, ezért az aszfalt megrepedhet. A repedezettség következtében megszűnik a belső nyomás, így a modulus is!**

Mi a mai európai gyakorlat? Elmondható, hogy a 16. és 17. ábrán látható fotók tipikusak. Néhány évvel az elkészítés után megjelennek a felszínről induló, hőingadozás okozta fáradási repedések.

A problémával kapcsolatban ARAND professzor tartott előadást 2007-ben, egy TPA konferencián, Visegrádon. Előadásának címe „ASZFALTOK FÁRADÁSA HIDEGBEN” volt. kimutatta, hogy **a fáradási ciklusszám**



14. ábra: Különböző statikus modulusal



15. ábra: A.C.PRONK mérési eredményei (2003) előállított Cole-Cole diagram

a kemény bitumenek alkalmazásával egészen 1-ig csökkenhet. Felhívta a figyelmet arra is, hogy az európai szabványnak megfelelő **laboratóriumi fárasztási kísérlet nem felel meg a természetes terhelésnek**. Azért nem, mert a valóságban a periódikus terhelés (húzás) a hideg okozta húzófeszültségre szuperponálódik, a laboratóriumban pedig nincs húzott előfeszítése a hajlított aszfalthasábnak. JACQUES BONNOT a német BITUMEN c. szaklap egy 1997-es számában [9] beszámolt arról a tapasztalatról, hogy a **dél Franciaországban a nyomvályú képződés**



16. ábra



17. ábra

megakadályozása miatt kemény bitumennel készült aszfalt utak a hőingadozás miatt könnyen elfáradtak és megrepedtek. E tapasztalat után érthetetlen a nemcsak Hazánkban, de egész Európában 2000 után elterjedt „nagy modulusú” bitumenek tömeges alkalmazása. Eredményét ma láthatjuk útjainkon. A nevezett cikk felhívja a figyelmet arra, hogy a repedésképződés nem a Fraaß törésponttal korrelál. **Akkor csökken a repedésérzékenység, ha a bitumen komplex modulusának fázisszöge viszonylag nagy.** A braunschweigi WISTUBA professzor szintén a BITUMEN szaklapban azt közölte 2016-ban [10], hogy a **modifikált bitumenek fázisszöge kisebb, mint a normál bitumeneké, ezért így azoktól könnyen elkülöníthető!**

A szerző a következő javító szándékú javaslatokat teszi a gyakorlati problémák csökkentése érdekében:

1. **A ma használatos modifikált, kemény bitumenek alkalmazása zsákutca, mert azok repedés kialakulására érzékenyek.**
2. **A lágy bitumenek alkalmazásával kiküszöbölhető a repedésérzékenység.**
3. **A nyomvályúval szemben ellenálló aszfaltok állíthatók elő, ha bitumentartalmuk „optimális”, tömörségük pedig a lehető legnagyobb.**
4. **Az optimális bitumentartalom nagysága függ a kőváz befogadó hézagától, az pedig a szemeloszlásától, melynek tudatos alakítására törekedni célszerű.**
5. **Az aszfalttervezés folyamata és a laboratóriumi vizsgálatok, szabványok a mai tudásszintnek megfelelően alakítandók.**

Megjegyzendő: az optimális bitumentartalom meghatározását magyar szabadalom védi. Címe: **Eljárás útépitési aszfalt maradó alakváltozással szembeni ellenállásának javítására**, Lajstromszáma: 227471. A szabadalom szerint meghatározott optimális bitumentartalom leginkább az amerikai SHRP eljárás szerint meghatározott értékhez hasonlít.

[1] L. Aschenbrenner: Mehrkomponenten-Modell zur Beschreibung des Deformationsverhaltens von Asphalt. TU Braunschweig, Inst. F. Statik. (doktori disszertáció) 2006

[2] B.O. Brodersen: Modellierung des thermo-mechanischen Verbundverhaltens von Asphalt in Straßenaufbauten. TU Braunschweig, Inst. F. Statik. (doktori disszertáció) 2012

[3] D. Alejandro, R. Cardona, S. Pouget, H. Di Benedetto, F. Olard: Viscoelastic Behaviour Characterization of a Gap-graded Asphalt Mixture with SBS Polymer Modified Bitumen. Mat. Res. vol.18 no.2 São

Carlos Mar./Apr. 2015, <http://dx.doi.org/10.1590/1516-1439.332214>

[4] A szerző által végzett kísérletek a BME számára. 2007

[5] Gajári Gy.: Modellierung bleibender Verformungen des Asphalts mit einem hypoplastischen Stoffgesetz der Bodenmechanik. TU Dresden, Inst. F. Geotechnik (doktori disszertáció) 2012

[6] BAST: Einfluss des Asphaltgranulates auf die Bemessungs- und ermüdungsrelevanten Materialeigenschaften einer zwangsgemischten kaltgebundenen und bitumendominanten Tragschicht. Straßenbau Heft 86

[7] W. Fellin: Ein erster Einblick in die Hypoplastizität. ÖIAZ, 144 Jg. Heft 11-12/1999, S:434-436

[8] A.C. Pronk: Revival of the Huet-Sayegh Response Model. DWW-2003-29

[9] J. Bonnot: Rheologische Eigenschaften von Bitumen – Interpretation der Prüfergebnisse (2) Bitumen 1/97

[10] A. Alisov, M. Wistuba: Von der Differenzierung komplexer Bitumen. Asphalt & Bitumen 04/2016

Hézagok és repedések kezelése aszfaltburkolaton

Dr. Igazvölgyi Zsuzsanna
Bebők Gábor

Dr. Igazvölgyi Zsuzsanna

adjunktus
Budapesti Műszaki
és Gazdaságtudományi
Egyetem Út- és Vasútéptéti
tanszék



1. Bevezetés

Cikkünket egy idézettel vezetjük fel: „Ha a repedésen keresztül a termett talaj megtelik csapadékkal, a pályaszerkezeted legyen bármilyen vastag is, elemeire esik szét.” (John Loudon McAdam, 1800) A repedéseken kezelés nélküli munkahézagokon keresztül víz jut a pályaszerkezetbe. A továbbiakban leromlás folyamatára kívánjuk felhívni a figyelmet, és korábbi tapasztalatok összefoglalásával bemutatjuk a **különböző eljárásokat** a hézagok és repedések kezelésére, illetve a repedésjavítást meleg modifikált bitumenes kitöltéssel, továbbá egy meleg-remix eljárással készülő hossz slussz javítási technikát.

2. Hézagkitöltés, mint szükséges beavatkozás időzítése

Az aszfaltburkolatú útpályaszerkezet burkolati rétegeinek egyik jellemző tönkremeneteli módja, amikor a hossz- és keresztirányú repedések. Fenntartás hiánya végett ezekből a repedésekből alakulnak ki a hálós, vagy mozaikos repedések. A kialakult hálós-mozaikos repedésekből

kátyúk lesznek. Ezeken keresztül keresztül a szerkezet rétegeibe szabadon áramlik a rétegek közé a víz, mely a forgalomból származó igénybevételekkel együtt a szerkezet mélyebben fekvő rétegeit is veszélyezteti. Ezen folyamatot – még ha kissé túlzóan is – az 1. ábra szemlélteti. A víz jelenléte által fokozott, felgyorsított leromlási folyamat és a víz bejutása a pályaszerkezetbe aktuális téma a BME Út és Vasútéptéti Tanszék laboratóriumában is [1] [2].

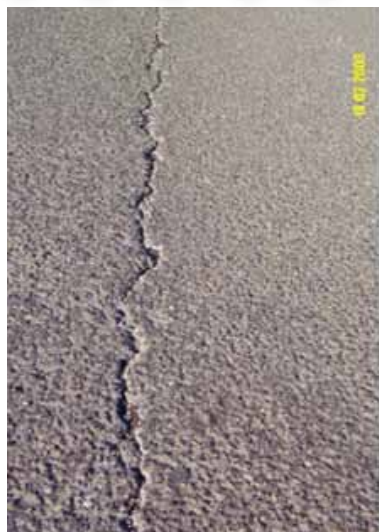
A burkolatban lévő megszakítások szempontjából meg kell különböztetni a hézagokat és a repedéseket. Hézagnak nevezzük a mozgások biztosítása céljából a burkolatban, a különböző szerkezeti elemek és a burkolat között tudatosan kialakított csatlakozási hézagokat, míg a repedés természetesen alakul ki a burkolatban.

A cikkben a különböző, jelenleg érvényben lévő útügyi műszaki előírások bemutatását mellőzve csak a legfontosabb specifikációkra térünk ki a repedések és hézagok kezelésére alkalmazott egyes technológiák esetében. A repedések különböző típusainak elnevezése során a Magyar Közút NZrt. kiadványában [8] megfogalmazott definíciók érvényesülnek, amelyek az alábbiak:

- repedés: lehet normál repedés, munkahézag és törésvonal



1. ábra: Leromlás folyamata aszfaltburkolaton [saját kép]



2. ábra: Repedéskitöltésre alkalmas (2a) és alkalmatlan burkolat (2b) [saját kép]

- mozaikos repedés („aligátorbőr”): sűrűn repedezett burkolatfelület, a repedések néhány dm²-es területet határolnak körül,
- tömbhálós repedés: 1 m²-es területet körülhatároló repedések.

Az aszfaltburkolatokat tekintve a keréknyomvályú képződés mellett a fő tönkremeneteli jelenségeként a klasszikusan alulról, illetve a felülről terjedő repedések emelhetők ki. A repedéseken keresztül a víz bejut a pályaszerkezetbe, csökkentve a földmű teherbírását, emellett az aszfaltrétegek határán az összegyűlt víz a forgalom hatására a „pumping” hatás és fagyás-olvadási ciklus hatásai során a leromlást gyorsítja.

Belátható, hogy a repedések kezelése hatékonyan csak megelőző jelleggel végezhető. A különböző kitöltések élettartama átlagosan 5-6, maximum 8 év. A beavatkozás optimális időpontját meg kell tervezni, példaként az alábbi ábra (2a ábra) egy olyan állapotot mutat, amikor még érdemes beavatkozni, míg a 2b ábra szerint mozaikos, aligátorbőr szerű repedezett felület már nem alkalmas hézagkitöltésre.

3. Különböző hézagkitöltő eljárások

Általánosan elmondható, hogy a repedések kezelése jellemzően valamilyen erre alkalmas rugalmas anyag beépítésével történik. A hézagrésnek legalább 8-10 mm szélességűnek kell lennie, hogy legalább keskeny kitöltő technológiá-



3. ábra: Ragasztóhabarcs (3a) és bitumenes öntapadó tömítő hézagszalag (3b) [6]

val kitölthető legyen. A hazai és nemzetközi gyakorlatban egyaránt igen sokszínű a technológiai paletta.

A munkahézagok elhelyezése és kezelése problémát okozhat. Az alábbi ábrán a szalag felhelyezése látható (3. ábra). Kétfajta technológiát különböztethetünk meg, a hidegen felhordott oldószeres bitumenes ragasztó habarcsos, illetve az öntapadó, bitumenes tömítő hézagszalagos beavatkozást.

Mindkét eljárás, mint egy gát, elzárja a burkolati rétegben lévő víz útját, a víz bennreked a burkolatban. A „gát” hatást az alábbi képek jól mutatják. A réteghatáron érkező víz a hézagkitöltésen láthatóan átbukkan, egy része pedig bennmaradó vízként a pályaszerkezet leromlásához vezet.

Ezt a két hézagkitöltő megoldást, ezen tapasztalatok alapján tetőszelvényűre kialakított utaknál javasolt beépíteni.

4. Különböző repedésjavítási praktikák

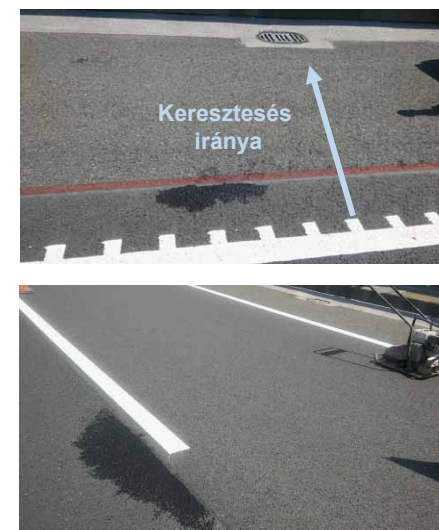
4.1. Repedést lefedő szalag

A megoldás lényege az lenne, hogy a szalagot a repedésre ragasztják úgy, hogy előtte mind a burkolatot, mind a szalagot felmelegítik. Az alábbi képen (5. ábra) a szalag melegítését nyílt lánggal oldották meg. A bitumenes szalagban lévő modifikálószer jellemzően 200°C körüli hőmérsékleten kiégnek. A képen látható technikával létrehozott 4-500°C-os hőmérséklet nemcsak a modifikálószeret égeti el, hanem a bitumenben is jelentős károkat okoz.

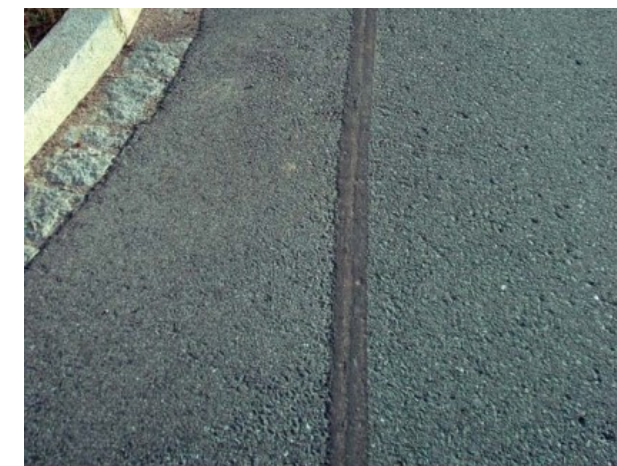
A melegítés után a szalagot hengerelni „kellene”. A valóság ettől némileg eltér, sok esetben – általában a személyzet tapossa le a megégett szalagot. A nem megfelelő beépítés, a szalag élettartamát jelentősen lerövidíti. A jellemző tönkremeneteli módok közül kiemelhető az egyébként is létrejövő, forgalom hatására való „elmászás”, illetve a nehézgépjárművek abroncsa, amely akár egy fordulás közben letépi a felületről a szalagot, vagy felület szabadhézagjaiba belenyomják, és a repedés rövid időn belül újra megjelenik.

4.2. Hézagkitöltés „barkács” gépekkel

A hézagkitöltés történhet „barkács” gépekkel, meleg vagy hideg technológiával. A meleg technológia hátránya, hogy a gázzal történő direkt fűtés hatására a modifikáló szer ebben az esetben is kiég. Sőt a készülék akár fel is robbanhat – ez külföldi tapasztalat, tudomásunk szerint Magyarországon nem dolgoznak ilyen eszközzel (6a ábra). A hideg anyag hátránya a hosszú kötési idő, a forgalomkorlátozásra 12-24 órára szükség lehet (6b ábra).



4. ábra: Hézagszalag „gát” hatása, maradó víz bemutatása [saját kép]



5. ábra: Repedést lefedő szalag alkalmazása [saját kép]



6. ábra: Hézagkitöltés barkács gépekkel, meleg kitöltés (a) és kitöltés hideg technológiával (b) [saját kép]

További megoldások során is a repedés felbővítésének hiánya a legnagyobb hátrány, az alkalmazott megoldások sorát még lehetne folytatni, mert az emberi leleményesség végtelen.

