

Az Aszfalt

A Magyar Aszfaltipari Egyesülés

hapi

hivatalos lapja

XXVI. ÉVFOLYAM 2019/1. szám



Asphalt 100% recyclable



Az aszfalt 100%-ban
újrahasznosítható

A Bomag új 2000-es
marója 771 lóerős MTU
motorral, 2000 / 2200
mm munkaszélességgel,
üzemi súlya 34,5 tonna,
legmagasabb szintű műszaki
kívánalmaknak megfelel.
Magyarországi forgalmazó:
Profi-Baggert Kft.

2019
június

HAPA XIII. Fiatal Mérnökök Fóruma

Mint ahogy az már közismert, a Magyar Aszfaltipari Egyesülés minden évben megrendezi a Fiatal Mérnökök Fórumát. Ez évben már a 13. alkalommal kerül erre sor,

2019.november 12.-én kedden,

a Budaörs, Holiday Inn szálló egyik konferencia termében.

A Fórumon szeretnénk, ha minél több fiatal kolléga mutatná be az előadását a résztvevőknek.

Az, hogy aszfalttal kapcsolatos, vagy más témában készült a bemutató, nem jelent akadályt, mert az Egyesülésünk a Fórummal elsősorban a tehetséges fiataloknak akar bemutatkozási lehetőséget biztosítani. Az elmúlt évek tapasztalatai alapján a -mintegy – 17-18 előadónak csak a fele aszfalttal kapcsolatos témájú.

Az előadókat szokás szerint díjazzuk, melyet egyrészt egy szakmai zsűri, másrészt a közönség szavazatai alapján adunk.

Az idei tervünk a következő:

Közönség díja: ingyenes részvétel minden költség átvállalásával a HAPA következő, februári, **XXI. Nemzetközi Konferenciáján.**

Zsűri által javasolt 3. díj: megegyezik a közönség díjjal.

2. díj: Ingyenes részvétel a HAPA szervezésében 2020. nyarára tervezett **szakmai tanulmányúton várhatóan Svájcban** az AMMAN gépgyárban.

1. díj: Ingyenes részvétel az EAPA (Európai Aszfaltburkolat Szövetség és Bitumen szövetség közös, **Madridban tartott Kongresszusára**, 2020. május 12-14 között. Ez szakmánk legnagyobb európai rendezvénye.

Az EAPA terve szerint a nyertes részt vehet az EAPA által szervezett, a tagországokban nyertes fiatalok versenyén is.

Kérem, jegyezzék elő a dátumot, és ösztönözzék a fiatalokat a jelentkezésre.

Természetesen várjuk a hallgatóság jelentkezését is.

A tennivalókról hamarosan értesítést fogunk küldeni.



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 – Az országos közúthálózat fejlesztési, fenntartási lehetőségei 2019-ben.....4

Dr. Törőcsik Frigyes – „150 éves a magyar aszfaltútépítés” 2. kötetének bemutatója 9

Lehel Zoltán – Műszaki szabályozás (feladatok és lehetőségek)..... 13

Szerencsi Gábor – Innovációs projekt lehetőségek és a szabályozás helyzete 19

Karoliny Márton – Aszfaltkeverék tervezési esettanulmány23

Fülöp Pál – Útpálya-szerkezeti aszfaltburkolatok keverékei és rétegei. Követelmények.....27

Lorenzo Sangalli – ITERCHIMICA. A cég profilja-polimer modifikált aszfalt 37

Egbert Beuving – Tennivalók az aszfaltipar (fenntartható) jövője érdekében46

Jiří Fiedler – Alapréteg-keverékek magasabb kötőanyag-tartalommal.....50

Gülay Malkoç – Az aszfaltipar kihívásai és lehetőségei új technológiák (öngyógyulás/Self-Healing) bemutatásával.....55

Dr. Gajári György – A hengerelt aszfalt, mint részben telített, lehűlés okozta izotróp sajátfeszültséggel bíró szemcsés anyag, viszkohypoplasztikus anyagmodellje58

Bernd Abele – VIATOP® Das Pellet. Egy rejuvenátor hatékonyságának vizsgálata 73

Tisztelt Kollégák!

Az elmúlt évünk a szakmánk számára nagyon szépen alakult, és remélem, hogy a folytatás is sikeres lesz. Elmondható ez a HAPA életére is. Február 19–20-án megtartottuk az eddigi legnagyobb létszámú konferenciánkat, 330 fős részvétellel, nagy érdeklődéssel várt előadókkal. 34 előadást hallgattunk meg, köztük 15 külföldit, akik Franciaországból, Hollandiából, Németországból, Olaszországból, Ausztriából, Svédországból, Norvégiából, Törökországból, Csehországból, Lengyelországból, és Angliából jöttek el, hogy bemutassák nekünk az Európában zajló folyamatokat, a szabályozások helyzetét. Kiemelt figyelemmel hívtunk hazai és külföldi előadókat a műszaki szabályozás helyzetének, és irányainak megismerése érdekében.

A konferenciánkon mutattuk be a Dr. Törőcsik Frigyes által szerkesztett, de mintegy negyven szerző tevékeny segítségével készült könyvünk második kötetét, a „150 éves

a Magyar aszfaltútépítés”-t. Az 1500 példányban kinyomtatott könyvből még mintegy 60 példány elérhető a HAPA irodájában.

Az immár hagyományos külföldi tanulmányutunk az idén Olaszországba, a Massenza gyárába vezetett, ahová a Profi-Bagger Kft. segítségével jutottunk el. A keverőtelepekre telepíthető bitumen modifikáló és bitumenemulzió modifikáló berendezéseket láttunk. Majdnem minden tagvállalat tudott küldeni képviselőt, az ott látottakról a következő konferencián be is fogunk számolni.

Tervezzük az őszi utunkat is, amikor a Benninghoven és Kleemann gyárakat látogatjuk meg Németországban, várhatóan szeptember első hetében.

Minden tagvállalatunknak kívánok a tavalyihoz hasonló sikeres esztendőt!

Veress Tibor

Az országos közúthálózat fejlesztési, fenntartási lehetőségei 2019-ben

Szilvai József Attila

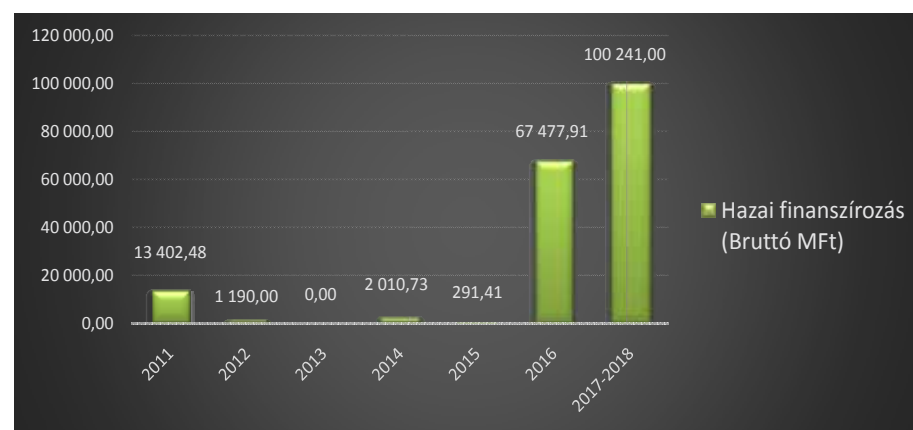


vezérigazgató
Magyar Közút NZrt.

Az elmúlt évek felújításainak finanszírozása

Az útfelújítások finanszírozására hazai és a Terület- és Településfejlesztési Operatív Program forrásai állnak rendelkezésre. 2004 és 2016 között az EU-s finanszírozás volt túlsúlyban, míg 2016 és 2018 között közel bruttó 170 milliárd Ft értékű hazai finanszírozású útfelújítás valósulhatott meg. (1. és 2. diagram)

A 2016 és 2018 között elvégzett burkolat felújításokhoz és üzemeltetéshez összesen több mint 3 millió tonna aszfaltot használtunk fel hazai szinten. Ennek nagy részét a Komplex Útfelújítási Program, valamint a Terület- és Településfejlesztési Operatív Program keretein belül megvalósult felújításoknál építettük be. Ebből a Magyar Közút Nonprofit Zrt. 2018-ban az építési, felújítási és karbantartási munkálatai során ténylegesen 1.921.816 tonna aszfaltot használt fel. 2019-ben a várható mennyiség 1.500.000 tonna lesz. (3. diagram)



1. diagram

Optimális felújítási igény

Az elmúlt évek útfelújításai a beavatkozással érintett települések esetén, lokálisan jelentős változásokat eredményeztek, ugyanakkor a 32 ezer kilométer hosszú országos közúthálózat általános állapotában érdemi javulást nem eredményeztek. A közúthálózatunk állapotának javulásához az éves felújítási keret növelése szükséges, melynek meghatározása során szakmai minimumként a meglévő közúthálózati elemek állapotának szinten tartását és kismértékű, de folyamatos javulását tekintettük. Ez alapján az éves bruttó költségigény burkolat felújításokra 150 milliárd Ft, hídfelújításokra 10 milliárd Ft, forgalomtechnikai beavatkozásokra 4,5 milliárd Ft, vízelvezető rendszer felújításokra 2,5 milliárd Ft, műszaki előkészítésre, azaz tervezésre, engedélyezésre, területszerzésre pedig 8 milliárd Ft, vagyis mindösszesen bruttó 175 milliárd Ft. A burkolatfelújítások éves keretigényének költségbecslését, útfajtánként felosztva a lenti táblázat részletezi. (1. táblázat)

2018. évi felújítási munkák

2018-ban hazai és EU-s forrásból útfajtánként összesen az alábbi beruházások valósultak meg.

- Gyorsforgalmi utak: 7 szakasz, 37,8 km hosszban, 7,497 milliárd Ft értékben
- Főutak: 95 szakasz, 172,1 km hosszban, 23,697 milliárd Ft értékben
- Mellékutak: 307 szakasz, 797,35 km hosszban, 76,304 milliárd Ft értékben
- Híd: 11 db, 4,237 milliárd Ft értékben
- Kerékpárutak: 3 szakasz, 7,287 km hosszban, 132 millió Ft

A fentiek közül hazai forrásból újult meg 698,8 km, köztük a 7 gyorsforgalmi szakasz, a 95 főúti szakasz, a

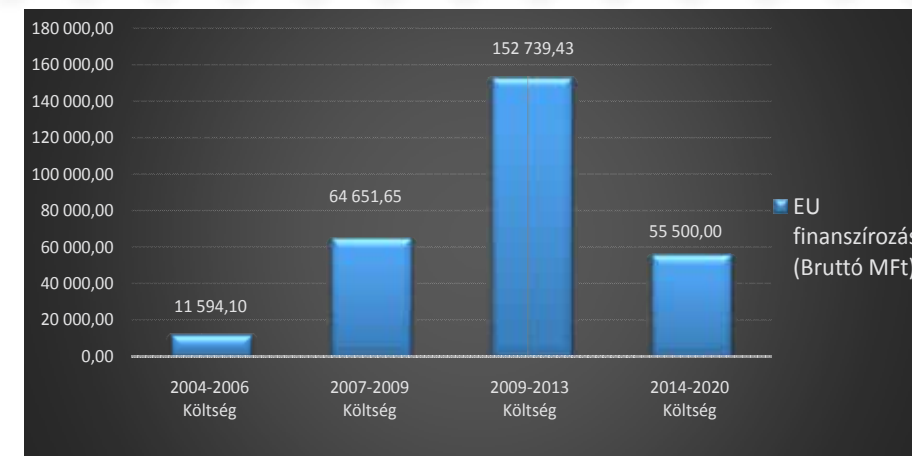
mellékutak közül 192 szakasz 488,9 km hosszban, 46,775 milliárd Ft összegben és 10 hídfelújítási projekt is, 3,959 milliárd Ft összegben. Hazai finanszírozású fejlesztés volt többek között a Pest megyei 21107 jelű út csomópont és a 46125 jelű út, a Veszprém megyei 7207 jelű út 3+848–6+200 km szelvények közötti szakasz, valamint a mezőkomáromi Sió-híd és a Mecseknádasd utáni Varasdi-völgyhíd felújítása. (1. térkép)

A Terület- és Településfejlesztési Operatív Program keretén belül, az Európai Unió 115 mellékút és 1 hídfelújítási projektet finanszírozott, ennek támogatási összege 29,807 milliárd Ft, mely 308,45 km hosszúságú országos közutat érintett. Szintén TOP forrásból valósult meg többek között a Szabolcs-Szatmár-Bereg megyei 4105 jelű út 32+968-42+967 km szelvények közötti szakasz, valamint a Veszprém megyei 7324 jelű út 20+280-21+050 km szelvények közötti szakasz és a 8219 jelű út 7+676-9+200 km szelvények közötti szakasz felújítása. (2. térkép)

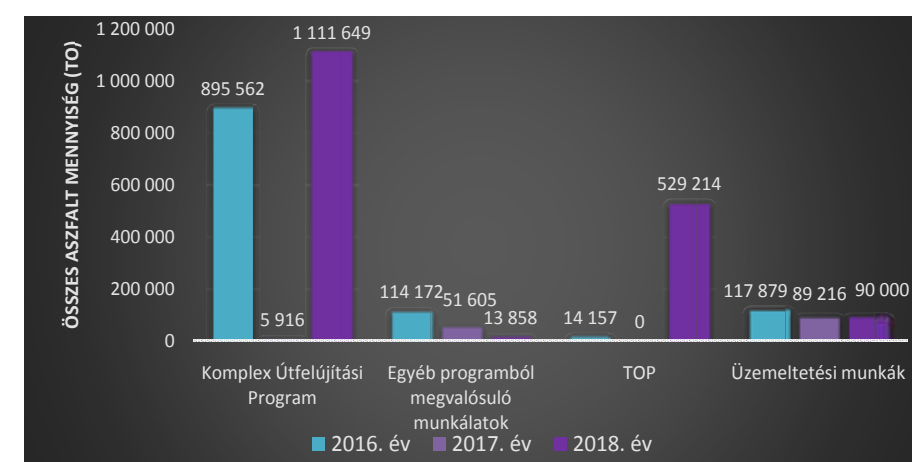
Az alábbi térképen láthatóak a Magyar Közút Nonprofit Zrt. kezelésébe került kerékpárutak, melyekből 2018-ban 3 szakaszon, 7,287 km hosszban, 132 millió Ft értékben valósult meg felújítás. (3. térkép)

Üzemeltetési és fenntartási feladatok 2018-2019

A Magyar Közút Nonprofit Zrt. főbb feladatai közé tartozik az **üzemeltetési tevékenység** (forgalombiztonságot zavaró növényzet eltávolítása, útesztetika, látóháromszög biztosítása, burkolaton kívüli területek takarítása), a téli útüzemeltetési feladatok (előkészítő munkák, síkosságmentesítés, készenlét), a karbantartási tevékenységek (vízelvezetés biztosítása, árkok, padkák, vízelvezető rendszerek karbantartása), a burkolatkarbantartási tevékenységek (balesetveszélyes burkolathibák megszüntetése, nagyfelületű burkolathibák javítása finisherrel), valamint forgalomtechnikai feladatok elvégzése (útburkolati jelek festése, közúti jelzőtábla cseréje, kihelyezése).



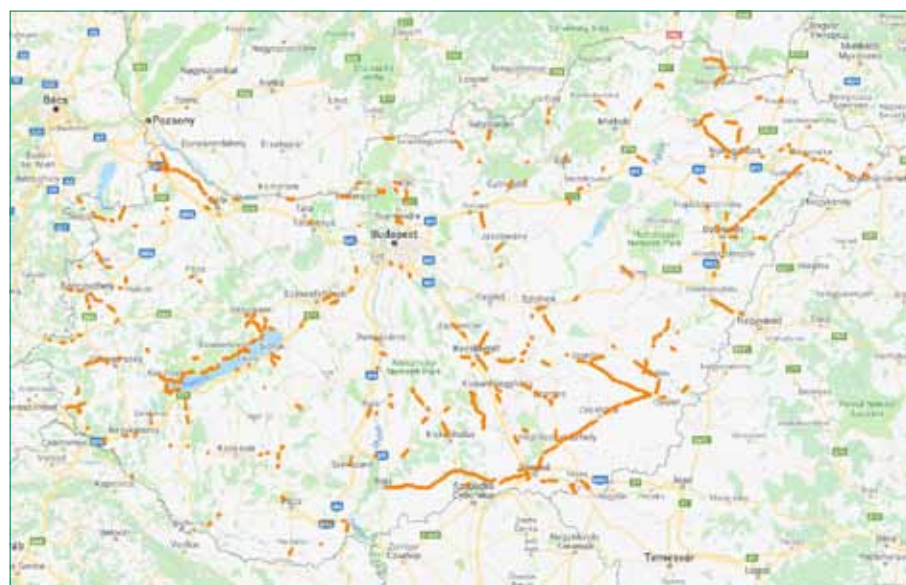
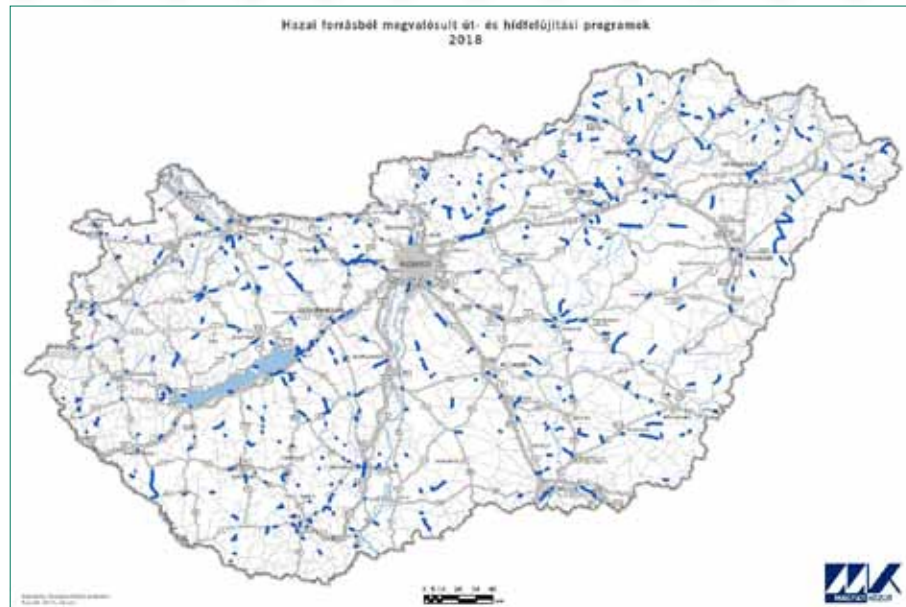
2. diagram



3. diagram Burkolat felújításhoz és üzemeltetéshez felhasznált aszfalt mennyisége 2016 és 2018 között

Kategória	Hossz km	Felújítási ciklus (év)	Éves felújítási igény km	Átlagos becsült felújítási költség	Éves költségigény MrdFt/év	Forrás elosztás aránya %
Gyorsforgalmi úthálózat	1 935	15	129	300	38,7	26%
Külterületi főút hálózat	5 584	25	223	120	26,8	18%
Belterületi főút hálózat	1 396	25	56	150	8,4	6%
Mellékúthálózat	23 106	35	660	110	72,6	48%
Vismaior keret azonnali beavatkozást igénylő feladatokra	-	-	-	-	3,5	2%
Összesen			1 068		150,0	100%

1. táblázat Burkolatfelújítások éves keretigényének költségbecslése szakmai minimum szinten