4.3. Repedésjavítás meleg modifikált bitumenes kitöltéssel

Meleg modifikált bitumenes kitöltést keskeny, és szélesre megnyílt repedéseknél egyaránt lehet alkalmazni. A keskeny repedéseken marás után keskeny kitöltés alkalmaz-

ható, a szélesre megnyílt repedéseken széles, „papucsos” kitöltés alkalmazható (7. ábra). Utóbbinál a forrólevegős tisztítás után kerül kitöltésre a repedés.

A meleg modifikált hézagkitöltő anyag egy, a 8. ábrán látható felépítésű gépben kerül felmelegítésre. A melegítést dupla falú szigetelt tartályban végzik, a tartály falában lévő hőközlő olaj biztosítja, hogy az anyag ne égjen meg.

A keverőlapátok folyamatosan keverik kitöltőanyagot, amit egy bitumen szivattyú juttat a puskába, miközben az automatika 180°C fölé nem engedi melegedni. A repedés előkészítése repedés marással történik. A szabálytalan lefutású vadrepedést száraz gyémánttárcsás repedésmaróval kell elvégezni, de létezik önjáró vídialapkás marógép is. Felbővítjük a repedést, ugyanis a keskeny – 1-5 mm-es – repedés szűk mérete, ill. elszennyeződése miatt nem tölthető meg kiöntőanyaggal. Ezért szükséges a repedés felbővítése kiönthető méretre, amely 8-10 mm széles és 10-15 mm mély.

A sűrített levegővel, vagy nagyfordulatú söprűgéppel megtisztított repedés-hézag falát kellősíteni kell, tapadóhíd képzése céljából (vonatkozó előírás szerint [3]). A kellősítő anyag felhordása háti permetezőből adagolva történik (10. ábra).

4.3.1. Hézagkitöltés (keskeny kitöltő fejjel)

A puska vége a hézag fenekére felfekszik, és hézagkitöltő anyag alulról felfelé tölti ki a hézagot. Az elkészült hézagkitöltést a 11. ábra mutatja.

4.3.2. Hézagkitöltés széles (papucsos fejjel)

Száraz időben elég a hézagot sűrített levegővel, vagy nagyfordulatú söprűgéppel megtisztítani. A hézag faláról el kell távolítani minden szennyeződést.

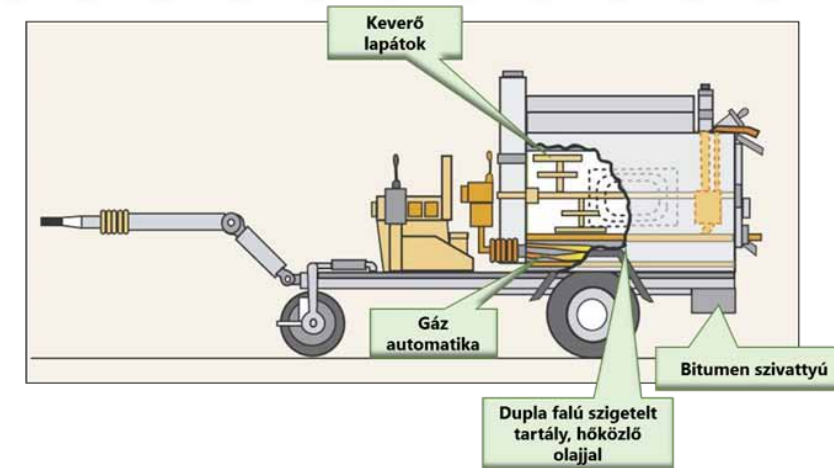
A másik tisztítási módszer az ún. «HOT-DOG» eljárás, melynek során a hézagot nagynyomású levegő és propán-bután szúróláng együttes alkalmazásával tesszük alkalmassá a kiöntésre. Ez a módszer eltávolítja a bomló laza részeket és a szennyeződést, valamint egyúttal szárassza is tesszük a hézag – repedés – felületét (12. ábra). A berendezés egyébként a háztartási gázbojlerek működési elvéhez nagyon hasonló, de itt a forró csőtekercsben nem víz, hanem levegő melegszik fel 100 °C körüli hőmérsékletre. Nem nyílt lánggal melegítünk, az anyag így nem ég meg. Ez szükségtelenné teszi a kellősítést is, mert a burkolat kötőanyagát kissé megolvasztja a repedés, illetve a hézag falán.

Az alábbi 13. kép a német aszfaltszövetség honlapjáról származik [4]. Jó példaként azt az ajánlást fogalmazzák meg, hogy a burkolati jel ne kerüljön közvetlenül hossz slussz fölé, így a hézag kitöltése során nem kell a burkolati jelet is helyreállítani.

5. Meleg-remix eljárások hézagok és repedések javítására

5.1. Kézi bedolgozás

Vannak kézi bedolgozások technológiák is, amelyek során a felső réteg átmelegítése után kézi erővel keverik össze a fellazult aszfalt burkolatot (14. ábra). A fellazított réteget regeneráló szerrel (0,8 l/m²) kell bepermetezni, majd kézi szerszámmal (lapáttal) átkeverni és (gereblyével) elteríteni. A réteg tömörítése hagyományos eszközökkel és hagyományos módon történik. Tömörítés után a felületet (0,5 l/m²) felületvédővel és még nedves állapotában 0,5 kg/m² ásványporral kel megszórni.



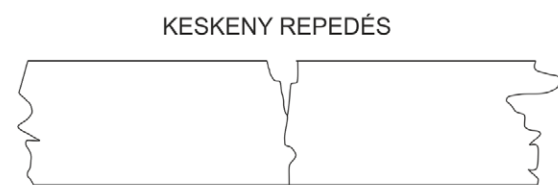
8. ábra: A hézagkitöltő anyagot melegítő egység [saját ábra]



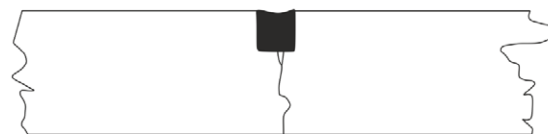
9. ábra: A hézag bővítése szárazon, gyémánt tárcsával [saját kép]



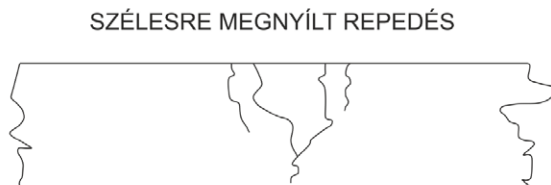
10. ábra: A kellősítő anyag felhordása [10]



KESKENY REPEDÉS
KESKENY REPEDÉS JAVÍTÁSA
MARÁSSAL ÉS KESKENY
KITÖLTÉSSSEL



7. ábra: Keskeny és széles papucsos repedés kitöltés [saját kép]



SZÉLES REPEDÉS JAVÍTÁSA
FORRÓLEVEGŐS
TISZTÍTÁSSAL ÉS PAPUCSOS
FEJES KITÖLTÉSSSEL



11. ábra: Az elkészült hézagkitöltés [10]



12. ábra: Bedolgozás széles papucsos fejjel [saját kép]



A rosszul elvégzett slusszjavítás, kettő akár három újabb slussz képződéséhez is vezethet.

A bedolgozás előnye, hogy a tél folyamán kialakult kátyúkat alacsony hőmérséklet mellett is lehet javítani.

5.2. NATH-remix gépi (Slussz-remix)

Olyan helyen alkalmazható, ahol 40-55 cm szélességben figyelhető meg a pályán hosszirányú repedés és mellette 40-55

cm-es szélességen belül szabálytalan irányú repedés (15. ábra).

Az eljárás lényege, hogy infrasugárzóval felmelegítik a felső réteget 80 cm szélességben. Marással 60 cm szélességben felmarják az anyagot, a keverődobban átkeverik és hozzáadott javítóanyagokkal építik be. Az oldalanként 10-10 cm szélességben meleg fogadó felület biztosítja a forróra eljárást. Nem alakul ki hideg slussz, nem kell külön hézagkitöltéssel biztosítani a slussz megnyílási lehetőségét.



13. ábra: Ajánlás a hossz-slussz elhelyezésére a tengelyhez képest [5]



14. ábra: Kézi bedolgozás [12]

Az eljárás sematikus ábrája az alábbi 16. ábrán látható. A bedolgozás után zúzalékszórás követően mini hengerrel zárják a műveletet.

A remixer – az eljáráshoz kifejlesztett célberendezés – magában foglalja a meglevő burkolat fellazítására, felszedésére, homogenizálására és visszaterítésére és a kiegészítő aszfaltkeverék keverőegységbe juttatására alkalmas berendezéseket (17. ábra).

A célberendezés infravörös melegítőegysége az aszfaltburkolatot felmelegíti. A melegítés mértéke olyan, hogy a meglevő burkolat hőmérséklete a felújításra kerülő vastagságban 110- 130 C° legyen.

A burkolat felmelegítése alkalmával fokozott figyelemmel kell lenni arra a tényre, hogy magasabb hőmérséklet esetén a bitumen kiég az aszfaltból.

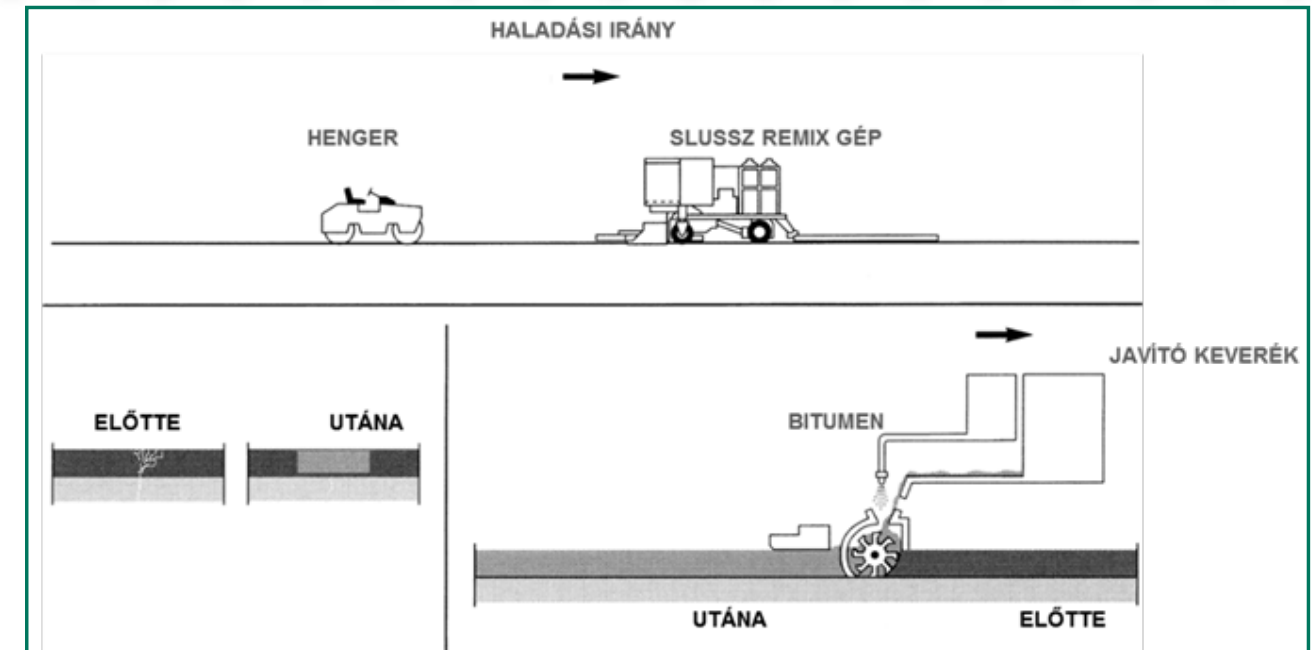
6. Összefoglalás

A bemutatott eljárások ismeretében kijelenthetjük, hogy a biztonságos megnyugtató megoldás a meleg polimer modifikált bitumenes hézag és repedéskitöltés, ugyanis szabályozható a szélesség - mélység aránya, hézag kialakítással, vagy repedés felbővítéssel, ezzel biztosítjuk hosszú időre a kitöltő anyag megfelelő mozgási lehetőséget.

A Nath-remix (slussz-remix) eljárás legnagyobb előnye, hogy érvényesül a „forró a forróra” elv, nem lesz újabb munkahézag.

Hivatkozások

- [1] Z. Igazvölgyi és Z. Soós, „Aszfaltkeverékek vízáteresztő képességének laboratóriumi vizsgálata,” Az Aszfalt: A Magyar Aszfaltipari Egyesülés (HAPA) Hivatalos Szakmai Lapja 20:(2), pp. 72-77, 2015.
- [2] Z. Igazvölgyi, Z. Soós és C. Tóth, „Víz az útpályaszerkezetben,” Ütügyi Lapok: A Közlekedésépítési Szakterület Mérnöki és Tudományos Folyóirata 2:(6) P.7, p. 12, 2015.
- [3] e-UT 08.02.21 [ÚT 2-2.107], „Aszfaltburkolatok repedéseinek, hézagainak kitöltése,” Ütügyi Műszaki Előírás, Magyar Ütügyi Társaság.
- [4] e-UT 05.02.42 [ÚT 2-3.701], „Útburkolatok hézagkitöltő anyagai,” Ütügyi Műszaki Előírás, Magyar Ütügyi Társaság.
- [5] <https://www.asphalt.de/home/>, „A Deutscher Asphalt Verband (DAV) honlapja.”
- [6] <http://www.densona.com>
- [7] <http://aumer.hu/index.php/kozlekedesi-feluletek>
- [8] <http://internet.kozut.hu/SitePages/Kezd%C5%91lap.aspx>
- [9] www.sat-roads.com
- [10] <http://aumer.hu/>
- [11] http://www.kutter-dsk.de/cms/front_content.php?idcat=46&lang=3&client=1
- [12] http://www.dunakanyarregio.hu/index_article.php?cikk=3540



16. ábra: A bedolgozás folyamata [11]



17. ábra: A géplánc egységei [9]



15. ábra: A slussz-remix alkalmazási esete [11]



18. ábra: Hengerlés és az elkészült burkolat [9]

Különböző aszfalttulajdonságok első elemzése Németországban 21 útszakaszon nyert és tanulmányozott adatok alapján

Az alábbi cikk már megjelent a [11]-es számú forrásban. Ez a cikk a szerző 2017.02.22-23-i síófoki HAPA-konferencián elhangzott előadásának tartalmát foglalja össze.

Dr.-Ing Thomas Wörner

Technical University of Munich,
Centre for Building Materials
TUM Department of Civil, Geo and Environmental Engineering



Az FE 07.0253/2011/ERB keretein belül „A teljesítmény szempontjából releváns aszfalttulajdonságok reprezentatív kutatása, mint új szerződési feltételek alapja” címmel a BASt (Bundesanstalt für Straßenwesen) megbízásából vizsgáltuk 21 kísérleti útszakasz alap-, kötő- és kopórétegének teljesítmény-jellemző értékeit. Vizsgáltunk mind laboratóriumi, mind a keverőből, illetve fűrt mintából származó keverékmintákat. Az adatok összefoglaló értékelése és elemzése az eredmények nagy szórását mutatta, amely csak részben magyarázható az egyes anyagok jellemző tulajdonságaival, vagy a beépítési minőséggel. Az így nyert adatokból mindazonáltal sikerült két módszertani megközelítést levezetni a jövőbeni szerződési feltételek meghatározásával kapcsolatban. További megállapításokat nyertünk az élettartam kiszámítása során, amikor is látható volt, hogy a jelenleg érvényben lévő előírások betartása ellenére a 30 éves élettartam nem érhető el biztosan. Határozottan szükséges, hogy további útszakaszok vizsgálatával bővíteni lehessen az értékelési alapot.