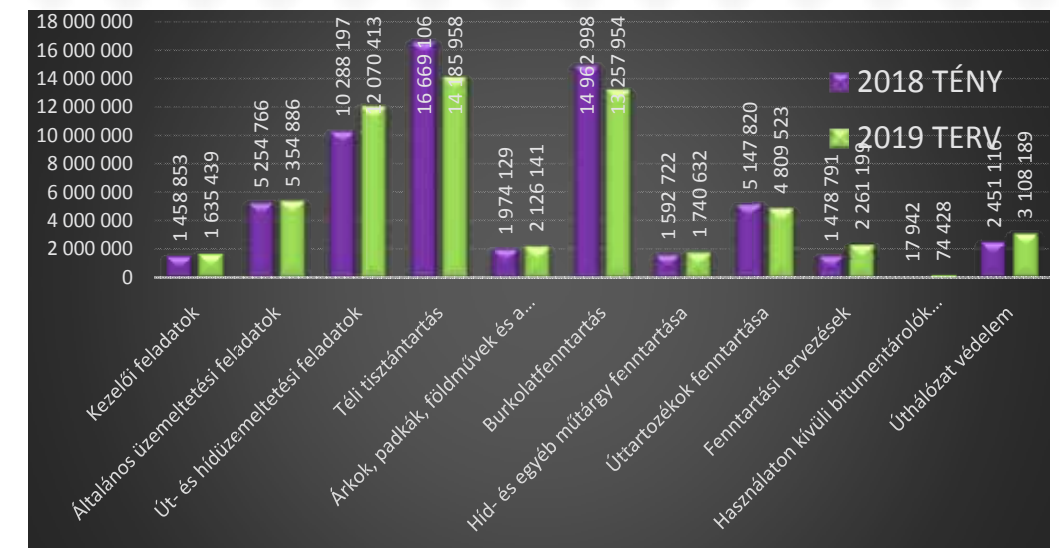


1. térkép

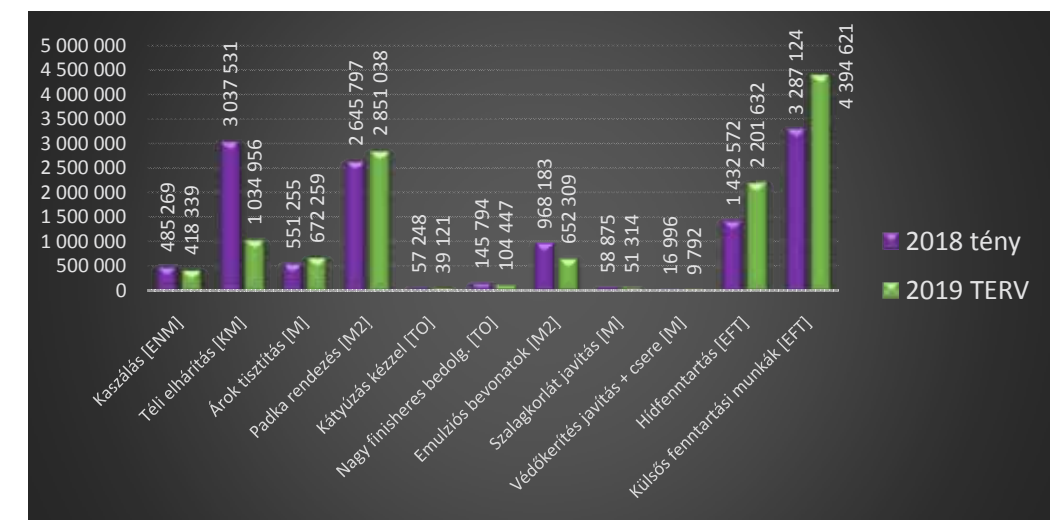
2. térkép

3. térkép

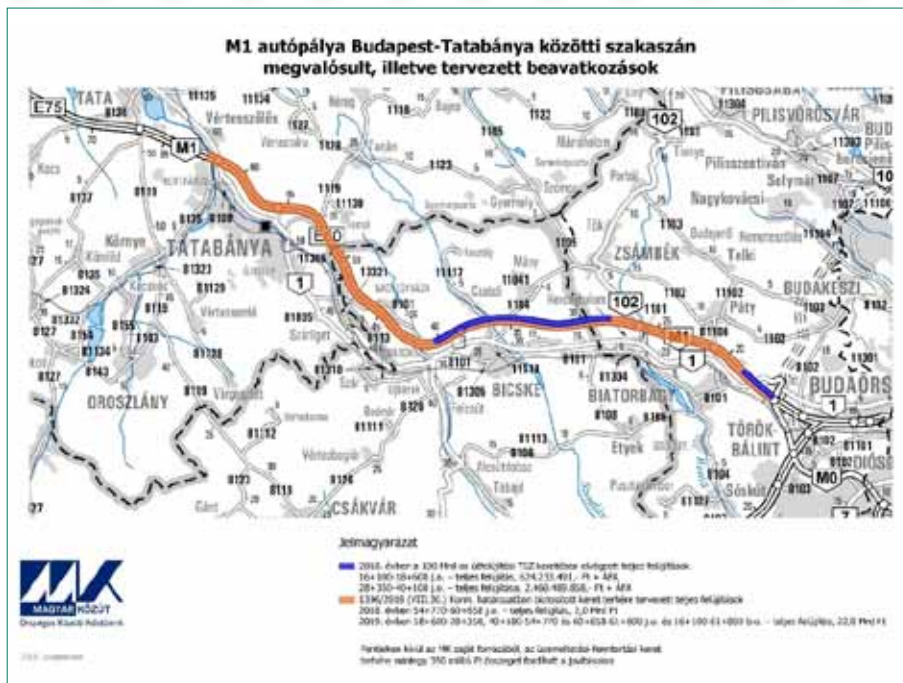
2. táblázat
Üzemeltetési és
fenntartási feladatok
költségei főbb
jogcímcsoportonként



3. táblázat
Üzemeltetési és
fenntartási feladatok
mennyiségei



4. térkép



5. térkép



6. térkép

Az üzemeltetési és fenntartási feladatok költsége 2018-ban összesen 61,296 milliárd Ft volt, melyből a téli tisztántartásra és a burkolatfenntartásra, valamint az út- és hídüzemeltetési feladatokra fordítottuk a legmagasabb összeget. 2019-re a tervezett költség összesen 60,625 milliárd Ft. A tavalyi és az idei tervezett költségek főbb jogcímcsoportonkénti eloszlását a 2. táblázat, míg a különböző üzemeltetési és fenntartási feladatok mennyiségi eloszlását a 3. táblázat mutatja.

2019. évi felújítási munkák

Az idei évre összesen 874,15 km útszakasz felújítását tervezzük, 128,99 milliárd Ft értékben. A 2019-re áthúzódó

hazai forrásból megvalósuló út- és hídfelújítási program keretén belül összesen 159,2 km-t újítunk fel, köztük 3 gyorsforgalmi szakaszt, 26,2 km hosszban, 4,262 milliárd Ft összegben, 11 főúti szakaszt, 32,3 km hosszban, 2,334 milliárd Ft összegben, 29 mellékúti szakaszt, 100,7 km hosszban, 8,054 milliárd Ft összegben és 6 hidat, 2,517 milliárd Ft összegben. A 2019-re áthúzódó Terület- és Településfejlesztési Operatív Programon belül pedig 41 db mellékút felújítási projekt valósulhat meg, 95,45 km hosszban, 10,287 milliárd Ft-os költséggel.

Új programok is indulnak 2019-ben, ilyen a Magyar Falu Program, melynek keretében a kistelepülések elérésének javítása is kiemelt cél. Idén összesen 430 km út felújítása van tervben, amely bár érint főutakat is, de zömmel a mellékúthálózat fejlesztése a cél évi 50 milliárd Ft összegben, országosan. Az idén és a következő években felújításra javasolt szakaszokat a lenti térképen jelöltük. (4. térkép)

Ebben az évben is rendelkezésünkre állnak hazai források, melyből a tervek szerint 1 híd-felújítási projektet finanszírozhatunk 667 millió Ft összegben és összesen 112 km utat újíthatunk fel. Megújul 10 főúti szakasz, 16,1 km hosszban, 2,743 milliárd Ft összegben és 41 mellékúti szakasz, 95,9 km hosszban, 16,673 milliárd Ft összegben.

Az M1-es autópálya ideiglenes helyreállítása is folytatódik, idén 24,714 milliárd Ft keretösszegből újul meg az autópálya Budapest (M0) és Tatabánya (Újváros) közötti összesen 43

kilométert érintő szakasza. (5. térkép)

A fentiekben túl 2019-es projekt a 8311 jelű összekötő út felújítása (5,7 km hosszban, 3,045 milliárd Ft összegben), a Mezőhegyes és az M43-as autópálya közötti útvonal felújítása (22,2 km hosszban, 205 millió Ft keretösszeg I. ütemben), egyes települési önkormányzatok támogatása (4,6 km hosszban, 453,995 millió Ft összegben/ és 11 kerékpárút szakasz felújítása (68,6 km hosszban, 1,9 milliárd Ft összegben).

A Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő Zrt. 2016 és 2022 közötti további közútfejlesztési beruházásairól a lenti térkép ad részletes tájékoztatást. (6. térkép)

„150 éves a magyar aszfaltútépítés” 2. kötetének bemutatója

Dr. Törőcsik Frigyes



a könyv főszerkesztője

A HAPA előző 2018-as konferenciáján került bemutatásra az első (1.) kötet

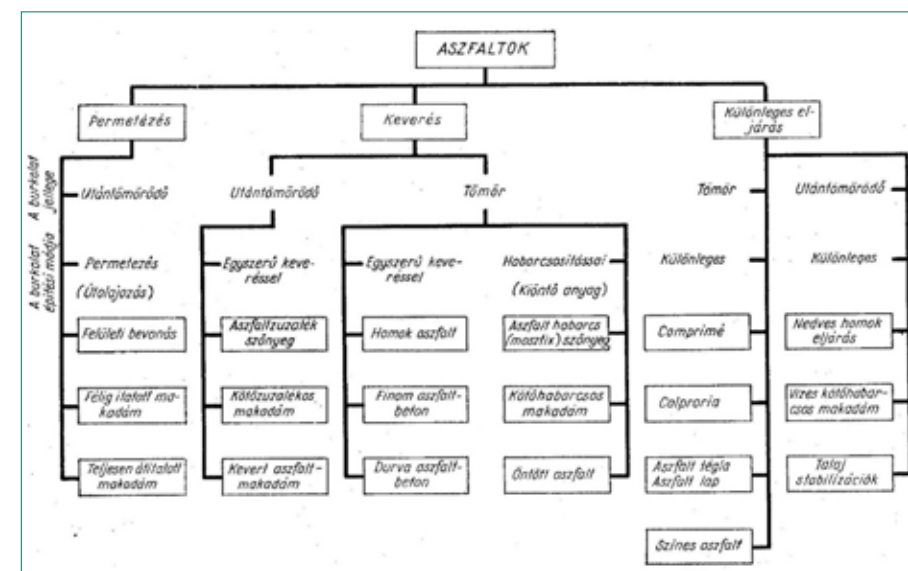
A bemutatás során ismertette lett, hogy nyomdatechnikai okok miatt több elkészült fejezetet ki kellett hagyni a több mint 500 oldalas könyvből. A kiadó és a szerkesztő is kereste a lehetőséget a további közzétételi lehetőségre, a 2. kötet kiadására. További készítést jelentett az is, hogy újabb és újabb forrásanyagok jutottak a szerkesztőhöz, valamint aktuális és fontos témák vártak bemutatásra. Pl.: az egyre aggasztóbb közúti baleseti helyzet (gyalogos átkelőhelyi elütések), vagy az egyre sűrűbben előforduló politikai motivációk hatására felvetődő, szakmai megalapozás és koncenzenz nélküli közúti hálózati elemek. Mindezek hatására a második kötet elkészítésére gyorsan született döntés arra, hogy lehetőleg a 2019-es nemzetközi konferencián már bemutatásra is kerüljön. Megtörtént.