1. Bevezetés

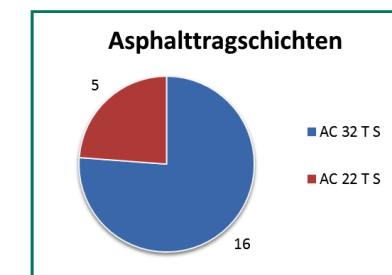
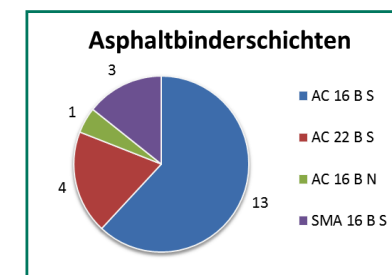
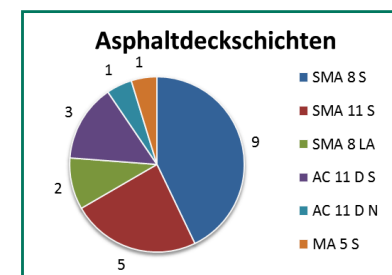
Az FE 07.0253/2011/ERB keretein belül „A teljesítmény szempontjából releváns aszfalttulajdonságok reprezentatív kutatása, mint új szerződési feltételek alapja” [1] a BASt megbízásából átfogó eredményeket határozottak meg a szolgáltató közösséget alkotó KIT (Institut für Straßen- und Eisenbahnwesen), HNL (Ingenieur- und Prüfgesellschaft) és a TU München (Centrum Baustoffe

und Materialprüfung), ezen eredmények kivonatos bemutatása következik az alábbiakban. Fenti szolgáltató közösséget támogatta az Institut für Verkehrswesen (Universität Kassel) és a Gesellschaft für Straßenbautechnik (Dresden).

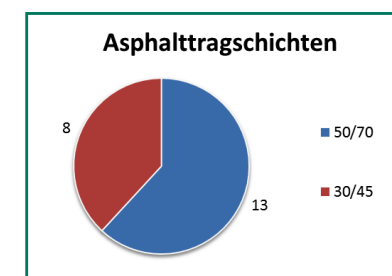
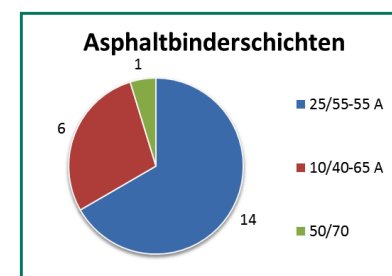
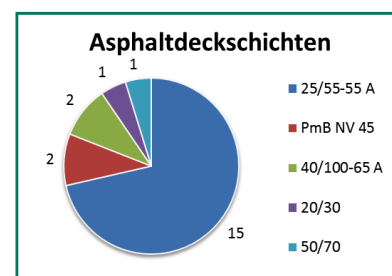
Az RDO Asphalt 09 [2] az aszfalt-kopóréteggel burkolt közlekedési felület méretezésére vonatkozó irányelvekkel alapján rendelkezésre áll egy olyan eljárás, melynek során figyelembe veszik a forgalmi és klimatikus terhelést, valamint a ténylegesen felhasznált építőanyag anyagparamétereit. Nyitott a kérdés, hogy egy aszfaltréteg gyártási, előállítási folyamatának mely pontján határozzuk meg ezeket az anyag-paramétereket.

Az európai szinten harmonizált aszfaltspecifikáció keretein belül olyan vizsgálati módszereket vezettek be, amelyek lehetővé teszik az aszfalt teljesítményének (használat közbeni viselkedésének) laboratóriumi körülmények közötti értékelését. A használat közbeni viselkedés meghatározásához olyan vizsgálati módszerek állnak rendelkezésre, amelyeket a DIN EN 12697 „Melegaszfaltra vonatkozó vizsgálati módszerek” („Asphalt – Prüfverfahren für Heiðasphalt”) szabvány továbbiakban felsorolt részeiben írják le:

- DIN EN 12697-24 Fáradással szembeni ellenállás [3]
- DIN EN 12697-25 Ismételt terhelésű összenyomódási vizsgálat [4]
- DIN EN 12697-26 Merevség [5]
- DIN EN 12697-46 Hideg repedéssel, termikus repedéssel szembeni ellenállás és alacsony hőmérsékleti viselkedés egytengelyű húzással [6]



1. ábra: Az aszfaltkeverékfajták próbaszakaszokra vonatkozó eloszlása
Deckschicht = kopóréteg, Binderschicht = kötőréteg, Tragschicht = alapréteg



2. ábra: A kötőanyagoknak a próbaszakaszokon felhasznált keverékfajtákra vonatkozó eloszlása

- DIN EN 12697-49 Csúszásellenállás meghatározása polírozás után [7].

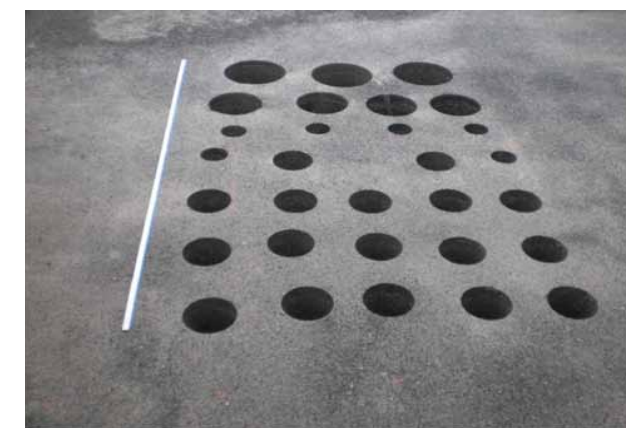
Nemzeti, országos szinten továbbá zajlik bizonyos kiválasztott vizsgálati eljárások átalakítása az aszfalttra vonatkozó műszaki vizsgálati eljárások közé. A fent említett vizsgálati eljárásokhoz laboratóriumi körülmények között előállított, vagy fűrt mintából nyert próbatestek is felhasználhatók. A továbbiakban a laboratóriumban előállított próbatestekhez szükséges aszfaltkeveréket vagy szintén laboratóriumi körülmények között, vagy ipari körülmények között, aszfaltkeverőben lehet előállítani.

Nincsenek megalapozott ismereteink a laboratóriumi körülmények között előállított aszfaltok, vagy akár a helyszínen beépített aszfalttréteg használat közbeni viselkedésének lehetséges eltéréseiről és változásairól. Ezért nem fogalmazhatunk meg egyelőre következtetéseket sem az ebből eredeztethető határolról, amit ezek az eltérések, illetve változások a számítási méretezés eredményeire fejtenek ki, emellett ugyanígy nem lehetséges a következtetés a minőségbiztosítás keretein belül a teljesítmény-vizsgálatokkal meghatározott jellemző értékek reprodukálhatóságáról. A kutatási projekt célja volt alapot teremteni azon szerződési feltételeknek, amelyek teljesítmény-teszteken alapulnak. Ehhez szisztematikusan összegyűjtöttük, dokumentáltuk, majd kiértékeljük a teljesítmény szempontjából releváns jellemző értékeket összesen 21 építési projekt alapján, három fázisban: az aszfaltkeverék tervezésének, majd az aszfaltkeverék előállításának (MW) fázisában, illetve a keverék beépítése (BK) után. Ezzel a módszerrel a jellemző értékek egyes fázisokban fellépő esetleges változásai felismerhetők, észrevehetőek és értékelhetők. Ezen alapulva definiálhatók a teljesítményre - merevség, hidegrepedéssel szembeni ellenállás, fáradással és deformálódással szembeni ellenállás, a csúszásellenállás változása - vonatkozó követelmények a fenti fázisokra lebontva, hogy ezekből szerződéses szabályozást lehessen létrehozni a teljesítmény-alapú szerződésekhez.

2. Teszt-, próbaszakaszok, mintavétel, vizsgálati program

A tesztszakaszok nyolc tartomány területén voltak elosztva, hogy az aszfalt-pályaszerkezet tervezése során, valamint a felhasznált szemcseösszetétel megválasztásakor fennálló regionális hatásokat, befolyásoló tényezőket is figyelembe lehessen venni. Az 1. és 2. ábrán a felhasznált aszfalt, valamint a megfelelő kötőanyag látható.

A teljesítmény-ellenőrző vizsgálatok végrehajtásához mintát vettek az aszfaltkeverő berendezésnél a felhasználásra kerülő kőanyag-frakciókból, valamint a kötőanyag szállítójától mintákat szereztek be a kötőanyagból. Az aszfaltkeverék-mintát úgy vették, hogy a minták a fűrtminta-vételi területéről származzanak. A vizsgálatokhoz szükséges fűrt minták vétele egy körbehárolt mintavételi területen történt (3. ábra).



3. ábra: Fűrtminta-vételi felület

A vizsgálati programban az szerepelt, hogy vizsgálják a kötőanyagot a szállítási állapotban, valamint a visszanyert kötőanyagot a három már említett fázisban. A konvencionális jellemző értékek mellett a reológiai vizsgálati eljárásokkal (DSR, MSCR, BBR és duktilitás-vizsgálat, főként az EP és MW fázisban nyert jellemző értékeket is vizsgáltuk.

A hagyományos aszfaltvizsgálatok elsősorban arra szolgáltak, hogy az egyes fázisokban tapasztalható aszfaltkeverék-összetételt egységesítsük, valamint lehetővé tegyünk a teljesítmény-vizsgálatok eredményei között meglévő különbségek magyarázatát. A merevség, valamint a hidegrugalmasság meghatározása mindegyik fázisban, mindhárom rétegre vonatkozóan megtörtént, a fáradással szembeni ellenállást a kopórétegen egyik fázisban sem vizsgálták, a hidegrugalmasság és csúszásellenállás meghatározása a kopórétegen mindegyik fázisban, a tartós deformációval szembeni ellenállás a kopó- és a kötőrétegen mindhárom fázisban megtörtént.

3. A kísérletek statisztikai kiértékelése

A vizsgálati eredmények értelmezéséhez az így nyert teljesítmény-releváns jellemző értékeket matematikailag és statisztikailag a [9] forrásban bemutatott módszerekkel értékelték ki.

Az egyes megvizsgált fázisokban (EP, MW, BK) kapott jellemző értékek közötti szignifikáns különbségek értékelése egyszerű variánsanalízissel történt utólag elvégzett módosított LSD-tesztel (Least Significant Difference Test).

Többszörös variánsanalízisek segítségével mérhető és mennyiségileg kifejezhető két vagy több tényező hatása, befolyása egy jellemző méret teljes változási spektrumára, és egyúttal a tényezők közötti kölcsönhatások is mérhetők és kifejezhetők. Jelen esetben a kísérleti szakasz és a fázisok hatását, valamint az ezen két tényező közti kölcsönhatásokat és mindennek a vizsgált teljesítmény-mutatókra gyakorolt hatását határozták meg (kétféle variánciavizsgálat).

A 4. ábra a merevség (10 °C és 10 Hz esetére vonatkoztatva mutatja az AC 16 B S aszfalt statisztikai (ki)értékelésének eredményét.

AC 16 B S				einfache Varianz- analyse	LSD-Test									multiple Varianzanalyse			multiple Varianzanalyse			
					■ EP	■ MW	■ BK							Faktor	Verwerf.	%	Faktor	Verwerf.	%	
					Ranking der homogenen Gruppen															
					1. Gruppe			2. Gruppe			3. Gruppe									
Steifigkeit bei 10 °C; 10 Hz	1	AC 16 B S	25/55-55 A	n. signifi.	■	■	■								Phase	ja	0,09	Phase	nein	-
	3	AC 16 B S	25/55-55 A	signifi.	■				■			■			Strecke	ja	68,75	Strecke	ja	54,2
	4	AC 16 B S	25/55-55 A	signifi.	■				■	■					Phase/ Strecke	ja	22,07	Phase/ Strecke	ja	29,57
	5	AC 16 B S	25/55-55 A	n. signifi.	■	■	■								Fehler		9,1	Fehler		16,23
	8	AC 16 B S	25/55-55 A	n. signifi.	■	■	■													
	9	AC 16 B S	25/55-55 A	n. signifi.	■	■	■													
	10	AC 16 B S	25/55-55 A	signifi.	■				■	■										
	12	AC 16 B S	25/55-55 A	signifi.	■	■			■											
	13	AC 16 B S	25/55-55 A	signifi.	■				■			■								
	14	AC 16 B S	25/55-55 A	n. signifi.	■	■	■													
	17	AC 16 B S	25/55-55 A	n. signifi.	■	■	■													
	15	AC 16 B S	10/40-65 A	signifi.	■				■	■									Phase	ja
20	AC 16 B S	10/40-65 A	signifi.	■				■				■						Strecke	ja	24,38
																		Phase/Str.	ja	20,56
																		Fehler		11,81

4. ábra: Az AC 16 B S aszfalt merevségre vonatkozó (10 °C és 10 Hz esetén) statisztikai (ki)értékelésének eredménye

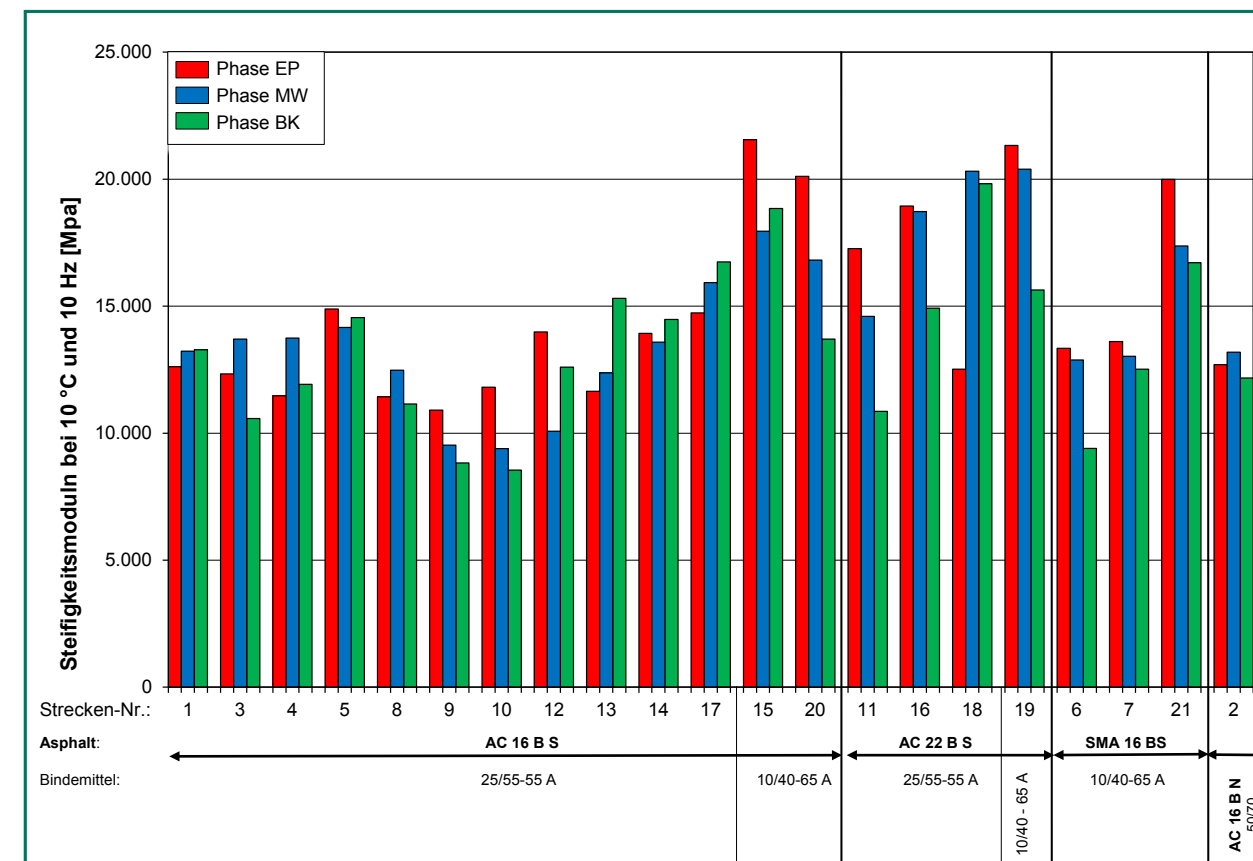
Az AC 16 B S kötőanyagára vonatkozó egyszerű varianciaelemzés (4. ábra) mutatja, hogy a 13 szakaszból 7 szakasz esetében a fázisnak szignifikáns befolyása volt az eredményre. Az utólag elvégzett LSD-Test szintén arra világít rá, hogy a 6 további szakaszra kapott eredmények (szignifikáns hatás nélkül, 1.5.6.9.14. és 17. szakasz) ugyanahhoz a csoporthoz rendelve hozható, habár a rangsor eltérő (három esetben a BK fázisban lett a legalacsonyabb érték, két esetben az EP, egy esetben pedig az MW). Három szakasz esetén a három fázisban kapott eredményeket három különböző csoporthoz rendelhetjük hozzá, ezen csoportok szignifikáns különbségeket mutatnak. Négy szakasz esetén két fázis eredményei ugyanahhoz a csoporthoz sorolandók.