A konferencián a korábbinál is több külföldi előadó szerepelt, amely arra készítette a könyvet bemutató szerkesztőt, hogy röviden ismertesse a magyar aszfaltútépítés 150 éves történetének könyvben is megjelenő indoklását. Nemcsak a külföldi szakemberek számára jelenthet újdonságot, hanem a hazai fiatalabb nemzedéknek is, hogy hazánk a XIX. században Európában az első országok között volt, Franciaország és Svájc mellett harmadikként, ahol már alkalmazták a természetes formában előforduló aszfaltot. A széleskörű alkalmazásra a XIX. század végére az adott lehetőséget, hogy az 1867-es kiegyezés után rohamos fejlődésnek induló hazai ipar, kereskedelem és bankvilág lehetőséget teremtett az útépitésekre is különösen a városokban, ahol az aszfaltburkolat közegészségügyi megoldást jelentett a por és a sár mérséklésére. A külföldi vendégek kedvéért

röviden ismertetni kellett a kiegyezés valódi kereteit is, mert különösen a nyugati országokban Ausztria részeként emlékeznek meg Magyarországról a kiegyezés következtében. Ennek érdekében hangzott el az előadásban, hogy a kiegyezés egy perszonál unió volt a két független, önálló kormánnyal és parlamenttel rendelkező ország között, amelyet az uralkodó személye kötött össze. Következésképpen a hadügy és az annak előfeltételét jelentő pénz és külügyek voltak közös miniszteri vezetéssel. Hazánk ennek a koncenzenzának köszönhetően indult el a polgárosodás és a gazdasági, kulturális és politikai élet európai gyakorlata felé. A vasút és útépitésben Európa élvonalában kerültünk, sok tekintetbe követendő példát is mutatva. A XX. század első évtizedére a hazai útépitő ipar, az aszfalt alkalmazásával Európában és különösen Közép-Európában a legfejlettebb országok közé tartozott. Köszönhető volt ez annak is, hogy akkor hazánkhoz tartozott



1. kép: Aszfalt tó napjainkban, Trinidad



2. kép: Aszfaltburkolatok csoportosítása (forrás: Ferenczy G.: Aszfaltburkolatok, 1960.)



3. kép: Az oldalirányú alakváltozás mérését biztosító függesztett mérőkeret



4. kép: Hasítás vizsgálat ZD-10 törőgépen

az Erdélyben lévő Derna – Tataros a természetes előforduló aszfalt lelőhelye. Erre alapozva alakultak sorra az útépítő Vállalatok, elsőnek a Magyar Aszfaltútépítő Vállalat. Az első kötetben részletesen tárgyaltuk a hazai aszfaltburkolat építés kezdeti sikereit.

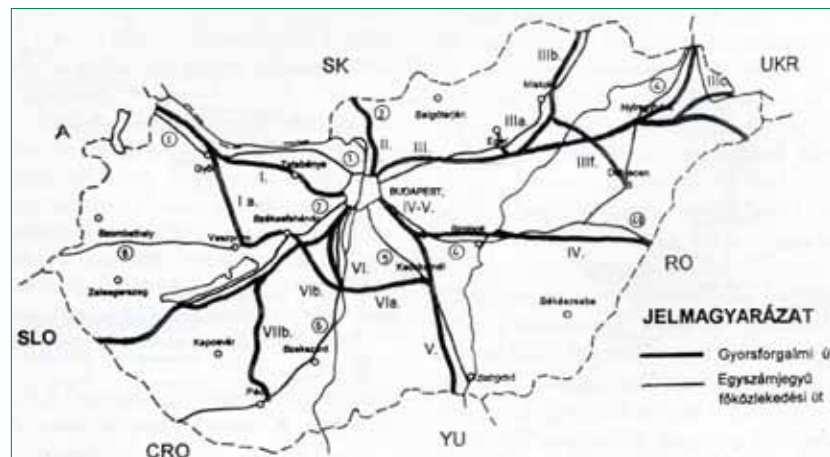
A párizsi világkiállításon elnyert díszoklevelet 1878-ban, valamint azt a mennyiségi eredményt, hogy 1910-ben Budapesten háromszor annyi aszfaltburkolat volt mint Bécsben, továbbá, hogy Európában az ország területével arányos aszfaltozott utak mennyisége hazánkban volt a legtöbb a városokban.

A 2. kötetnek külön értéke lett, hogy – A forrásanyagok ismételt áttekintése közben újabb és újabb értékes hiánypótló szakmatörténeti események, történések kerültek elő a lelkes közreműködő kollégák által.

A 2. kötet több olyan új fejezetet is tartalmaz, amelyek lexikonszerű ismertekkel is gazdagítják az olvasókat, de a már tárgyalt fejezetek is további részletekkel bővültek.

– Ennek a kötetnek emeli az értékét, hogy az első fejezetben dr. Ambros Kálmán az aszfaltoknak és a bitumennek újabb érdekes, izgalmas ismereteit tárja fel a teljességre törekvő jegyében. Az aszfaltok csoportosítása és a különféle ún. fekete burkolatok fejlődésének, csoportjainak bemutatása ezzel teljesnek tekinthető.

– A hazai aszfaltkutatás több évtizedig élenjáró művelője, oktatója volt a Budapesti Műszaki Egyetem Útépítési tanszéke. Külön erre a célra épített, a szakmai vezetés által finanszírozott laboratóriumban európai színvonalú oktatás és kutatás folyt az útépítő iparral szoros együttműködésben. Sajnos ez ma már nem jellemzője az egyetemnek.

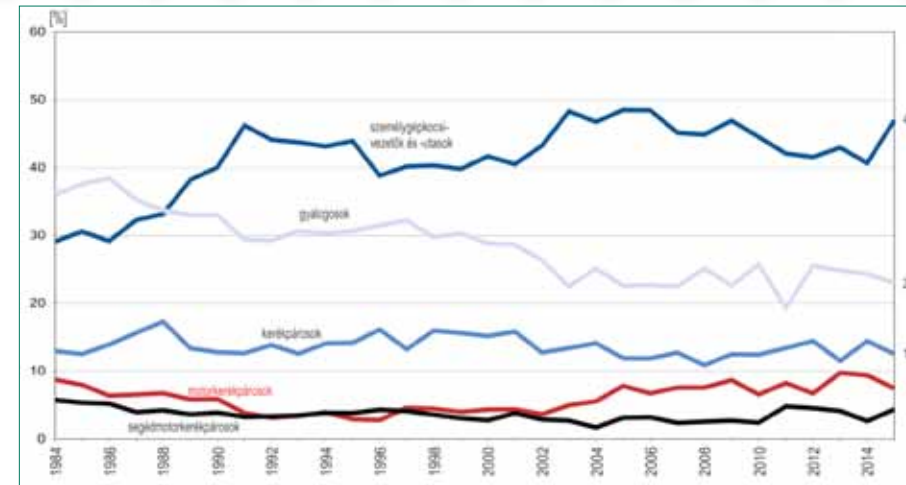


5. kép: Jakab Sándor hálózatfejlesztési javaslata

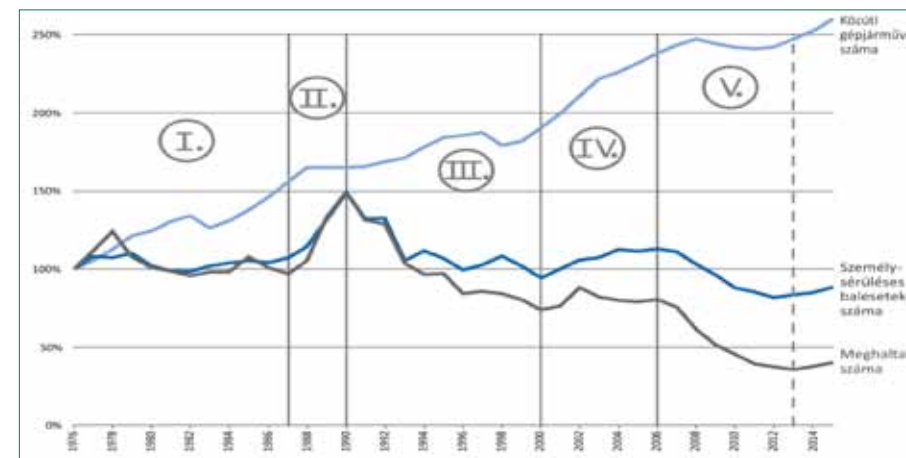


6. kép: Magyar gyorsforgalmi úthálózat fejlesztési terve (2006)

A több évtizedes sikeres működésről szól a 2. fejezet Dr. Török Kálmán által írásban emléket állítva a Tanszéknek abban az időben vezető Dr. Nemesdy Ervin



7. kép: A közúti baleset következtében meghaltak számának részaránya



8. kép: A gépjárművek, a személygépkocsikkal járó balesetek és halálos esetek száma 1976-2015 között

professzornak és valamennyi a technológiai oktatásban résztvevő mérnök tanárnak.

– A 3. fejezet is hiánypótló és igen tanulságos. A hazai szabványok és minőségi előírások időrendi feldolgozása eddig nyomtatásban nem jelent még meg, ezt pótoljuk most Jencs Árpád szakszerű, igényes összeállításában.