A többszörös varianciaelemzés azt mutatja, hogy a fázis 0,09 %-kal elhanyagolható hatással van az eredményre. A fázis és útszakasz közti kölcsönhatás 22,07 %-ban befolyásolja az eredményt. A hibaszázalék illetve a nem magyarázható hatások 9,1 %-kal alacsonynak nevezhetők. A 4. ábra jobb oldali oszlopában további felosztást láthatunk a felhasznált kötőanyag alapján. A 11, ugyanazzal a kötőanyaggal (25/55-55 A) előállított aszfalt esetén az elemzés során a korábbiakban bemutatott összefüggésekkel összehasonlítható összefüggéseket állapíthatunk meg.

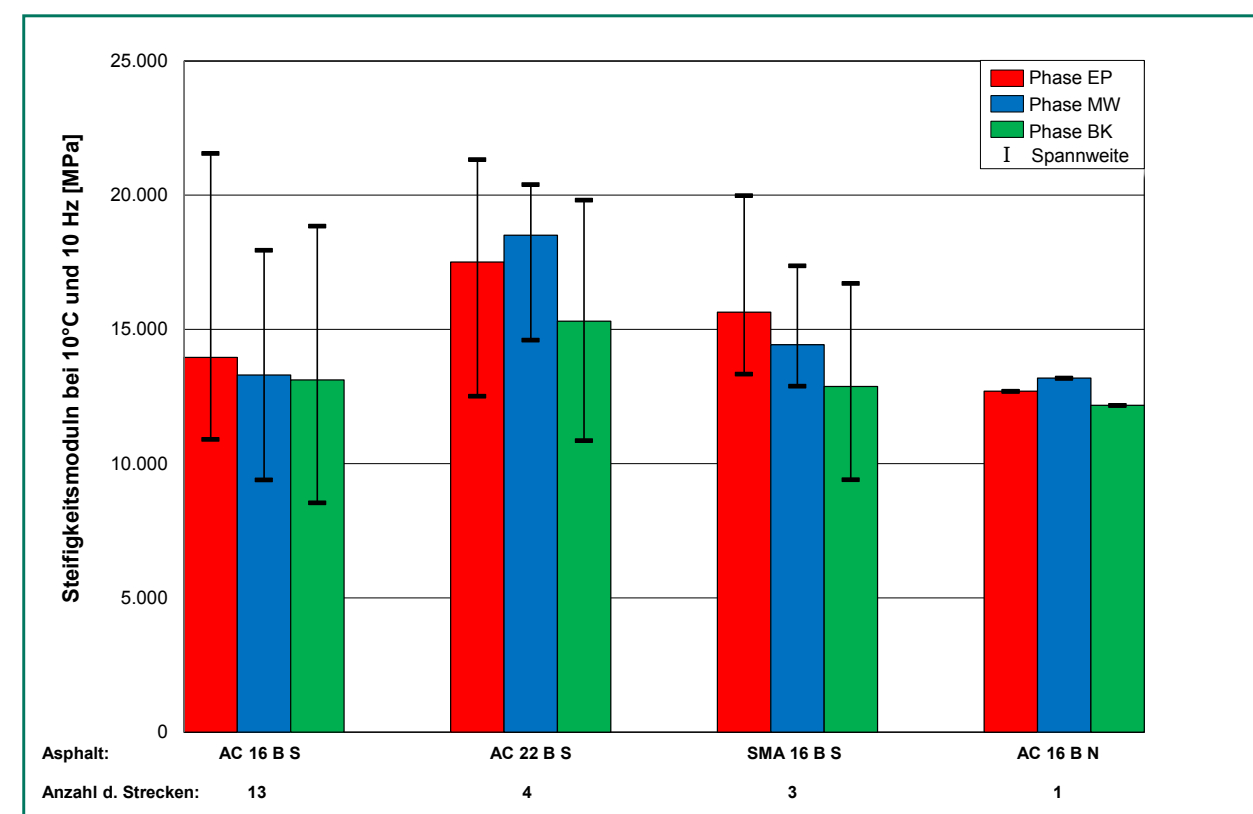
4. A teljesítményellenőrzés eredményei

Ismét a merevség példáján (10 °C és 10 Hz esetén) ábrázolja az 5. ábra az (aszfalt)kötőanyagokra vonatkozó eredményeket. Az 5. ábra mutatja a kötőanyag-variánsok mért merevségi értékeit az egyes szakaszokon és egyes fázisokban. A 6. ábrán az aszfalttípus szerint csoportosított középértékek láthatók a mindenkor terjedelemmel. Valamennyi teljesítmény-mutatóra vonatkozóan készült hasonló elemzés.

Az 5. ábra ábrázolja a statisztikai értékelés során már megállapított összefüggéseket. A grafikonon látható, egyes fázisokra vonatkozó oszlopok magassága kísérleti szakaszról kísérleti szakaszra eltér. Feltűnő azonban főként az egyes aszfalttípusokon belül megfigyelhető különbség; az AC 16 B S kötőanyag esetén a merevségi értékek kb. 9000 Mpa és kb. 22.000 Mpa között variálnak, ami azt jelenti,



5. ábra: A 21 kísérleti szakasz különböző (aszfalt)kötőanyagaina vonatkozó merevségi értékek (10 °C és 10 Hz esetén)



6. ábra: Merevségi adatok (10 °C és 10 Hz esetén) a különböző (aszfalt)kötőanyagvariációkra vonatkozóan

hogy a 2,5-szeres tényező körül. Ebben főként az eltérő tervezés mutatkozik meg, amit többek között befolyásolnak a regionális tényezők, hatások.

A kötőrétegváriációkra vonatkozóan a 6. ábra alapján az alábbi alapvető kijelentéseket tehetjük:

- Az AC 22 B S kötőréteg-váriációknál mért merevségi modulusok általában magasabbak, mint az AC 16 B S esetén mért értékek.
- Az SM (Splittmastix) kötőanyaggal készített variációk összehasonlíthatóan magas merevségi modulusokat mutatnak, mint az aszfaltbetonnal tervezett kötőréteg-váriációk.
- A 21 próbaszakaszra vonatkozó, mindhárom fázist magában foglaló teljesítményellenőrzés eredményei az alábbi következtetésekben foglalható össze:
 - A merevségi modulok statisztikai (ki)értékelése azt mutatja, hogy az EP, MW és BK fázis vizsgálati eredményekre gyakorolt hatása gyakorlatilag elhanyagolható.
 - A fáradási tulajdonságok vonatkozásában az látható, hogy az értékek különböző fázisok között tapasztalt eltérése nem szisztematikus. A terhelési ciklusszámot gyakorlatilag nem befolyásolják az egyes fázisok. Az RDO aszfaltnál [2] rögzített etalonaszfalt fáradással szembeni ellenállását egyik vizsgált mintában sem érték el.
 - A hideg-rugalmasság tekintetében megállapíthatjuk, hogy a különböző fázisok hatása a különböző aszfalttípusok esetén eltérően mutatkozik. Alapvetően mindenestre kijelenthetjük, hogy az EP fázisban tapasztalták a legmagasabb, a BK fázisban pedig a legalacsonyabb törési hőmérsékletet, illetve törési feszültséget.
 - A kopó- és kötőréteg használatos/ kelendő hengerelt aszfaltjairól elmondható, hogy a tartós deformációval

szembeni ellenállás EP és WM fázisban mért értékei szignifikánsan különböznek a BK fázisban mértéktől. A kopórétegek esetén a BK fázisban olyan fokú, tartós alakváltozás lép fel, amely az EP ill. MW fázisban mért értékek mintegy tízszeresei.

A teljesítmény-mutatók jellemző értékek elemzése során a különös vizsgálati eredmények okait kutatták. Ehhez az aszfalt- és kötőanyag-tulajdonságok rendelkezésre álló jellemző értékeit vették figyelembe. Ezekkel viszont általában nem lehetett az eredményekben mutatkozó eltéréseket megmagyarázni.

5. A hátralévő élettartam meghatározása

A méretezés input adatainak értékeléséhez valamennyi, mind a 21 kísérleti szakasz összes vizsgálati fázisához kiszámítják a használhatóság végének időpontját. Ez az értékelés a legelső réteggel, útalappal nem összeköttetésben álló aszfaltretegére vonatkozik. Az élettartam becslését jelentősen befolyásoló tényező a biztonsági szint, amit az RDO aszfalt [2] előírásainak megfelelően a számítások kezdete előtt ki kell választani. Alapértelmezésben a szabvány szerint a PaDesTo [10] – számításokhoz az RStO biztonsági szintjét használják. Biztonsági tényezők használata által révén figyelembe kell venni többek között a beépítés minőségének ingadozásához tartozó mértéket, mint pl. rétegvastagsági tűréshatárok vagy anyag minőség, és összetétel ingadozások. Az élettartam kiszámolásának eredményei a 7. ábrán láthatók.

A 7. ábra megmutatja, hogy az etalon aszfalt használata esetén egyértelműen jobb eredmények érhetők el, mint az

egyres fázisokban jelenleg meghatározott teljesítménymutatókkal. A 16-os és 19-es alulméretezett szakasz kivételével a kalibrációs aszfalt használata esetén megvalósul a tervezett 30 éves élettartam.

A tervezett 30 éves élettartamot összesen hat szakaszon érték el mindhárom vizsgált fázisban. A maradék 15 szakasz esetén különböző rangsorok tapasztalhatók, ahol az egyes fázisok közötti különbség néha több mint 10 év is lehet. A három fázis eredményeiben tapasztalható eltérések az aszfaltretegek egyes teljesítmény-mutatóinak bonyolult kölcsönhatásának következményeként alakulnak ki. A klimatikus peremfeltételektől és ezek megjelenési gyakoriságától függve különböző kriogén feszültségek, E modulusok, nyúlási és a fáradási funkció bizonyos területei aktiválódnak az élettartam során.

Összefoglalva elmondhatjuk, hogy az itt vizsgált aszfalt-alaprétegek kiszámított élettartama nagyon eltérő eredményekhez vezet. Még ha a hagyományos kontrollvizsgálat eredményei lényegében meg is felelnek a ZTV Asphalt-StB előírásainak, nem biztosított, hogy a legalább 30 éves élettartam elérhető. Ezért ezen a ponton fel kell tennünk a kérdést, hogy a hagyományos aszfalttulajdonságokból illetve a hagyományos kontrollvizsgálatok eredményeiből lehet-e következtetni minden további nélkül a mechanikai tulajdonságok betartására és az ebből levezetett teoretikus élettartamra.

6. Szerződés

A program vizsgálati eredményeinek szerződéses építési szabályozásba való átvétele kétféle módon történhet – az előre meghatározott élettartam megkövetelése illetve bizonyítása, vagy a teljesítmény-mutatók, tulajdonságokra vonatkozó kategóriák rögzítése.

Ha az élettartam bizonyításának módját választjuk, akkor elengedhetetlen, hogy az EP (Erstprüfung) során kapott eredményekből következtessünk a kész aszfaltreteg tulajdonságaira. Többszörös lineáris regressziós számítások segítségével megvalósult egy lehetséges módja annak, hogy az EP fázis értékeiből megbecsüljük a BK fázis teljesítmény-mutatóit, jellemző értékeit. Ez a módszer lehe-

tővé teszi, hogy előre definiáljuk a BK fázisra vonatkozó teljesítmény-mutatók előírt követelmény-értékeit, illetve rögzítsük azokat szerződéses követelmény-értékeként.

A kategóriák létrehozásával kapcsolatban azt lehet megállapítani, hogy ez alapvetően, elvben lehetséges. Természetesen a megfelelő szabványok, normák kiegészítése szükséges hozzá. Így például a felhasznált teljesítményvizsgálatokhoz új további kategóriák bevezetésére van szükség a követelmény-normákban, szabványokban, illetve rögzíteni kell a szabványokban az expanziót.

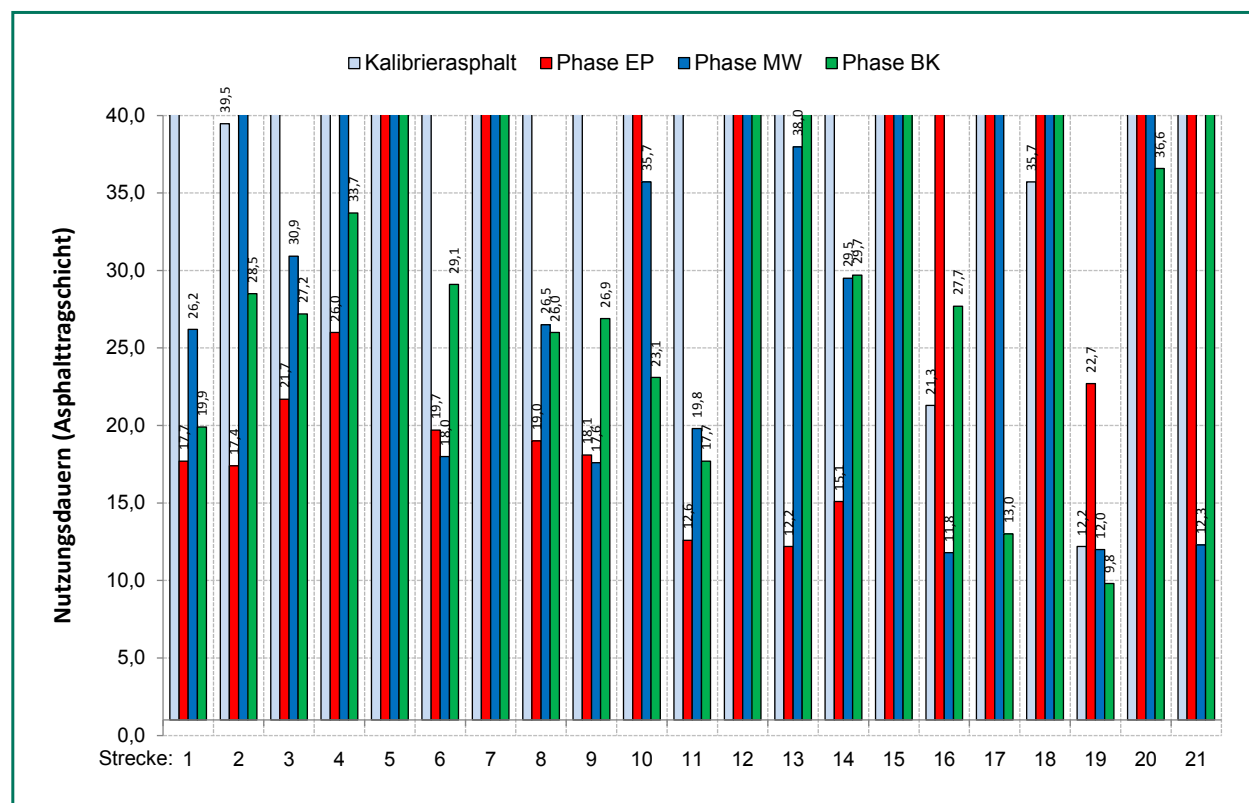
Ezen pozitív kilátások ellenére elengedhetetlen a megszerzett adatbázis további bővítése és egy értékelési háttér megteremtése.