9-10. kép: Tengelyterhelés mérés Békés megyében. 1970-es évek végén. A mérés lassúsága miatt nem terjedt el.

nem volt elegendő az egyre növekedő súlyú és méretű járműveknek. Ezt az izgalmas munkát foglaltatta össze munkatársaival a 6. fejezetben Szerencsi Gábor.

– Az utak és autópályák építésének és fenntartásának

– A közútjaink szerkezetének fejlődését, hálózatba foglalását a történelmünk során több háború és politikai esemény hátráltatta. Bár az autópályáinkról nemrég készült egy értékes összeállítás, azért röviden mi sem hagytuk ki a 2. kötetből a kapcsolódását az országos úthálózathoz. Ezt az önálló, részletes 4. fejezetet a legavatottabb, a szakmai munkáját is összefoglaló kollégánk Berg Tamás készítette.

– A közúti szakemberek számára a forgalom és a sajnálatos balesetek előfordulása a „bibliánk”. Minden új út építése, a fenntartás és üzemeltetés a közúti forgalom kiszolgálásáról szól és a balesetek elkerülését szolgálja. Ezzel a kiemelt feladattal bár az első kötet is foglalkozott, de abban adósok maradtunk, az elemzésükkel az 5. fejezetben dr. Lányi Péter szakavatott módon foglalta össze a szakmánk ezirányú tevékenységét.

– A közútjaink védelme azóta feladata az utak gondozói-amióta megjelentek az utakon a járművek. Az igazi nagy feladatot az jelentette, amikor az utak és a hidak teherbírása és méret már





11. kép: A mérőállomás rendszeres, szűrőpróba szerű mérése az ország területén bárho

- költségét, finanszírozását minden időben az állami és politikai célkitűzések befolyásolják. Erről az igen kényes kérdéssről írtak külön – külön a **7. fejezetben** részfejezetet a **Szerkesztő** és az autópályák finanszírozásáról **Dr. Tímár András**.
- A **8. fejezet** egy igen érdekes szakmatörténettel foglalkozik. A közlekedés minisztériumi szintű irányításának változásáról, valamint az országos szakmai felügyelet ellátásáról egy szakmatörténeti könyvnek foglalkozni kell. A közvetlen szakmai irányításról szóló részt még ki kell egészíteni illetve pontosítani, majd az utódainknak, de ahhoz már lesz forrásanyag, amelyet most **Molnár László Aurél** készített. (Jellemző a közel-múlt évtizedekre, hogy szinte évente változtak az elnevezések, és a személyek)
 - Különböző szakmai könyvekben, kiadványokban, különösen a forrásanyagokra hivatkozásokban igen sok cím és szerző szerepel. Célrányos összeállítást kitüntetetten az aszfaltra és a bitumenre nem hagyhatta ki a szerkesztő, **Dr. Petőcz Mária** többször átdogozott, kiegészített, igényes **9. fejezetben**.
 - A **10. fejezetbe** arra a szellemi háttérre, szellemi műhelyre engedett rövid bepillantást a **szerkesztő**, amelyben azok a szervezetek, társaságok, alapítványok szerepelnek vázlatosan, amelyek elősegítették a szakmánk fejlődését. Ezt az összeállítást is **Dr. Petőcz Mária** készítette.
 - Változatlanul több, egyébként kritikus témával a 2. kötetben sem foglalkoztunk, amelyek nem tartoznak szorosan az aszfaltútépítéshez, vagy amelyek olyan társadalmi vitát gerjesztenek, amelyek a mai napig sem jutottak nyugvópontra. Ilyenek lehetnek a közúti építések és a környezetvédelem, vagy a hálózatterjesztés némely egyébként fontos eleme, vagy a Közúti stratégia jelene és jövője. Ezekről a kérdésekről más szakmai körnek lenne célszerű foglalkoznia.
 - Az előbbiekben érintőlegesen jelzett kérdéseken túlmenően kötelességem arról beszámolnom, hogy a két kötet készítése közben többször felmerült különösen **Dr. Tóth Ernő kezdeményezésére**, hogy meg kellene emlékeznünk legalább a nevek felsorolásával azokról a szakmánkért sokat tett élenjáró elődjainkről, akik a többszöri nehéz, kritikus időszakok ellenére elősegítették **talpra állni a szakmánkat** és munkájukkal hozzájárultak a **mindenkori megújuláshoz**.
 - Ezt a jogos felvetést támasztja alá, hogy a rokon építész mérnöktársadalom sokkal eredményesebben gondoz-



12. kép: Süllyesztett tengelyterhelés mérő, az 1970-es években

- zák nagy elődeik munkásságát, de akár a jelenkorban is nagyobb társadalmi elismertségben részesülnek. Szeretném alátámasztani egy közel száz éves értékes könyvük bemutatásával az 1928-ban készült a: **„A magyar építőművészet és építőipar 50 éve 1879–1929”** című szép könyv bemutatásával.
- Ebben a könyvben közel kétszáz építész-mérnök munkássága, épületeik fotója szerepel. Felmerül a kérdés, hogy mi utépítő mérnökök miért hagytuk, hagyjuk, hogy az új útjaink, autópályáink, hídjaink **tervezői, kivitelezői miatt nincsenek megnevezve**, illő módon, valahol az utak, autópályák elején pihenőiben, parkolóiban.
- Az előbbiek alátámasztására felsorolok jó pár kollégánk nevét nem a XIX. századból, vagy a XX. Század első feléből, akikre talán a jelenlétük közül már sokan azt sem tudják milyen területen milyen jelentős eredményt értek el.

– Dr. Gábor István	Simon Miklós	dr. Karsai László
– dr. Jánoshegyi Ferenc	Sárközi György	Zakar Pál
– Jakab Sándor	Reznák László	Bálint Árpád
– Márfai Tibor	Csikós József	Mihályfi Árpád
– Liptay András	dr. Koller Sándor	Pittlik Elemér
– Dr. Bodnár Géza	Hercler László	Fogarasi István
– Gartner László	id. dr. Gáspár László	Dr. Fülöp István
– Oszvald Elemér	Bogár Pál	Benke István
– Mészáros Komáromi László		
 - Lehetne sorolni óráig az arra érdemes kollégáink neveit. Össze kellene állítani a **Közúti Ki-Kicsoda** lexikont, minél előbb, amíg élnek olyan kollégák, akik hajlamosak ezt a munkát felvállalni.
 - Ennek a nemes hiánypótló feladatnak el kell vállalni az ellátását azoknak a szervezeteknek, akiknek ez szent kötelessége.

A Magyar Közút Zrt.,
a Magyar Útügyi (vasúti) Társaság,
a Magyar Mérnöki Kamara,
a Közlekedéstudományi Egyesület
 - Addig kell elkészíteni, amíg még fellelhetők a forrásanyagok, hiszen ami nem került fel az internetre azok az értékes információk rohamosan fogynak.
 - Végezetül kedves kötelességem megköszönni minden nevesített és névtelenül dolgozó kolléga, szerzők, lektorok és forrásanyag gyűjtők, Pl.: a kiskőrösi múzeumunkban **Szászi András igazgató**, önzetlen munkáját különösen **Jencs Árpádnak**, aki a saját fejezetén kívül az összes többinek ellátta a nyelvhelyességi lektorálását és azon kívül segítette a szerkesztőt is munkájában.

Műszaki szabályozás (feladatok és lehetőségek)

Lehel Zoltán

Innovációs főmérnök,
szóvivő
Dunaaszfalt Út- és
Mélyépítő Kft.



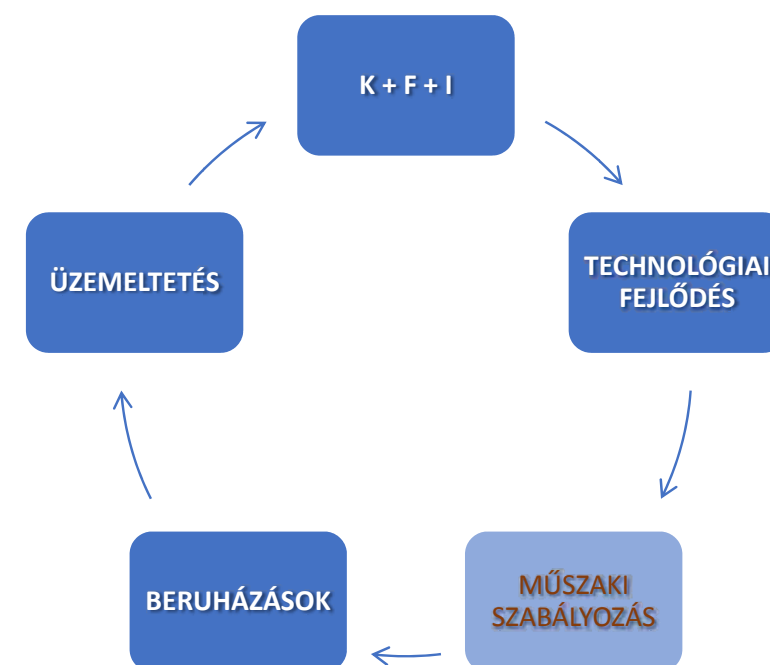
Mottó

„Az összevisszaságban találd meg az egyszerűséget, a hangzavarban a harmóniát. A nehézségek közt mindig ott van a lehetőség.” (Albert Einstein)

Pontosan mi is a MAÚT?

Egy definíció szerint: A MAÚT Magyar Út- és Vasúti Társaság a közúti és vasúti infrastruktúra érdekében, **egyesületi keretek között működő közhasznú szakmai szervezet**, amely a műszaki szabályozásban érdekelt felek, személyek és intézmények tevékenységének összefogására és összehangolására jött létre.

Az „útépítési körforgásba” a műszaki szabályozás révén kerül, de éppen ezért minden területen jelen van.



Egy rövid kis történeti áttekintés

Az 1994-ben megalakul az akkor még Magyar Útügyi Társaság néven alapított MAÚT.

2009. e-UT rendszer indulása.

2014-től a közúti infrastruktúra érdekében egyesületi keretek között működő közhasznú szakmai szervezet kiegészül a vasúti szabályozási feladatokkal.

2017. e-VASUT rendszer indulása.

A MAÚT szervezet felépítése (2018.)

A bizottságokkal a mélyépítés teljes spektrumának a lefedése volt a cél. Egy a Minisztériumból indított egységsítési igény lekövetésére alakult a Települési utak bizottsága.