7. Összefoglalás

Az FE 07.0253/2011/ERB keretein belül „A teljesítmény szempontjából releváns aszfalttulajdonságok reprezentatív kutatása mint új szerződési feltételek alapja” című vizsgálat kutatásai révén sikerült egy átfogó adatmennyiséget gyűjteni, így a szerződés szempontjából releváns teljesítménytulajdonságok meghatározásához szükséges alapot megteremtettük, az rendelkezésre áll. Az is világossá vált, hogy az eredményekben tapasztalható nagy eltérés, terjedelem csak a vizsgálati eljárások módosítása, pontosítása révén csökkenthető. Ehhez a felhasznált vizsgálati eszközökön rendszeres kalibrálást kell végrehajtani, illetve rendszeres továbbképzéseket kell tartani. Így lehet majd teljesítményvizsgálatok precíziós adatait meghatározni körvizsgálatok keretein belül.

A szerződésbe bekerülés szempontjából viszont az is lényeges, hogy rendelkezésre álljon a teljesítménytulajdonságokhoz jellemző értékekhez egy értékelési háttér, amely figyelembe vesz regionális hatásokat (pl. klíma) is. Ilyen értékelési háttér megteremtése szükséges mind az EP (Erstprüfung) során nyert jellemző adatokhoz, mind a kész rétegen mért és kapott adatokhoz.

Végül kiegészítésekre van szükség az európai szabályozásban, hogy megvalósítható legyen az átvétel. Kiegészítő kategóriákat kell felvenni a követelmény-szabványokba, és további vizsgálati eljárásokat kell figyelembe venni.



7.ábra: A fáradási repedések megjelenéséig tartó élettartam az alap-/ hordozórétegben az összes kísérleti szakasz vonatkozásában

Belterületi utak javítása hidegaszfalt bevonatokkal

Tabáni Tibor

Ügyvezető
ÚTGÉP Szerviz Kft



Az utóbbi 30 évben egyre gyakrabban alkalmazzák a hidegen felhordott vékony aszfaltréteget, amelyek megfelelnek úgy a gazdasági, mint az ökológiai elvárásoknak és elengedhetetlen megoldást jelentenek egy ország útállományának a karbantartásához.

A hidegen felhordott vékony aszfaltrétegeket (DSK) bedolgozó gépek gyártása terén világméreteken élenjáró és piacvezető BREINING cég a FAYAT Csoport karbantartási területén belül kínálja Slurry-Paver (iszapaszfalt-terítő gép) névvel az innovatív aszfalt-bedolgozó gépek egész sorát. (DSK= Dünne Asphaltschicht im Kalteinbau)

Hidegen felhordott vékony aszfaltréteg: egy modern megoldás az útkarbantartás részére

Az emulziós technológia és különösen a hidegen felhordott vékony aszfaltréteg alkalmazása arra hivatott, hogy világszerte egyre inkább elterjedjen, mert nem csak környezetbarát, hanem a gépkezelő biztonságát is garantálja.

A vékony aszfaltréteg hidegen történő felhordására szolgáló SLURRY PAVER iszapaszfalt-terítő gépek azért különösen termelékenyek, mert úgy a végtermék helyszíni előállítását, mint az anyagok szétterítését lehetővé teszik.

A SLURRY PAVER iszapaszfalt-terítő gépek olyan vezérlő rendszerrel vannak fel-szerelve, amely lehetővé teszi a különböző összetételű receptúrák pontos betartását.

Hidegen felhordott vékony aszfaltréteg a jól átgondolt útkarbantartási technológia

Manapság az útállomány állapotáért felelős cégek vezetői olyan megoldásokat várnak el az úthálózat karbantartásához, hogy azok a gazdaságosság mellett környezetbarátok is legyenek.

A hidegen felhordott vékony aszfaltréteg (DSK) tökéletesen megfelel mindkét követelmény-nek, mert a vékony réteg kevesebb anyagot, a környezeti hőfokon történő bedolgozás pedig alacsonyabb energia-felhasználást jelent.

„Megfelelőt a megfelelő helyen” (vagyis amire az adott helyen éppen szükség van)

Az útállomány megtartása mindig gondos vizsgálatot követel meg, hogy jókor és megfelelő árú megoldással történjen meg a beavatkozás.

A vékony rétegek mint a (DSK) jelentősen meghosszabbíthatják egy út élettartamát, ezért ezt az eljárást egy út élettartama során rendszeresen el kell végezni.

Kevesebb anyag

Azokban az esetekben, amikor csak a felső útburkolati réteg használdott el (repedések, keréknyomok, tapadásvesztés), akkor semmi esetre sem kell az útszerkezetet nagy anyagmennyi-nyiséggel megerősíteni. A DSK ismét helyreállítja az felső útburkolati réteget és vissza-adja az út eredeti tulajdonságait.

Kisebb energiafelhasználás

DSK-nak az a különlegessége, hogy azt környezeti hőfokon lehet felhordani, ezáltal az energiaköltségek és a károsanyag kibocsátások jelentősen csökkennek.

Adott költségvetési összegből nagyobb útfelület kezelve

A DSK egy gazdaságos út-karbantartási megoldás, amely korlátozott költségvetésből maximális felületkezelést tesz lehetővé.

A repedezett, előregedett utak javítására legtöbb alkalommal 4+1 cm-es melegaszfalt burkolatot alkalmaznak AC11 (F) minőségben. A hideg bevonatok esetében két rétegű emulziós kötésű burkolatok 2-3 cm vastagságuk, még az iszapaszfalt esetében 8-10 mm –sek!

Energia tartalom a bevonatok hőmérséklete és vastagsága arányában kisebb, mint a melegaszfalt alkalmazásában. A települések belső úthálózatának igénybevétele mind a tengelyterhelés, mind a forgalomszám vonatkozásában kisebb, így ezen javítási módokat élettartalma közelítőleg azonos az AC11 (F) burkolattal, de költségszinten jelentős a különbség 50 -70 %.

A műszaki megoldások kiválasztása

Két alapvető megoldást lehet alkalmazni: a hidegen felhordott vékony aszfaltréteget (DSK)-t és a bitumenes iszapot. A BREINING Slurry Paver iszapaszfalt terítő gépei mindkét eljárásához egyformán alkalmazhatók.

Hidegen felhordott vékony aszfaltréteg

A DSK (polimerekkel) modifikált bitumenből és zúzott szemcsés adalékanyagból áll. A zúzalék szemnagysága 4 mm felett van és a finom anyag részaránya 6 és 12% közé esik.

A felhordott mennyiség 10 és 25 kg/m² között van egy vagy több rétegben.

Bitumenes iszap

Az iszap tiszta bitumenből készült emulzióból és gömbölyű szemcsés anyagból áll.

A szemcsenyagyság 4 mm alatti 12% feletti finomanyag részarányánál.

Az ajánlott felhordási mennyiség 8 kg/m².

Két technológia két elérendő céllal

Az útfelszín tömörsége mindkét esetben biztosítva van.

A DSK ezenkívül megfelel az érdességi és tapadási kritériumoknak is.

További alkalmazási példák

A DSK-t további célokra is lehet alkalmazni, mint például enyhe újra formázásokra erős fékezések miatti felgyűrődések, baleset-veszélyes helyek, kerékpárutak, esetén.

Elérendő célok

Fontossági sorrendben

Az esetek 100%-a

1. Tapadás
2. Érdesség
3. Tömörség
4. Visszaalakítás
5. Színezés
6. Egyéb

A DSK előnyei

A hidegen felhordott vékony aszfaltréteg technológia számos előnyt kínál úgy az üzemeltetők, mint a gépkezelők számára.

Egy hulladékanyag nélküli technológia

Mivel a DSK egy keverék, ezért nem maradnak „szabad” töltőanyag szemcsék a felszínen, így a felhordás után már nincs szükség seprésre.

A tömörítést maguk a rajta közlekedő járművek végzik el, ezért nem kell a tömörítéshez speciális úthengereket az építési helyre vinni.

A DSK technológia ezáltal kétséggel a legalkalmasabb lakott területeken való alkalmazásra.

A felhordás után azonnal megindulhat rajta a forgalom

Mivel a keverék (emulzió) törése nagyon gyorsan megtörténik, ezért az utat kevesebb mint egy órán belül át lehet adni a forgalomnak.



Útépítési munkaterületek útlezárások nélkül

A munkacsoportok rendkívül kompakt felépítésének köszönhetően a DSK-útépítési helyszínek gyakran felpályás szélességben is kivitelezhetők.

A gépkezelő higiéniája és biztonsága

- nedves szemcsés anyag miatt nincs porképződés
- környezeti hőmérsékletű emulzió
- nincs emulziószórás

A Slurry Paver iszapaszfalt-terítő gépek a hidegen felhordott vékony aszfaltrétegek előállító eszközei.

Az Slurry Paver iszapaszfalt-terítő gépek elő-állítják és egyidejűleg el is terítik a kész keveréket így ezek mobil gyárként az egész eszközként folyamatot a legtökéletesebben felügyelik.

Az összetevők tárolása

A technológia által igényelt összes anyag tárolója egy és ugyanazon gépben található:

- emulziótartály
- Kővázsiló
- víztartály
- adalékanyag siló
- cementsiló
- színező anyag siló (opció)
- szálvágó berendezés (opció)

Kész keverékanyag gyártás

Az összetevők egy keverőbe kerülnek, amely biztosítja az anyagok egyenletes megkeverését.

A kész keverék összetételét és a különböző anyagok mennyiségi arányait számítógép segítségével lehet beállítani vagy az üzemeltető által a hátsó hídról lehet meghatározni.

Felhordás (terítés)

A jármű hátsó oldalára szerelt aszfaltterítő lehetővé teszi a keverékanyag 4 méterig terjedő munkaszélességben történő szétterítését és elosztását.

A Slurry Paver iszapaszfalt-terítő gép működési módja

A DSK (hidegen felhordott vékony aszfaltréteg) receptúrájának laboratóriumban történő meghatározása elengedhetetlen előfeltétele a technológia sikerének. A kiváló minőségű DSK további két pillére a gyártás és a felhordás.

Víztartály

A BREINING monoblokk egyesíti az emulzió-, víz- és töltőanyagtartályt, amely a Slurry Paver iszapaszfalt-terítő gépet a legkompaktabb géppé teszi a piacon. A különböző folyadékok szállítását víz esetében forgódugattyús szivattyú, míg az emulzió esetében fogaskerékszivattyú biztosítja.

Cementsiló

- A cementadagoló siló töltési mennyisége (600 liter) egy munkanapi gyártási mennyiséghez elegendő,
- Egy szállítócsiga adagolja és osztja szét a cementet,
- Ezen kívül opcionális ajánlatként szerepel egy cementes zsák felvonó szerkezet a gépkezelő nehéz terhek emelésétől való mentesítésére.

Szemcsés adalékanyag siló

- A silóban 6 - 12 m³ szemcsés adalékanyag tárolható. Egy fedélzeti mérlegszalag biztosítja a helyes anyagmennyiség áramlását a keverő irányába.
- A szalag alatt elhelyezett 4-dimenziós súlyszenzor biztosítja a folyamatos adagolást a gép helyzetétől függetlenül.

Keverő

- Kéttengelyes keverő,
- Dőléskiegyenlítés hidraulika-henger által,
- 2-részes keverőteknő az anyag eltömődésének az elkerülésére.

Bedolgozó asztal

- 2,50 m-től 4,00 m-ig beállítható szélesség,
- 1, 2 vagy 3 anyagellátási pont lehetséges,
- Több férőhelyes gyorscsatlakozók.

Kezelőállás

- Hátral elhelyezett híd az útépítési munkaterület és a bedolgozandó keverék tökéletes áttekintéséhez,
- ergonómikus kezelőpult vala-mennyi művelet vezérléshez:
- az adagolás és a bedolgozó asztal kezelése,
- folyadékok és szemcsés anyagok átfolyásának szabályozása potenciométerrel vagy automatikusan (lásd a NOVASYSTEM-nél is)

NOVASYSTEM:

A számítógéppel támogatott adagolás-vezérlés

A hidegen felhordott vékony aszfalttréteg sikeres bedolgozó-sa mindenképp előtt a gépkezelő abbéli képességén múlik, hogy hogyan tudja beállítani a helyes receptúrát a kívánt készanyag megkeveréséhez. A számítógéppel támogatott vezérlés a garancia egy útépítési munka-területen végzett munka teljes időtartama alatti helyes adagolásra.

A keverékanyag egyes alkotó részeinek a vezérlése

- Ásványi adalékanyag,
- Emulzió,
- Hozzáadott víz,
- Kötésfokozó adalék, (pl. borax)
- Cement.

A NOVASYSTEM üzemmódjai

- „Receptúra” üzemmód egy munkacsoport által alkalmazott valamennyi keverék beviteléhez
- „Gyártás” üzemmód állandó kijelzéssel és a kezelőnek az adatokhoz való folyamatos hozzáféréssel.
- „Karbantartás” üzemmód az összetevők kalibrálásához és a gép karbantartási üzemidő számlálóihoz való hozzáféréshez.
- Zavarjelző terület, amely az esetleges zavarokat jelzi.

Gyári hitelesítés

A NOVASYSTEM-nek köszönhetően most már lehetőség van a gép gyárban történő hitelesítésére, ami által a gépet azonnal használni lehet az útépítési munkaterületen.

Szükséghelyzet üzemmód

A kezelőpult 180°-kal történő egyszerű átfordításával kézi üzemmódra lehet visszaállni.

Egy új fajta bedolgozó asztal: NOVABOX

Egy DSK végeredményét leggyakrabban a bedolgozó asztal tulajdonságain mérjük le.

A BREINING cég tapasztalatának köszönhetően olyan bedolgozó asztalt fejlesztett ki, amely egyesíti a munka minőségét és a felhasználót szolgáló ergonómiát.

Nehéz kivitelű asztal

A NOVABOX 45 %-kal nehezebb a piacon található minden más asztalnál és ezáltal kiküszöböli az összes hullámosodási egyenetlenséget.

Vezérelt magasságállítás

A többnyire mechanikus magasságállítású hagyományos asztalok nem teszik lehetővé a gépkezelőnek, hogy pontosan beállítsa a munkamagasságot.

A NOVABOX távműködtetéssel vezérelhető hidraulikus magasságállítással van felszerelve.

Varratnélküli simítás

A NOVABOX lehúzó lemeze automatikusan hozzáidomul az útfelülethez és egyenletes elosztást biztosít anélkül, hogy az asztal csatlakozási helyeinél nyomokat hagyna maga után.

Kimondottan a BREINING cég előírásainak megfelelő tulajdonságokkal készített gumi lehúzó lemez figyelemre méltó simaságot és végső felületkialakítást tesz lehetővé.

Nagyobb munkaszélesség

A maximális felhordási szélesség 4,00 m

Új koncepció a DSK-nál a NOVASURFACING

A NOVASURFACING egy új technológia azzal a céllal, hogy a DSK élettartamát meghosszabbítsák, biztosítsák tartósságát és megkönnyítsék felhordását.

Üvegszálak bevezetése

A NOVASURFACING magában foglalja üvegszálnak az aszfalt-keverékhez való hozzáadását is, amely többféle feladatot lát el. Először is csökkenti az úttest által keltett zajt, továbbá jelen-tősen növeli annak tapadó képességét és tartósságát.

Az üvegszál végül biztosítja az aszfaltkeverék összetartását és megakadályozza ezenkívül annak a szétosztályozódását, hogy így a keveréket könnyen és csöpögésmentesen fel lehessen hordani.

Nyomonkövethetőség

A DSK 2011. január 1. óta érvényben lévő CE megjelölése nem csak az adagolás pontos szabályozását tételezi fel, hanem a felhordott mennyiség-gek, valamint a felhordási feltételek nyomonkövethetőségét is.

A MALAXITU adatbázis teljesíti ezeket a feltételeket és még a termelékenységről és a bevételekről is ad információkat.

A nyomonkövethetőségi rendszer 7 előnye

- megbízhatóvá teszi a termelésellenőrzési rendszert,
- javítja a kommunikációt a megrendelővel,
- megmutatja a különbséget a konkurenciához képest,
- lehetővé teszi az ellenőrző eszközök (mint amilyen a SIG) közös használatát,
- bizonyítékot szolgáltat a megrendelőnek, hogy a beruházása rentábilis,
- optimalizálja a munkavégzés során megtett út hosszát és így csökkenti a károsanyag kibocsátást,
- a yersanyag beszállítókkal való kedvezőbb üzleti kapcsolatok kihasználása.

Példák a szolgáltatott adatokra

- az útépítési munkaterület feltérképezése,
- GPS-pozíció, Dátum és időpont,
- a szállítási, a várakozási és a bedolgozás időtartama,
- azonnali adagolások,
- felületek és mennyiségek,
- hőmérsékletek,
- nedvességmérés.

Adatátvitel

- Igény szerint van több féle adat-átviteli lehetőség:
- egy Excel-adatállomány (fájl) átvétele (USB-csatlakozóval),
- egy Excel-adatállomány (fájl) átvétele és adatbeillesztés egy üzemi szoftverbe,
- GSM-átvitel internetfelülethez való hozzáféréssel, egy munka-területi mérleg emailen történő elküldésével összekapcsolva.

Termelékenységi

Egy Slurry Paver iszapaszfalt -terítő gép beszerzése döntően meghatározza a munka-területen elvégzendő munka termelékenységi. Bizonyos útépítő berendezéseknél egy szükségszerű multifunkcionális és a becsült napi termelés között kompromisszumra van szükség.

A Slurry Paver iszapaszfalt-keverő gépek teherautón

A teherautón való szállítási a legjobb megoldás, amikor multifunkcionalitásra, különösen pedig kompaktságra (tömrő építési módra) van szükség. Teherautóval a nehezen megközelíthető szűk helyeket (pl. városközpontokat) is probléma-mentesen el lehet érni.

A slurry paver iszapaszfalt-terítő gépek nyergesvontatón

A nyergesvontató különösen egyenes útszakaszokon ajánlott, amely nagyobb napi teljesítményt követel meg. Ennek a kapacitása lehetővé teszi az utántöltések számának korlátozását.

Felhúzott tengelyek nyergesvontatón

A tengelyfelemelő berendezés lehetővé teszi, hogy a útépítési munkaterületen egyik tengelyt felemelve jobban lehessen a géppel manőverezni, elkerülve ugyanakkor annak veszélyét, hogy a kerekek felgyűrjék a burkolatot. A szállításkor a maximális terhelés biztosításához mindkét tengelyen lévő kerekek a talajon vannak.

A BREINING gépsor

Feltöltési mennyiségek (Liter)

Ásványi adalékanyagok: 6 000
Emulzió: 2 000
Víz: 2 000
Cement: 600
Kötésfokozó adalék: 300

Napi termelés 10 kg/m²-nél

1 200 m² töltésenként azaz
7 200 m² naponta

Illesztési helyek kitöltése

Kitöltés típus

Szórófúvóka
Rámpa



Alváz típus

Utánfutó és csúszótalp
Csúszótalp

Kötőanyag kapacitás

Fűtés
Hőközlőolajos fűtés

Repedések tisztítása HOT DOG

Kezelési mód

Termikus szórófúvóka

Levegőrásegítés

Független kompresszorról

Gáznyomás

3,5 bar

Fűtés

Gáz

Aszfaltkihozatal

BELUGA BB5

Elosztástípus (terítés)

Kézi

Alváz típus

Utánfutó

Gyártás

5 tonna/óra

Fűtés

Közvetlen fűtés

Kötőanyag szórás

**SZÁMÍTÓGÉPPEL TÁMOGATOTT GYÁRTÁS
U TARTÁLY V2
SMART**

Szórási mód

Rámpa és szórófúvóka
Rámpa

Szórás szélesség

2,50-től 5,00 m-ig

Kapacitás

Emulzió/víz/fűtőolaj:
1 000-től 7000 literig

Fűtés

Közvetlen fűtés

A 2016-os WIRTGEN tanulmányútról szóló beszámoló

Bevezető: Visnyovszky Áron – Wirtgen Budapest Kft.
Wirtgen: Szvoboda Krisztián – Budapesti Műszaki Egyetem
Vögele: Darányi Ákos – Penta Kft.
HAMM: Poszpisek Anikó – Colas Út Zrt.

Visnyovszky Áron



Wirtgen Budapest Kft.

Szvoboda Krisztián



Budapesti Műszaki
Egyetem

Darányi Ákos



Penta Kft.

Poszpisek Anikó



Colas Út Zrt.

Nagy örömeinkre szolgált, hogy a HAPA tanulmányutak sorozatába 2016 szeptemberében a Wirtgen cégcsoport is csatlakozhatott.

A Wirtgen gyárat 1961-ben Reinhard Wirtgen alapította. Ez az egyszemélyes vállalkozás mára, öt, világpiac vezető termékeket és technológiákat előállító gyárat magába foglaló cégcsoporttá nőtte ki magát.

A Wirtgen Group magas minőségű útépítő és útjavító, alap- és recycling-anyagok kitermelésére és feldolgozására valamint aszfaltgyártásra szolgáló berendezéseket kínál szerte a világon 55 képvisellel és mintegy 7.500 munkatárssal. A **Wirtgen Group célja, hogy az útépítés teljes technológiai folyamatához** – a nyersanyagok törésétől és osztályozásától kezdve, az aszfalt keverésén, beépítésén,



tömörítésén át, a marásig és újrahasznosításig – **egy kézből** biztosítsa a gépeket, berendezéseket.

A cégcsoport növekedése megkívánta, hogy két termékcsoportot, illetőleg ágazatot hozzon létre: a Wirtgen, Vögele és Hamm gyárakkal az útépítő gépek „**Road Technologies**” ágazatát és a Wirtgen bányagépeivel, valamint Kleemann és Benninghoven gyárak termékeivel a „**Mineral Technologies**” ágazatot.

A Wirtgen gyár Windhagen-ben található: 380.000 nm-es gyárterülettel, 1.500 alkalmazottal és 64 munkagéptípussal. Itt készülnek a közismert hidegmarók, amelyekkel a Wirtgen név szinte már összeforrt, továbbá a talajstabilizáló és hideg recycling gépek, a beton finisherek és a bányamarók.

A Vögele gyárat Ludwigshafenben építették fel, az üzem területe 370.000 nm, ahol 900 munkatárs dolgozik. A palettán mintegy 36 féle munkagép és 9 beépítő pad található olyan fejlesztésekkel, mint pl. a RoadScan alkalmazás, amivel a beépített aszfalt hőmérsékletének alakulását követhetjük nyomon és dokumentálhatjuk méterről méterre.

A Wirtgen csoporthoz 1999-ben csatlakozott Hamm gyár 2002-ben teljesen megújult és immáron 353.000 nm-en összesen 850 alkalmazott szereli össze nagy gondossággal a 170 féle tömörítőhenger valamelyikét. A Hamm gyár



névéhez fűződik többek között az oszcillációs tömörítési technológia, a gumikerekes henger kifejlesztése, a hárompontos csuklós kormányzás szabadalma.

A Wirtgen Group termékeinek teljes palettáját értékesítjük és szervizeljük a Felsőpakonyban található képviseletünkön, a Wirtgen Budapest Kft.-nél. Itt gépkezelői és beépítés-technológiai oktatásokat is szervezünk, amelyre mindenkit várunk.

Bízunk benne, hogy a résztvevőknek hasznos és kellemes utazásban volt részük. Számunkra az ilyen találkozások is a Wirtgen szlogenjének megélését jelentik, miszerint „Közel vásárlóinkhoz”, azaz „Close to our customers”.





06/09/2016 12:56



Vögele gyár

A 2016 szeptemberi Wirtgen csoport gyárlátogatásának egyik napja a VÖGELE finisher gyár volt. A Joseph Vögele AG. 1996-ban csatlakozott a cégcsoporthoz, mint finisher gyártó. A gyár maga a németországi Ludwigshafen-ben található Frankfurttól délre 80-km.-re.

A céget 1836-ban alapították, és alapvetően lakatos műhelyként funkcionált. Vasúthoz gyártottak síneket, fordítókat Mannheim városában. 1857-1866 között nagyot fejlődik a cég, sín irányváltókat kezdenek el gyártani és nagy állami megrendeléseket kapnak. Ezzel Európa legnagyobb sín, fordító, irányváltó gyártójává válik.

Az üzem életének legfontosabb állomásai:

- 1934 – megalkotják az első vontatásos aszfalt szóróegységet
- 1938 – megjelenik az első aszfalt finisher
- 1950 – van az egységnek valamiféle szofisztikált szintezése
- 1951 – megjelenik a tömörítő vibrátor
- 1956 – az első úszópad
- 1971 – első nagytömörségű pad, ami azt jelenti, hogy 2 nyomóléc található rajta

- 1975 – megjelenik a finishereken a menetelő főkapcsoló
- 1985 – első progresszív szintvezérlés
- 1996 – a gyárt csatlakozik a Wirtgen csoporthoz
- 2007 – megjelenik az ERGO Plus ergonomiai kezelő és vezérlő rendszer, ami teljesen letisztult és egyszerűen átlátható kezelést tesz lehetővé. Illetve a pad mellett álló munkás sok funkciót elér, amit eddig csak a finisher vezető tudott kezelni.
- 2010 – a gyár átköltözik új helyére Mannheimból a folyó túl partjára Ludwigshafenbe, amely a világ legmodernebb finisher gyára.

Egy pár adat a gyárról:

- A gyár 370.000m² területen fekszik
- 900 dolgozója van
- 2015-ben 1960 db gépet gyártottak le és adtak át! 2017 február közepével a rendeléses állományuk 1700 db felett járt, ami azt jelenti, hogy a gyártási kapacitás szeptemberig le van kötve.

- 100%-ban megrendelés alapján gyártanak, szóval nincs „raktárkészleten” gép

A cég világpiaci részesedése 33%-os.

2900 m² terület van oktatásra. Tanítják, fejlesztik a dolgozókat, értékesítőket, és az ügyfeleket is. Erre mindig nagy figyelmet fordítanak.

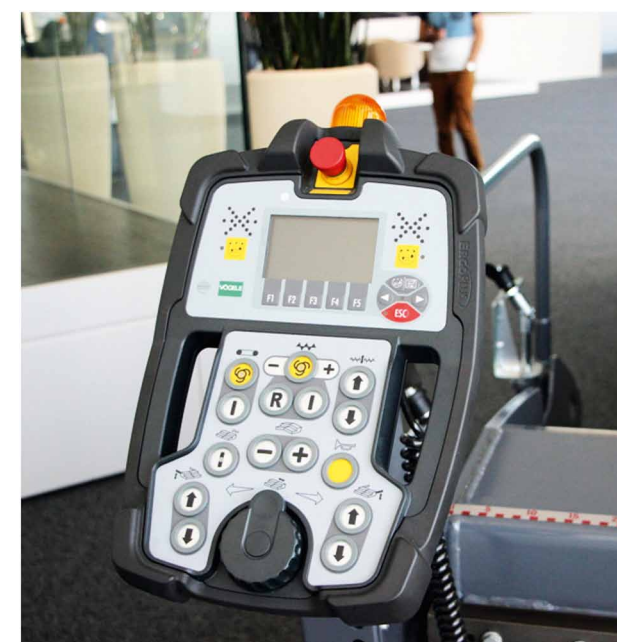
FŐ A MINNŐSÉG! Ez a jelmondata a cégnek.

Piaci stratégiájuk az ügyfélkommunikáció. Ez azt jelenti, hogy megfelelően informálni kell őket, és oktatni, képezni a Vögele technikára.

Nagy figyelmet fordítanak az innovációra, a technológia fejlesztésére. Van egy folyamatszabályzó szoftverük is, ez a VITOS rendszer.

Termékpalettájuk a következő:

- Behordógépek
- Mini kategória (2 modell, 0,50m-3,5m terítési szélesség)
- Kompakt kategória (4 modell, 0,75m-5,0m terítési szélesség)
- Univerzális kategória (6 modell, 2,55m-10m terítési szélesség)
- Autópálya kategória (5 modell, 2,55m-16m terítési szélesség)
- Speciális kategória (Sprayjet), ami egy tartállyal és a pad előtt álló emulzió szóró egységgel felszerelt rendszert jelent.



Az 5S	Általános tartalom	Folyamatok esetében
Seiri	A munkahelyen levő szükséges dolgok meghatározása, a szükségtelen dolgok eltávolítása.	A termék vagy szolgáltatás előállításához szükséges (értékkereső) lépések meghatározása és a nem szükséges tevékenységek (veszteség) megszüntetése
Seiton	A dolgok pontos és célszerű helyének kialakítása, feliratozása, jelölése, áttekinthető elrendezése.	Az egyes folyamatlépések megfelelő sorrendjének kialakítása, az elvégzéshez megfelelő helyszín meghatározása, az elvégzéshez szükséges eszközök rendbe rakása, helyük feliratozása, jelölése.
Seiso	Tisztítás, takarítás a munkahelyen és környékén.	Gépek, berendezések és a talaj tisztítása. Csúszós, koszos felületek megszüntetése.
Seiketsu	Fenntartás (a kialakított rend és a tisztaság fenntartását), szabványosítás.	Szabvány kialakítása, szabványosítás (a szabvány kommunikálása, oktatása, elterjesztése a szervezetben).
Shitsuke	Az előző 4 S beépítése a vállalati kultúrába, önfegyelem.	Az előző 4 S beépítése a vállalati kultúrába, önfegyelem.

A gyárban 10 munkaállomás van. Minden munkaállomáson 180 percet tölt el az adott egység, utána egyszerre léptetik a gyártósort. A gyárban precíz rend, tisztaság, fegyelem van. Ezzel együtt állandó a munkafolyamat optimalizálás.

5S vállalat, gyár irányítási rendszert használnak.