A kor haladó szelleme és az aktualitások figyelembe vétele miatt pedig létrejött a környezetvédelmi albizottság a következő célokkal:

- Minden ÜME környezeti szempontú áttekintése,
- Saját „önálló” ÜME-k kidolgozása,
- Közlekedés- és környezetügyi kommunikációja.

2012-ben egy jogi „félreértés” miatt porszem került az Útügyi Műszaki Előírások (ÜME-k) kiadásának a gépezetbe:

Előterjesztés készül az utak építésének, forgalomba helyezésének és megszüntetésének engedélyezéséről (NFM).

A KIM közjogi jogalkotásért felelős helyettes államtitkára szerint a melléklet a szabvány kötelező alkalmazását írta elő, ezért annak szövegét a kormányrendelet mellékletében vagy miniszteri rendeletben kellene elhelyezni.

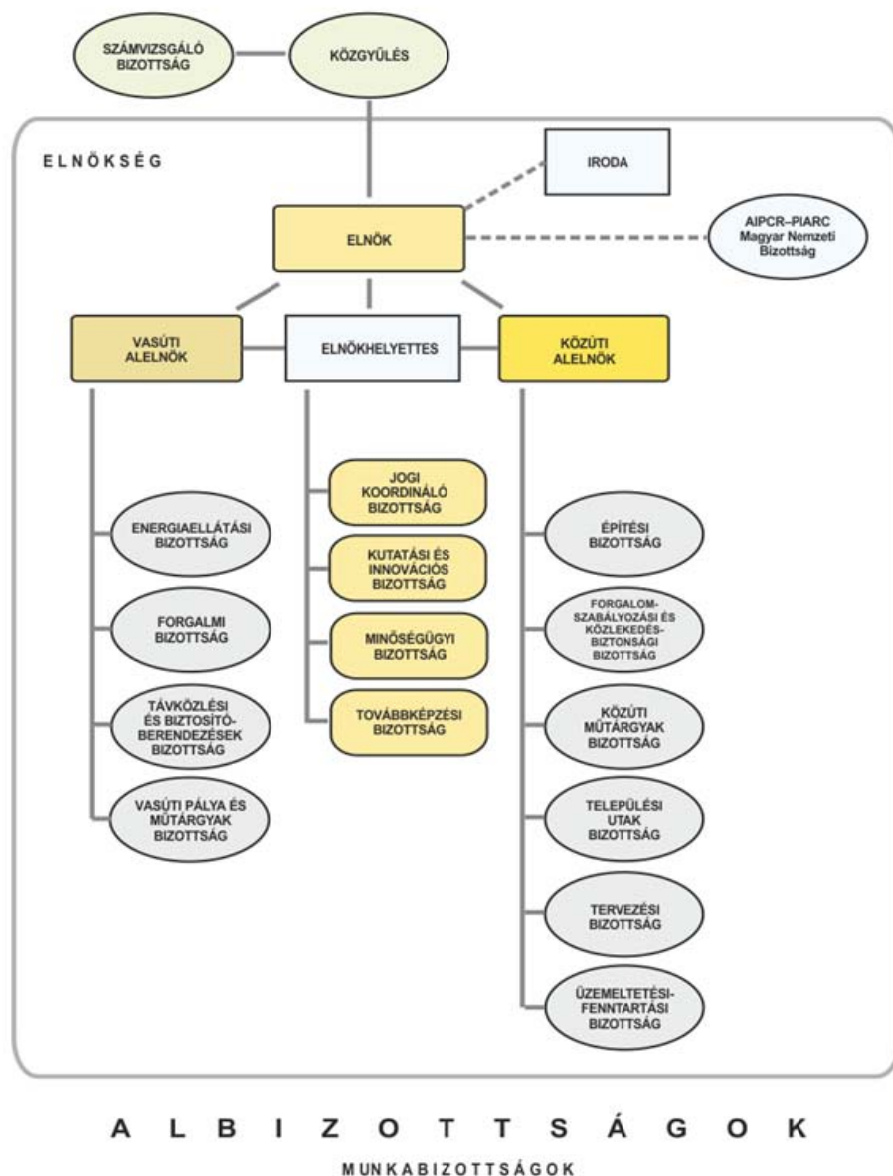
A közigazgatási államtitkári értekezlet javasolta, hogy az NFM a KIM-mel együttműködve dolgozzon ki kompromisszumos javaslatot a szabvány kezelésére, továbbá készüljön felmérés és ütemezés az utakra vonatkozó szabványok felülvizsgálatára.

Az előterjesztést a Kormány a május 9-ei ülésén tárgyalja meg.

A 2012. május 9-i kormányülés napirendje

19. Előterjesztés az utak építésének, forgalomba helyezésének és megszüntetésének engedélyezéséről (KÁT 04.26. 7.p., 05.03. 13.p.)

Előterjesztő: nemzeti fejlesztési miniszter
KÁT: Felmérést és ütemezést kell készíteni az utakra vonatkozó szabványok felülvizsgálatára, a tervezetben levő konkrét szabvány szövegét jogszabályba kell foglalni a KIM álláspontja szerint.”



Az ÚME-k kiadása Csipkerózsika álmát aludta 2018-ig.

2016-ban az NFM felkérésre a Magyar Közút bizottsági keretek között megkezdte az alábbi rendeletek átdolgozását:

2016. május:

Közutak tervezésének szabályozása (KTSZ)
 Közutak forgalomszabályozása (KFSZ, 20/1984 KM rend. helyett)
 Közutak építésének szabályozása (KESZ)
 Közutak kezelésének szabályozása (KKSZ, 6/1998 KHVM és 5/2004 GKM rendeletek)
 Hidak tervezésének, építésének és kezelésének szabályozása
 +1: ÚME rendelet (Ütügyi Műszaki Előírások kidolgozása)

2017. április:

A közutak igazgatásáról szóló 19/1994. (V.31.) KHVM rendelet
 A közutak műtárgyainak tervezéséről szóló NFM rendelet
 A közúti visszatartó rendszerek kialakításáról szóló NFM rendelet

A közutak megvilágításának szabályozásáról szóló NFM rendelet

(+1: Útépítési alapfogalmak)

2018. szeptember:

Az országos közúthálózat területén megvalósuló kísérleti út- és hídépítési munkák szabályozásáról

2017-ben elkezdődött valami, aminek köszönhetően elindult az „ébredés” a mély álmából, és eredményeként megszületett 2 db jogszabály:

- 1183/2017. (IV. 10.) Korm. határozat az Utügyi Műszaki Szabályozási Bizottságról
- 16/2017. (V. 25.) NFM rendelet: az útügyi műszaki előírások kidolgozására, kiadására és közzétételére vonatkozó szabályokról

Az Utügyi Műszaki Szabályozási Bizottság (ÚMSzB) feladatait az alábbiak szerint határozták meg:

- Az ÚME-k a Magyar Közút honlapján történő megjelentetése:

<http://internet.kozut.hu/ume/Lapok/jovahagyott.aspx>

- 2.) Műszaki eltérések (felmentések az ÚME-k alól) kezelése:

<http://internet.kozut.hu/ume/Lapok/muszakielteres.aspx>

- 3.) Éves munkaterv elfogadása

- 4.) ÚME-k jóváhagyása

- +1) Titkársági feladatok: Magyar Közút (ennek keretében szerződött a MAÚT-tal az ÚME-k átdolgozására)

Célul tűzték ki, hogy minden ÚME újuljon meg 2018-2021. között.

A Bizottság 4. pontban meghatározott feladatait az alábbiak szerint kell elvégezni:

- A megújuláskor figyelembe veendő szempontok
 - lesznek újak (a műszaki szükségesség, innovációk generálják),
 - lesznek módosítások, felújított ÚME-k,
 - lesznek összevonások, és végül
 - lesznek megszüntetések.

2019. február 15-i állás szerint a feladatok megoldását a következő statisztikai adatok mutatják:

- ÚMSzB által elfogadott, Magyar Közút honlapján megjelent (2018.02.28-2019.02.14. között): 12 db
 - Ezek kapcsán egyidejűleg visszavonva: 24 db
- ÚMSzB elé felterjesztett (2018.02.28-2019.02.14. között összesen): 26 db
- ÚMSzB felterjesztés előkészítés alatt van: 8 db
- 3. „típusú” közmegegyeztetésen van (Magyar Közút): 1 db
- 2. „típusú” közmegegyeztetésen van (MAÚT külső): 0 db

- „típusú” közmegegyeztetésen van (MAÚT belső): 1 db
- Készítés alatt (közmegegyeztetés előtt): 20 db
- Önálló megjelent új az időszakban (előzmény nélkül): 1 db (e-UT 09.04.15 Közutak geodéziai előírásai és geometriai követelményei).
- Önállóan visszavont az időszakban: nem volt.

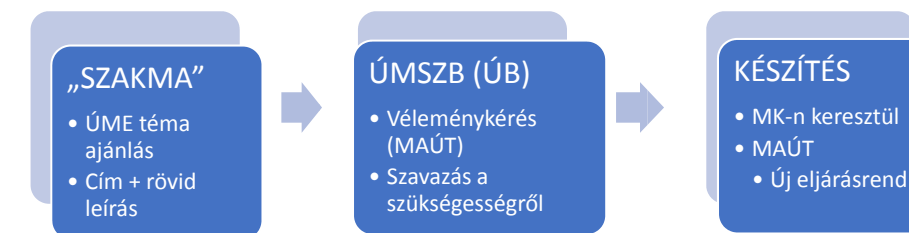
Hogy indul egy új ÚME készítése?

Az egysátozást kommunikáció érvényesítése miatt új ötlettel a rendszerben a titkári feladatokat ellátó Magyar Közút kell minden esetben keresni.

Amennyiben az ötlet a szakma részéről támogatható az az ÚMSzB elé kerül jóváhagyásra.

Jóváhagyás esetén a közbeszerzési eljárás nyertes MAÚT-at megbízza a Magyar Közút az ÚME elkészítésével.

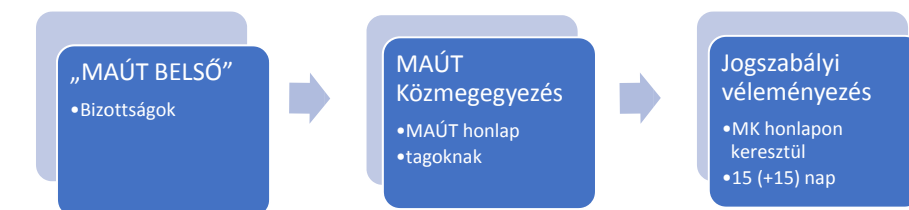
Ez a folyamat az alábbi ábrán követhető:



Az Utügyi Műszaki Előírások készítésére a MAÚT egy Útmutatót dolgozott ki az alábbiak szerint:

- Utügyi Műszaki Előírások kidolgozása
 - Munkabizottságok kijelölése, létrehozása, a kidolgozás elindítása
 - Az ÚME tervezet kidolgozása az illetékes munkabizottságban
 - Az ÚME tervezetnek véglegesítése
 - Az érvényes Utügyi Műszaki Előírások javítása, módosítása
 - Az Utügyi Műszaki Előírások megjelenésének közzététele

A statisztikai adatoknál fent már megemlített 3 körös közmegegyeztetés a következőket takarja:



2018-ban elindult a restanciák ledolgozása az előírások terén

A mintegy 410 főt számláló, társadalmi munkában működő szervezet továbbra is mindenkit vár a tagjaik közé, hiszen bőven akadnak még megújításra váró Utügyi Műszaki Előírások (ÚME). Örömteli azonban, hogy tavaly március óta már nem áll fenn az a jogi probléma, ami 2012 és 2018 között megakadályozta az előírások kiadását.

Egy kormányhatározat segítségével létrejött az Utügyi Műszaki Szabályozási Bizottság (ÚMSzB), formailag ez teremtette meg a jogi alapot: a titkári feladatokat a Magyar

A MAÚT, Magyar Út- és Vasútügyi Társaság működéséről

2017. évi súlypontok (közút):

- Aktív közreműködés az Utügyi műszaki előírások rendszerének megújításában,

- 16/2017.(V.25.) NFM rendelet alapján részvétel és szakértői támogatás az Utügyi Műszaki Szabályozási Bizottság ülésein,

- Az Utügyi Műszaki Előírások szabályozási rendszerének komplex felülvizsgálata, négyéves keretszerződés, amelynek alapján 2018-2021 között sor kerül az érvényes útügyi műszaki előírások teljes körének átdolgozására (kb. 190 db ÚME).

2017. évi súlypontok (vasút):

- Együttműködési megállapodás előkészítése és megkötése a MÁV Zrt-vel (2017. július),
- e-VASUT* Digitális Vasútügyi Előírástár szolgáltatásának indítása (2017. november) és folyamatos üzemeltetése (Felügyelő Bizottság).

A vasúti előírások további gondozására EU-s támogatással projektet indítottunk:

IKOP-2.1.0-15-2018-00047:

A magyar vasúti műszaki és üzemi szabályok korszerűsítése az új előírások, szabályok, rendeletek és utasítások rendszerének megalkotása

Kijelölés: 1846/2017. (XI.14.) számú kormányhatározat alapján

Támogatási Kérelem benyújtása: 2018.02.07.

Támogatási döntés: 2018.03.26.

Támogatási Szerződés aláírása és hatályba lépése: 2018.04.09.

A projekt fizikai befejezésének tervezett napja: 2019.10.31.

Egyre nagyobb figyelem irányul a vasúti területre

Immár a tizededik együttműködési megállapodást írtak alá a MÁV-val, s ahogy az együttműködés szorosabbá válik, egyre többen látják úgy, hogy a vasút számára is a közúthoz hasonló, és abból építkező irányelvek kiadása szükséges. Ezért lett

eddig az egyik fő termék az e-VASUT rendszer, ami feltérképezte a jelenlegi állapotot. A következő nagyon fontos fázis részben a jogi és részben a műszaki szabályozási rendszer megújítása, méghozzá az IKOP finanszírozású projektben. Ez jelenleg a jogi előkészítési fázisban van, de hamarosan indul a széleskörű műszaki vasúti előírások készítése.

A Vasúti Műszaki Előírások fogalma hivatalosan még nem létezik. A tagok tekintetében még mindig jóval több az utas kolléga, azonban a feladatok tekintetében – éppen az említett IKOP projekt kapcsán – már jelentős a súlypont eltolódás. Ezért reméljük, hogy másfél-két év múlva már fele-fele arányról beszélhetünk majd tagság és tevékenység terén is.

A szakma erejét megfeszítve dolgozik a szabályozáson, az ÚME-k megújításán. Jó úton járunk, és reméljük, hogy majd úgy tekinthetünk vissza, hogy az ÚME rendszer majdnem teljesen megújult és a vasúti rendszer is elindult a megújulás útján.

A MAÚT digitális Útügyi és a digitális Vasúti előírás-tárt működtet:

141 egyéni előfizető – egyéni (~2000 felhasználó) – út
Dinamikus bővülő előfizetői kör – MÁV Zrt., NIF Zrt., GYSEV Zrt. – vasút
Hírlevél havonta
Online frissítés
Keresőfunkció
Időgép
Perszonalizált nyomtatás
Jegyzetfunkció
Új informatikai keretrendszer – Reader 4.0 – került üzembe helyezésre

Az egyik legfontosabb cél a fiatalok bevonása

Az 1994-ben alapított szervezet 2009-ben nagyot lépett előre digitális fronton: ekkor indult el az e-UT, azaz a digitális útügyi előírástár kiadása. 2014-ben bővültek a vasúti területtel, ekkor alakultak Magyar Út- és Vasúti Társasággá. Az e-UT után az e-VASUT előkészítése EU-s támogatásból történt meg 2012 és 2015 között, majd a MÁV-val együttműködésben 2017. végén el is indult.

A korábban említett jogi akadályok elhárulása után végre több területre is jut idő. Az idei legfontosabb cél a megújulás és a fiatalok bevonása az előírások készítésébe, majd az egyes területek építési folyamatait szeretnék még hatékonyabbá tenni. Néhány évig kiemelt cél lesz az előírásokhoz kapcsolódó innovációs kutatásokban való előrelépés is. Azon az úton járunk, amin elindultunk, és afelé a cél felé haladunk, amit kitűztünk.

A Nemzetközi Együttműködés és feladatai

- az együttműködés rendszerévé tétele,
- az útügyi előírások áttekinthetése, elérhetővé tétele,

- az elektronikus előírások tapasztalatainak megvitatása,
- fiatal mérnökök közreműködése.

MAÚT jövőképe, és fejlesztések

Közüti terület:

- Cél: ÚME-k kiadásának felgyorsítása.
- Oktatások szervezése újra. – (Útépítési Akadémia – MMK együttműködéssel)

Vasúti terület:

- Vasúti előírástár széleskörű alkalmazására ösztönzés.
- IKOP projekt sikerre vitele.

Általános célok:

- Környezettudatos szemlélet erősítése.
- Kutatások, innovációk támogatása.

Néhány újdonság a már elfogadott két „aszfaltos” ÚME és a még nem „kész” KÉSz szemszögéből...

A Közutak Építésének Szabályozásáról (KÉSz) **rendelet tervezet**

1. § (1) A rendelet hatálya kiterjed az országos közutakon, helyi közutakon és a közforgalom elől el nem zárt magánutakon, valamint mindezek műtárgyain és tartozékain (a továbbiakban együtt: közút) végzett építési beruházások előkészítésére (beleértve az útszerkezet méretezését és tervezését és a forrásbiztosítással összefüggő feladatokat), a kivitelezésére (beleértve az építtetői, építési műszaki ellenőri és kivitelezői feladatokat), minőségszabályozására és az építési beruházások lezáráshoz kapcsolódó feladatokra.

Változások...

Az új forgalmi igénybevételi kategóriák:

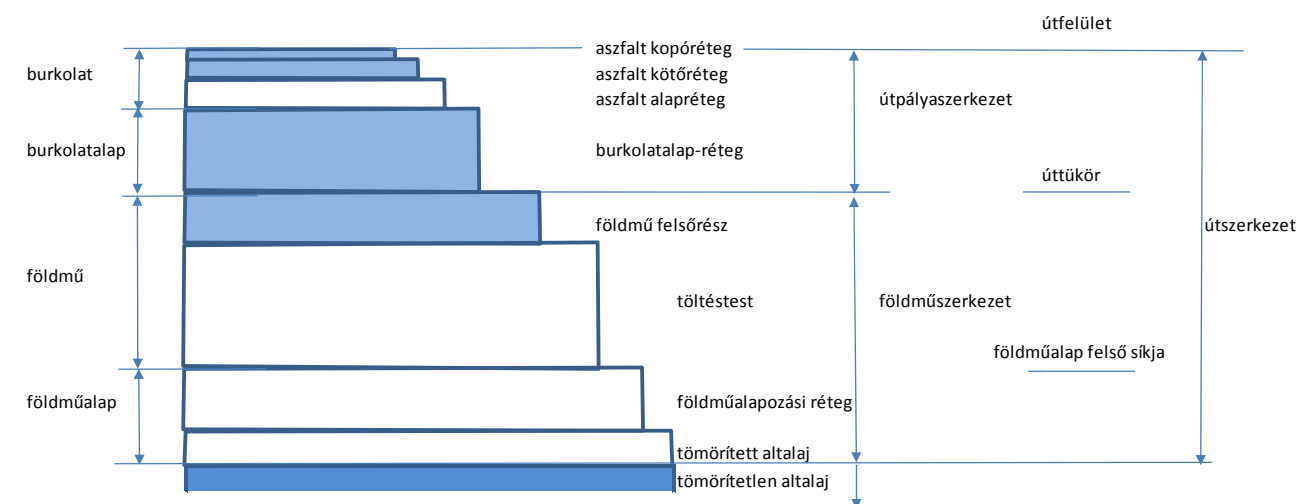
- a) könnyű („P” jelű) forgalmi igénybevétel,
- b) normál („N” jelű) forgalmi igénybevétel,
- c) fokozott („F” jelű) forgalmi igénybevétel, valamint
- d) **intenzív („I” jelű) forgalmi igénybevétel**

Aszfaltburkolatú utak igénybevételi kategóriái

Az utak e-UT 06.03.13 útügyi műszaki előírás szerinti forgalmi terhelési osztálya (A, B, C, D, E, K és R) alapján normál (N), fokozott (F) és intenzív (I) igénybevételi kategóriákat kell megkülönböztetni. Az A forgalmi terhelés alatt könnyű (P) igénybevételi kategória található. Az egyes igénybevételi kategóriákba az e-UT 05.02.11 szerinti, eltérő teljesítményű, az igénybevételi kategóriának megfelelő; (N), (F), illetve (mF) és (mI) jelzetű aszfaltkeverékeket kell építeni az 1. táblázat szerint