Az 5S egy lean eszköz, módszer, amelyet elsősorban a vállalati munkahelyek rendezett kialakításának érdekében alkalmaznak. Az 5S lényege, hogy az alapját teremti meg a többi Kaizen tevékenységnek. A kaizen (japánul: 改善) egy japán módszer, amelyet számos területen (különösen fejlesztésben, gyártásban, mérnöki és üzleti területen), szervezetekben használnak a folyamatok hatékonyságának növelésére. A japán szó, jelentése: változtatás (kai) a jó (zen) irányába

A Wirtgen Csoport alapítója

A Wirtgen cég már 50 éve van a piacon. A cég központja Windhagenben található, területe 380 ezer négyzetméter, 1500 alkalmazott dolgozik itt. 66 különböző típusú gépet állítanak elő, főleg marógépeket, beton finishereket, illetve hideg, meleg recyclereket és talajstabilizátorokat. A gyártott gépek palettája igen széles. Példának okáért marógépből 34 típust gyártanak, a 300 mm marási szélességtől a 2200 mm marási szélességig, különböző marási mélységgel és teljesítménnyel.

Gyártási folyamat során acéllemezekből lézerek automatikus működéssel kivágják a formákat. Ez előre megtervezett struktúrában történik, hogy a lehető legkevesebb felesleg termelődjön. A megmaradt anyagokat visszaszállítják a vasműbe. A szerelés során néhány dolgot kézzel szerelnek, de a munka nagy részét automatizált robotok végzik, mint pl. fúrás, faragás, hegesztés. Napközben a gépeket felügyelik, éjszaka önállóan dolgoznak. Fényezőüzemben lemosják, zsírtalanítják, majd a ráfűt porlakkot 230°C-on ráégetik. A végső összeszerelésnél különböző állomásokon keresztül állítják össze a gépeket. Az egyes állomásoknál a felhasznált eszközök, alkatrészek mindegyike a munkások

közelében van, és óra jelzi, mikor kell a következő fázisba lépniük. Az utolsó állomás után beindítják a gépet, felszerelik a karosszériát, ellenőriznek minden részt, és felragasztják az emblémákat. A gépek színét a megrendelő egyénileg döntheti el, de ha eltér a gyár eredeti színétől, akkor felárat kell fizetnie. A gyárakban a munkát nagy fegyelemmel végzik, ügyelnek a rendre, tisztaságra, az elszívó berendezések biztosítják a tiszta levegőt, a nagyfokú automatizáltság segíti a munka menetét.





Hamm üzem

Münchenből két óra autózásra Tirschenreuth található. Hamm sokat fektetett a kutatás és fejlesztésbe az elmúlt években. Ez azt hozta magával hogy a foglalkoztatottak száma ezen a területen kétszeresére nőtt, és egy nagyobb irodai kapacitás vált szükségessé. Az elhelyezésére egy vonzó új épületegyüttest hoztak létre ahol modern munkaállomásokon dolgoznak a mérnökök és a fejlesztők.

State-of-the-art környezetbarát technológiával a kapcsolódó parkoló alatti rendszer biztosítja a kellemes éghajlatot az új épületben. Ahelyett, hogy a hagyományos gáz- vagy olajtűzelésű fűtési rendszert használnák a Hamm kihasználja a geotermikus energiát úgy hogy 48 geotermikus hőcserélőt szüllesztettek darabonként 140 méterre a földbe erre a célra. Egy speciális folyadék kering a rendszerben ami felmelegíti mélyen a föld alatt. Hőszivattyúk és hőcserélők segítségével kihasználják ezt a meleget térfűtésre. A rendszer egészének termelése mintegy 600.000 kWh / év regeneratív energia - amellyel egyenértékű fogyasztás mintegy 60.000 liter fűtőolaj. És azt az elvet is meg is fordítják. Nyáron Hamm ezt a rendszert használja a helyiségek levegőjének a hűtésére. Ezzel a technológiával a Hamm csökkenti a CO2 kibocsátás kb. 70% -kal a hagyományos légkondicionálókkal szemben.

A HAMM gyárat 1878 alapította Franz és Anton Hamm, Maschinenfabrik Gebr. HAMM néven. A két testvér úttörői voltak gépesített mezőgazdasági tevékenységnek. 1911-ben Hans Hamm tervezte a világ első motormeghajtású úthengerét, amivel fontos mérőföldkövet rakott le a fejlődés útján, ugyanis ebben az időszakban csak gőzhajtású úthengerek voltak.

1932-ben megalkották az első összerakéshajtású tandem henger; 1963-ban az első gumihengert, majd 1983-ban forradalmasították a hengerlési technológiát az oszcillációs hengerek megalkotásával.

2003-ban 125 éves volt HAMM gépgyár.

A HAMM a földmunkák és útépités valamennyi területére átfogó termékpalettát kínál. A műszaki követelmények mellett az ergonómia és az egyszerű kezelés határozza meg tevékenységüket. A HAMM cég a technikát és az ergonómiát hozza összhangba, és ezzel a funkcionalitásnak a termék dizájn révén „természetes” és egyben esztétikus formát kölcsönöz.

Az egyedülálló, HAMM gyár által forgalmazott oszcillációs tömörítési technológia lényege, hogy a paláston belül létrehozott vízszintes irányú, tangeccionális erő végzi a talaj tömörítését.

Mivel ennél a technológiánál a henger palástja folyamatosan kapcsolatban van a tömörítendő felülettel, a tömörítés sokkal hatékonyabb, mint a hagyományos vibrációs tömörítés esetében.

Nagyon fontos megemlíteni, hogy az oszcilláció esetében a környezet rezgési terhelése csupán 10%-a, a vibráció által előidézett rezgési terhelésnek!

Mit is jelent ez az adat?

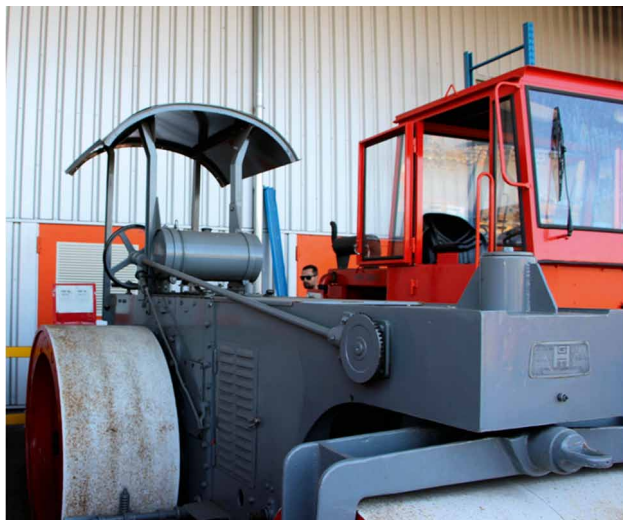
Gyakorlatilag az oszcillációs technológiát bárhol alkalmazhatjuk anélkül, hogy a környezetben bármiféle kárt okoznánk! Épületek, műemlékek közvetlen közelében, a talajban elhelyezett alépítmények felett, hidakon, zárt csarnokokban.

Az oszcillációs tömörítési technológia az ahol önszabályzó amplitúdó értéke folyamatosan követi az anyag tömörségi szintjét, tehát minél tömörebb az anyag, annál nagyobb az ellenállása és ezáltal annál kisebb az amplitúdó értéke.

A Tirschenreuthi gyár az alábbi egységeket foglalja magába:

- palást gyártó üzem.
- nagy gépgyártó csarnok
- kisgép gyártó csarnok ahol 3000 db/év kisgép készül évente.
- tesztcsarnok ahová minden gép bekerül és ahol minden funkcióját kipróbálják a hengereknek.
- úszódomb (futóhegy) ahol a napokon keresztül végzik a teszteket, ez teszt teljesen automatikus, kezelők nélkül végzik.

Gyártást folytatnak még Kínában, Indában, Braziliában de a tervezés minden esetben Németországban történik. Az alkatrészek fő egységei is Tirschenreuthból mennek az adott gyárakba, de a gépek felépítése specifikus az adott piac igényeire melyek jellemzően egyszerűbbek a Németországnál.



Mart aszfalt visszaadagolással készült gumibitumenes aszfaltkeverékek alkalmazása útépitési projekteken

Tallósi Zoltán

COLAS Út Zrt
Nyugat-Magyarországi
területi igazgatóság
HAPA FMF második
helyezett előadás



Bevezető

Nagy örömmre szolgált, hogy Az Aszfalt 2016/1. számában ismét megjelent egy cikk Dr. Geiger Andrásról és Balogh Lajostól a Gumibitumenes aszfaltkeverékek új tapasztalatairól. A publikációban alaposan bemutatják a gumibitumen hazai szabályozását, illetve vizsgálati eredményeit. Megemlítsre került, hogy a 2015-ös évben a Colas Út Zrt. kettő olyan útépitési projektben is részt vett, ahol mart aszfalt visszaadagolással készülő gumibitumenes aszfaltkeverékeket építettek be [1]. Az aszfaltok tekintetében leginkább a Budaörsi út felújításán felhasznált keverékek teljesítménye került részletes bemutatásra. Ismerem a mondat, miszerint az ismételés a tudás anyja, de jelen cikkben én csupán a Zalaegerszeg belváros rehabilitáció északi tehermentesítő út II. szakaszán alkalmazott keverékek teljesítményeire, illetve a keverőtelepi energiafelhasználások pozitív tapasztalataira térek ki. A témával a Széchenyi István Egyetem Ütügyi Technológus Szakmérnök képzés keretein belül foglalkoztam részletesen.



1. kép: Bak keverőtelep üzem közben

Zalaegerszegi aszfaltok teljesítménye

A zalaegerszegi projekt egy kisebb volumenű munka volt 2015-ben. Az út hossza 1350 méter, mely csatlakozik a tehermentesítő út I. ütemében megépült szakaszhoz és a Hock János utcához. A pálya keresztmetszeti kialakítását tekintve 2x1 sáv, sávonként 3,25 méter szélességgel, kiemelt szegélyek között épült meg. A projekt a Bakon található aszfaltkeverő telepről került kiszolgálásra egy TELTOMAT V/2 – 2T 80 TT keverőgéppel, melyet üzem közben az 1. kép mutat.

A keverőtelep átlagos távolsága a munkaterülettől 18,5 km, így a fuvarozás miatti hőmérsékletcsökkenés minimálisnak tekinthető.

Mint azt már tudjuk, a felhasznált aszfaltok esetében, hazánkban elsőként alkalmaztak mart aszfalt visszaadagolást (RA) gumibitumenes aszfaltkeverékekbe [1]. A Bakon előállított kötőréteg esetében az ásványi váz megegyezett a normál bitumennel kevert aszfalt ásványi vázával, kopó-

Ásványi anyagok			
AC 22 kötő (F) GmB 45/80-55		AC 11 kopó (F) GmB 45/80-55	
Megnevezés	Származási hely	Megnevezés	Származási hely
Méskőliszt	Tapolcafő	Méskőliszt	Tapolcafő
NZ 0/2	Kádárta	NZ 0/4	Uzsa
KZ 2/4	Kádárta	KZ 4/8	Uzsa
NZ 4/11	Kádárta	KZ 8/11	Uzsa
NZ 11/22	Kádárta	-	-
22 RA 0/11	Bak, keverőtelep	22 RA 0/11	Bak, keverőtelep

1. táblázat: Az aszfaltkeverékek ásványi összetétele

Elvégzett vizsgálatok	Kötőrétegek			
	ZEG AC 22 kötő (F) GmB 45/80-55	AC 22 kötő (F) 50/70	AC 22 kötő (mNM) 25/55-65	AC 22 kötő (m) 25/55-65
Próbatestek testsűrűsége [kg/m³]	2467	2460	2439	2461
Hézagmentes testsűrűség [kg/m³]	2604	2595	2590	2602
Szabadhézag-tartalom [%]	5,3	5,2	5,3	5,4
Vízérzékenység (ITSR) [%]	95,1	94,7	96,1	95,8
Maradó alakváltozással szembeni ellenállás (PRD _{AB})	3,4	2,9	1,9	2,0
Merevség [S _{mm}]	8340	7557	8539	7697
Fáradás [ε ₆]	141	130	125	152

2. táblázat Kötőrétegek vizsgálati eredményeinek összehasonlítása

Elvégzett vizsgálatok	Kopórétegek		
	ZEG	AC 11 kopó (F)	AC 11 kopó (mF)
	AC 11 kopó (F) GmB 45/80-55	50/70	25/55-65
Próbatestek testsűrűsége [kg/m ³]	2448	2441	2432
Hézagmentes testsűrűség [kg/m ³]	2558	2554	2546
Szabadhézag-tartalom [%]	4,3	4,4	4,5
Vízérzékenység (ITSR) [%]	92,5	91	90
Maradó alakváltozással szembeni ellenállás (PRD _{AR})	4,5	4,1	4,3
Merevség (S _{min})	6857	8036	6149
Fáradás (ε ₆)	160	111	148

3. táblázat Kopórétegek vizsgálati eredményeinek összehasonlítása

rétgnél is csak a nagyobb frakcióban történt minimális módosítás. Az aszfaltkeverékek ásványi összetételét az 1. táblázat mutatja.

Az AC 22 kötő (F) GmB 45/80-55 aszfaltkeverék 9 cm vastagságban került beépítésre, összesen 2600 tonna mennyiségben. Az AC 11 kopó (F) GmB 45/80-55 aszfaltkeverék 5 cm vastagságban, összesen 1615 tonna mennyiségben került felhasználásra. Mindkét keverék 10% mart aszfaltot tartalmazott. A gyártás és beépítés során sem adódtak problémák, köszönhetően kollégáim odafigyelésének és a magas technológiai fegyver betartásának.

Az AC 22 kötő (F) GmB 45/80-55 aszfaltkeverék esetében elvégzett laboratóriumi vizsgálatok eredményeit, normál 50/70 és PmB 25/55-65 bitumennel kevert aszfaltok vizsgálati eredményeivel hasonlítottam össze. Az eredményeket a 2. táblázat mutatja, ebből látszik, hogy a mart aszfalt visszaadagolással készült keverék maradó alakváltozással szembeni ellenállása, merevsége és fáradási értéke is kiváló.

Meglepő, hogy a merevségi érték meghaladja az egyik PmB 25/55-65 kötőanyaggal gyártott keverék értékét is, nem beszélve az 50/70-es kötőanyagú keverékről. A vízérzékenységet tekintve az eredmény a vizsgált keverékekhez hasonlóan kimagasló.

Az AC 11 kopó (F) GmB 45/80-55 aszfaltkeverék esetében elvégzett laboratóriumi vizsgálatok eredményeit - kötőréteghez hasonlóan - a normál 50/70 és PmB 25/55-65 bitumennel gyártott aszfaltkeverékek teljesítményével hasonlítottam össze. Az eredményeket a 3. táblázat szemlélteti.

A kopórétegek esetében a mart aszfalt visszaadagolással készült GmB kötőanyagú aszfaltkeverék, hasonlóképp a kötőréteghez, kiváló vízérzékenységgel, maradó alakváltozással szembeni ellenállással, merevséggel és fáradással rendelkezik. Elmondható, hogy az RA-t tartalmazó GmB 45/80-55 kötőanyaggal készült baki aszfaltkeverékek kiváló teljesítménnyel rendelkeznek.

Az elkészült pályaszerkezetből vett fűrt aszfaltminták vizsgálati eredményeinek átlagos értékeit összevettem a keverékek típusvizsgálati eredményeivel, melyet a 4. táblázat ábrázol.

Jól látható, hogy a fűrt aszfaltminták vizsgálati eredményei nagyon jól megközelítik a laboratóriumi körülmények között előállított keverékek vizsgálati eredményeit. Minimális eltérést a hézagtartalmaknál tapasztalhatunk, ami magyarázható azzal, hogy a beépítés egyes napjain jelentősen visszaesett levegő hőmérséklete. Ezen eredmények igazolják a jó aszfaltkeverékek jó beépítési minőségét.

Elvégzett vizsgálatok	ZEG			
	AC 11 kopó (F) GmB 45/80-55		AC 22 kötő (F) GmB 45/80-55	
	Fűrt minta	Labor minta	Fűrt minta	Labor minta
SSD testsűrűség [kg/m ³]	2408,4	2448	2442	2467
Hézagmentes testsűrűség [kg/m ³]	2580	2558	2621	2604
Hézagtartalom (%)	6,64	4,3	6,26	5,3

4. táblázat Fűrt aszfaltminták vizsgálati eredményeinek összehasonlítása

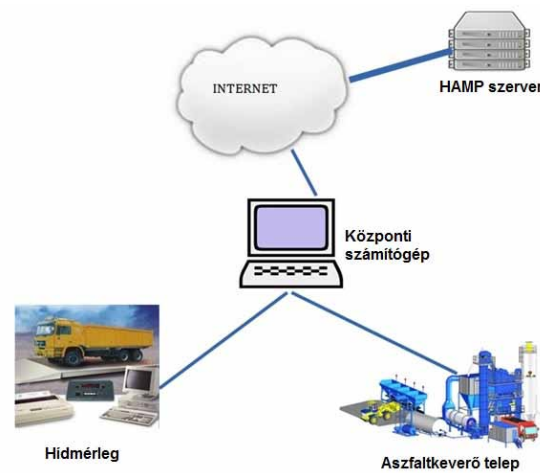
Energiafelhasználások vizsgálata a HAMP szoftver segítségével

A HAMP egy mozaikszó, melynek jelentése angolul "Hot Asphalt Mixing Plant". A program célja, hogy nyomon kövesse a bemenő adatokat, a keverőtelep termelési és felhasználási energiáit és ezekből jelentéseket hozzon létre. A szoftver működésének sematikus ábrázolását a 2. kép mutatja [2].

A zalaegerszegi projekt folyamán 2015. december 5-én Bakon csak az RA-t tartalmazó AC 11 kopó (F) GmB 45/80-55 aszfaltkeverék került gyártásra, így egzakt eredményeket kaptam a keverék gyártásakor felhasznált energiamennyiségről. Az eredményeket AC 11 kopó 50/70-es, AC 11 kopó (F) 50/70-es és SMA 11 kopó (mF) 25/55-65-ös keverékekkel hasonlítottam össze. Az AC 11 kopó 50/70 és AC 11 kopó (F) 50/70 keverékek hasonlóan a GmB kötőanyagú kopóréteghez 10%-ban tartalmaznak mart aszfaltot, az SMA 11 kopó (mF) 25/55-65 keverék nem tartalmaz RA-t. Elsőként az aszfaltkeverékek átlagos keverési hőmérsékleteit vizsgáltam, az adatokat az 1. ábra szemlélteti.

Jól látható a kapott eredményeken, hogy a mart aszfaltot tartalmazó keverékek keverési hőmérséklete közel azonos. Ezt követően megvizsgáltam a különböző aszfaltfajták előállításához felhasznált energiamennyiségeket a legyártott tonnákra vetítve, ezeket az értékeket a 2. ábra mutatja.

Az RA-t tartalmazó keverékek közül a GmB kötőanyaggal gyártott aszfalt igényli a legkevesebb energiát. A mart aszfaltos keverékek magasabb energiafelhasználása a mart aszfalt nélküli SMA keverékhez képest abból is adódik, hogy az előállításakor a mart aszfalt adagolása Bakon a keverődobba történik, így a keverék hőmérséklete visszahűl, ami plusz



2. kép A HAMP rendszer működési elvének sematikus ábrázolása

energiafelhasználással lesz újra optimális hőfokú. A keverékek előállításakor felhasznált energia összetevőit részletesen a 3. ábra ismerteti.

Az energiafelhasználás összetevőinek eloszlása mindegyik keverékben hasonló. A legnagyobb arányban az égőfej fogyasztása teszi ki a teljes fogyasztást, annak több mint háromnegyedét. A keverő energiafogyasztása összefügg a keverési idő hosszával is, amiből arra lehet következtetni, hogy a gumibitumenes aszfaltkeverék gyorsabban eléri azt a bevontsági szintet, mint a vizsgált normál bitumenes keverékek, ezzel is igazolva a jobb tapadási tulajdonságát [3]. Látható, hogy az RA-val készülő GmB kötőanyagú aszfaltok gyártása során nem kell nagyobb energiafogyasztásra számítani más mart aszfaltos keverékekhez képest.

Összefoglalás

Az GmB-vel gyártott keverékek teljesítménye a normál bitumennel gyártott keverékek teljesítményét felülmúlja. Az RA-t tartalmazó GmB 45/80-55 kötőanyagú keverékek teljesítménye meghaladja, vagy csak minimális mértékben marad el a PmB 25/55-65 kötőanyagú keverékek teljesítményétől. A beépítés technológiája, hasonló a PmB-vel készült aszfaltokéval, ezt a fűrt aszfaltminták vizsgálati eredményei igazolták is. Energiafelhasználás szempontjából - a jelenlegi ismeretek alapján - nem jelent plusz energiaigényt az RA-t tartalmazó gumibitumenes kötőanyaggal történő aszfaltkeverék gyártása az 50/70-es kötőanyagú keverékek előállításához képest.

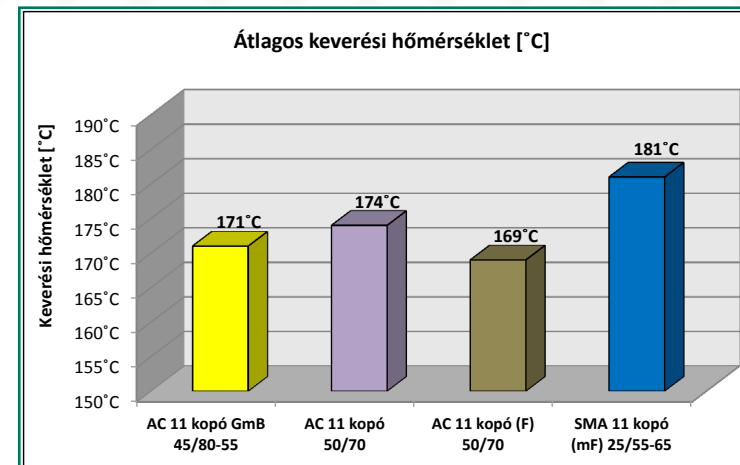
Bízom benne, hogy a közeljövőben a mart aszfalt visszaadagolással készülő gumibitumenes aszfaltkeverékek szakszerű útépítési alkalmazása egyre nagyobb szerepet fog kapni hazánkban, így csökkentve a gumihulladék mennyiségét, illetve a nyersolaj felhasználását. Számítok rá, hogy tovább folytatódik a GmB fejlesztése és vizsgálata, akár más szoftverek alkalmazásával is. Véleményem szerint ez az anyag egy tartósabb, környezetbarátabb és hosszú távon gazdaságosabb megoldást jelent a jelenleg alkalmazott egyéb bitumennel készült aszfaltokhoz képest.

Felhasznált irodalom

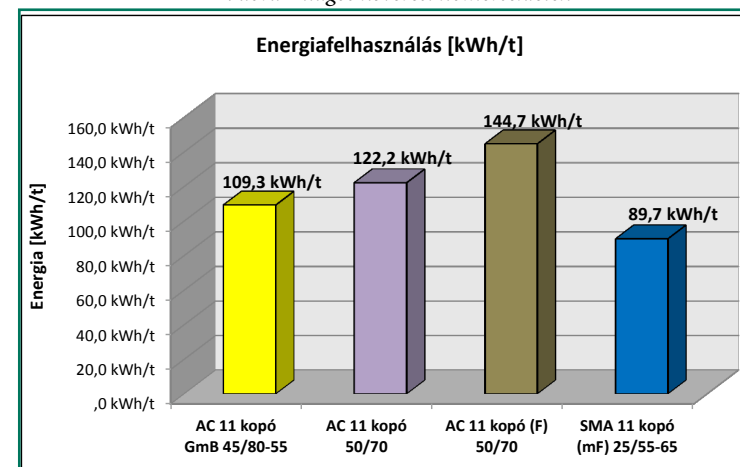
[1]: Dr. Geiger A., Balogh L., 2016: Az Aszfalt, A Magyar Aszfaltipari Egyesülés HAPA hivatalos lapja, XX. ÉVFOLYAM 2016/1. szám

[2] Uttó György UTTO SOFT HAMP user guide COLAS

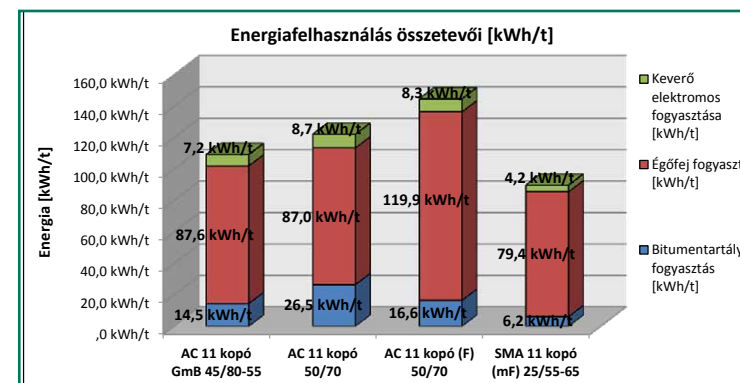
[3]: Geiger A., Holló A.: A bitumen és közet közötti tapadás – Fejlesztési törekvések a bitumen minőségének javítása érdekében, Az Aszfalt, XV. évf.,2010.



1. ábra Átlagos keverési hőmérsékletek



2. ábra Energiafelhasználások



3. ábra Energiafelhasználás összetevői

Szerk.: Sajnálattalunkra a tehetséges fiatal szerzőnk legutóbbi újságunkban megjelent cikke hibás címmel jelent meg, ezért ebben a lapunkban az írást újra megjelentetjük, miközben a szerzőtől elnézést kérünk.

HAPA TAGVÁLLALATAI

Aszfalt Hungária Kft

H- 2225 Üllő
belterület hrsz 3753.

Budapest Közút Zrt.

H-1115 Budapest
Bánk bán u. 8-12.
Telefon: 1 464 8541

DÉLÚT Kft.

H-6750 Algyő
Kastélykert u. 171.
Pf: 4
Telefon/Fax: 62 517 727

Colas Hungária Zrt.

H-1113 Budapest
Bocskai út 73.
Telefon: 1 883-1000

Colas Út Zrt.

H-1113 Budapest
Bocskai út 73.
Telefon: 1 883 1800

Duna Aszfalt Út és Mélyépítő Kft.

H-6060 Tiszakécske
Béke u. 150.
Telefon: 06 76 540 060

Hazai Építőgép Társulás Kft.

H- 2225 Üllő
Mátyás király u. 33.

He-Do Kft.

H-3261 Pálosvörösmart
Hagyóka u. 1.
Telefon/Fax: 06 37 560 090

MOL Nyrt

H-1117 Budapest
Október 23. u. 18.
Telefon:1 209 0000

OMV Hungária Ásványolaj Kft.

H-1117 Budapest
Október Huszonharmadika utca 6-10.
Telefon: 1 381-9700

„SOLTÚT” Kft.

H-6320 Solt
Kecskeméti u. 34.
Telefon: 06 78 486-846

Swietelsky Magyarország Kft.

H-1072 Budapest
Rákóczi u. 42.
Telefon: 1 889-6300, 1 188+-6350

Útéppark Útépítő és Mélyépítő Kft.

H-8000 Székesfehérvár
Sóstói u. 7.
Telefon/Fax: 06 22 321 001

Vértes Aszfalt Kft.

H-2890 Tata
Barina u. 9.
Telefon:06 30 9921 537
Telefon: 06 34 309 219

PENTA Kft.

H-2100 Gödöllő
Kenyérgyári u. 1/E.
Tel: 36 28 529-050

HAPA TÁRSULT TAGVÁLLALATAI

Ammann Austria GmbH

Anzing 33
A-4113 St. Martin im
Mühlkreis
Tel.: +43 7232 29944
Fax +43 7232 29944 24

AUMER Kft.

H-1112 Budapest,
Reptéri út 2.
Telefon: 1 248 1931

BHG Bitumen Kft.

H-1117 Budapest
Gábor Dénes utca 2. Infopark
D épület
Telefon: 1 358 5061
E-mail: bhg.huauholding.com

**BME Út és Vasútépítési
Tanszék**

H-1111 Budapest
Műegyetem rkp. 3.
Telefon: 1 463 1151

Carmeuse Hungária Kft.

H-7827 Beremend
Pf: 40
Telefon:06 72 574 949

EuroAszfalt Kft

H - 2225 Üllő
belterület 3753 hrsz.
Telefon: 06 29 522 200

EULAB Kft.

H- 2120 Dunakeszi
Székesdűlő 135.

INNOTESZT Kft.

H – 2225 Üllő
Zsarókahegy hrsz. 053/30.

INNOVIA Kft.

H- 2541 Lábatlan
Dunapart 1605/2 hrsz.

KONSTRUKTÍV Kft.

H-1165 Budapest
Nyílvesztő u. 24.
Telefon: (1) 291 5389

**Magyar Közút Nonprofit
Zártkörűen Működő
Részvénytársaság**

H-1024 Budapest
Fényes Elek u. 7-13.
Telefon: 1 336-8600

**Omya Hungária
Mészkőfeldolgozó Kft.**

H-3300 Eger, Lesrét út 71.
Telefon: 06 36 531-510

ÖKO-LOGIKA Kft.

H-1039 Budapest
Batthyány u. 35/A.

Prímaenergia Zrt.

H- 1117 Budapest
Budafoki út 56.
Levelezési cím: 3014 Hort, Pf.29.
Telefonszám: +36-80/45-50-50
Fax: +36-1/209-9996

Profi-Bagger Kft.

H – 2051 Biatorbágy
Tormásirét u. 6.

Rec-Plus Kft.

H-3200 Gyöngyös
Felső-újívárosi út 2.
Telefon: 06 30 205 8490

**Rettenmaier Austria
GmbH & Co.KG**

A-1230 Wien, Gesslgasse 7/1
Telefon: 43 1 886 0688

Tarnóca Kőbánya Kft.

H- 2045 Törökbálint
Torbágy u. 20.
Telefon: 23 332 074

TPA HU Kft.

H-1116 Budapest
Építész u. 40-44.
Telefon: 1 371-5701

ÚTLABOR Kft.

H- 9151 Abda
Bécsi út 15.

**VIA-PONTIS Mérnöki
Tanácsadó Kft.**

H-2092 Budakeszi
Barackvirág u. 8.
Telefon: 23 457 283, 1 205 3645,
30 475 2842

Wirtgen Budapest Kft.

H-2363 Felsőpakony
Erdőalja u. 1.
Telefon: 29 517 300



ASZFALT HUNGÁRIA KFT.

SZÉKHELYE: 2225 ÜLLŐ, BELTERÜLET, 3753 HRSZ
KÖZPONT: 1133 BUDAPEST, PANNÓNIA UTCA 59-61.

ELÉRHETŐSÉG: TEL: 0036 29 522 200

TELEPHELYEINK:

5561, Békésszentandrás külterület hrsz 0247/11
4029, Debrecen Mikepércsi út 0530/80 hrsz
4900, Fehérgyarmat külterület 134/23 hrsz – mobil keverő *
2462 Martonvásár, 0152/1 hrsz
8800 Nagykanizsa, 0632 hrsz
7100 Szekszárd, Palánki út 41
2225, Üllő Belterület 3753 hrsz

**A mobil keverő az ország egész területére öt napon belül eljuttatható.*