Forgalmi terhelési osztály							
A alatt	A	B	C	D	E	K	R
Igénybevételi kategória							
könnyű (P)	normál (N)		fokozott (F)			intenzív (I)	
Aszfaltkeverék jelzése							
(N)			(F) vagy (mF)			(mI)	

Az útszerkezet felépítése



jelmagyarázat:

szinte minden aszfaltburkolatú útszerkezetben meglévő szerkezeti rész egyes aszfaltburkolatú útszerkezetekben hiányozhat

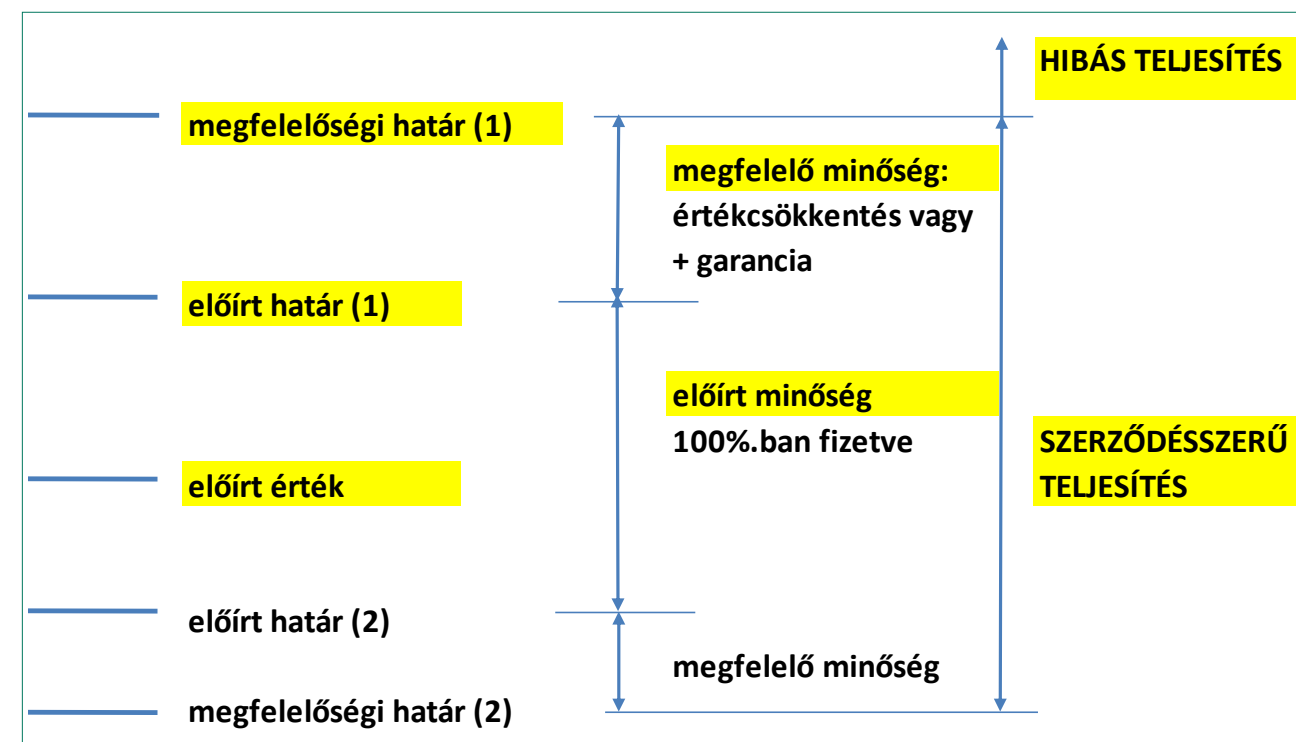
Megjegyzések: 1) a burkolatalap rétegei lehetnek: kötőanyag nélküli, hidraulikus kötőanyaggal stabilizált, továbbá rugalmas kötőanyaggal stabilizált rétegek

Meleg eljárásos AC típusú aszfaltokat burkolatalapként nem építünk!

2) a földműalap legalább egy rétegből áll

3) amennyiben egyfajta rétegből (pl. kötőréteg, burkolatalap-réteg) több van jelen, úgy a 2. rétegtől meg kell jeleníteni a sorszámnevet (pl. második kötőréteg)

Előírt érték + küszöbszintek



Fontos megjegyezni az új szerkezeti elnevezéseket, továbbá a megfelelő minőségű teljesítés (értékcsökkenés) szerző-

désszerű teljesítésnek minősülését, ami után az eddigiekkel ellentétben referencia igazolás jár.

Közúti beruházások általános szabályai

Típus szerinti besorolás:

- új építési munkák
- rekonstrukciós munkák
- felújítási munkák
- karbantartási munkák

} fejlesztési munkák

} fenntartási munkák

Minőségügy

Minőségügyi ellenőrzés rendszere:

- igazoló ellenőrzés (kivitelező)
- építetési ellenőrzés (országos közút: MK kontroll labor)
- eseti ellenőrzés (pl. NFM ellenőrzés)
- megerősítő ellenőrzés (ellentmondó eredmények esetén)
- behatároló ellenőrzés (javítás esetén lehetséges)

Minőségügyi ellenőrzés fajtái:

- minőségügyi ellenőrző geodéziai mérés
- minőségügyi ellenőrző laborvizsgálat (NAH által akkreditált labor) – helyszíni vizsgálat ill. laboratóriumi vizsgálat (helyszíni mintavétel után)

MMT: mintavételi és minőségigazolási terv

- minősítési jellemzők felsorolása (küszöbszintek, mérési/vizsgálati gyakoriság ill. módszer)

TU: technológiai utasítás

- az útépitési munka egy jól elhatárolt részének (jellemzően egy építményrésznek) építési vagy bontási folyamatának részletes leírása

MD: minőségigazolási dokumentáció

- a megvalósult útépitési munka minőségét igazoló dokumentumok összessége

Egyszerűsített minőségügyi ellenőrzés

- kritikusan úton lévő szerkezet elem+ hosszú technológiai igényű minőségügyi ellenőrzés esetén

ÜME-kban újfajta vizsgálati/átszámítási módszereket kell kidolgozni az előzőek figyelembe vételével.



2019 az üggyéve:
ünnepségsorozattal vonzza a fiatalokat
a 25 éves MAÚT

Családi napra és tudományos szimpóziumra is készül az ismét az új műszaki előírások kiadására fókuszáló szervezet.

Az egész szakma megmozgatására alakított ki struktúrát a Magyar Út- és Vasútügyi Társaság (MAÚT). Az idén 25 éves jubileumát ünneplő MAÚT a bizottságok kialakult

eljárásrendje mellett a történelmére, beágyazottságára, ismertségére is büszke.

Bár korántsem tekintjük befejezettnek a munkánkat, a szép évforduló alkalmából egy kicsit megállunk és ünnepe-
lünk. Öt kulcs esemény köré fűzzük fel az idei évet, melyek közül az elsőt február 9-én szombaton került sor: a MAÚT Bál idén visszatért a Budai várban található Hilton szállóba.

„Szerettük volna, ha a szokott patináját is túlszárnyalja az idei bál. Ide mindenkit meghívtunk a szakmából, s azt akartuk megmutatni a fiataloknak, hogy ez a szakma szmokingban, nagystélyiben is meg tud jelenni, nem kell szégyenkezniük, nem csak munkaruhában lehet minket látni. Az idén elértük a 300-as résztvevő számot.”

A központi rendezvényt a Vasúttörténeti Parkban tartjuk

A bál után következő esemény április 25-én egy partner-találkozó lesz a MAÚT-tal együttműködő legfontosabb szervezetekkel, majd május 17-én tartjuk az ünnepi közgyűlést, ahová minden tagot várunk. Az ünnepségsorozat legfontosabb eleme mégis a május 18-i Családi Nap lesz: erre a Vasúttörténeti Parkban kerül majd sor, ahol a teljes közlekedési szakma és családjaik is együtt ünnepelhetnek. Még különvonat is indul majd a rendezvényre a Nyugati pályaudvarról. „Itt a következő generációnak is meg tudjuk mutatni, hogy érdemes ide jönni dolgozni, van jövőnk.”

Végül, de nem utolsósorban szeptember 17–18. között rendezzük a MAÚT 25 Tudományos Szimpóziumot, részben a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) Út- és Vasútépitési Tanszékének javaslatára. A szakmai bizottság vezetője Balázs György professzor a BME-ről, de számos nemzetközi előadót is meghívtunk. Nem csupán a megszokott témákkal készülünk: mély tudományos alapokra épülő előadásokat szorgalmazunk, melyekből feltétlenül kiderül, hogy ha az adott kutatási eredményt nem alkalmazzák, akkor mennyivel drágul egy projekt vagy az adott termék. Ennek nagyon fontos része a környezeti terhelés csökkentése is, ami néha nehezen számszerűsíthető, de ettől még nem elhanyagolható.

A szimpóziumon tehát a kutatás és a gyakorlat (a műszaki előírások) közti kapcsolatot szeretnénk ápolni. A rendezvények szervezésébe állami és magánforrásokat is tervezünk bevonni, s a Közlekedéstudományi Egyesülettel és a Magyar Mérnöki Kamarával is együttműködünk.

Záró gondolat

„A világ, amit teremtettünk a gondolkodásunk eredménye; nem lehet megváltoztatni gondolkodásunk megváltoztatása nélkül.” (Albert Einstein)

A cikkben leírt előadás a Magyar Aszfaltipari Egyesülés (HAPA) XX. Nemzetközi Konferenciáján, Siófokon hangzott el.



Innovációs projekt lehetőségek és a szabályozás helyzete

Szerencsi Gábor



Közúti szolgáltató igazgató,
Magyar Közút NZrt.

Az üggyi 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, gazdasági fejlődését alapozhatja meg.

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 személyi hatálya Magyarország területén a természetes személyekre, jogi személyekre és jogi személyiséggel nem rendelkező szervezetekre, valamint Magyarország területén kívül a magyar állampolgárokat 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

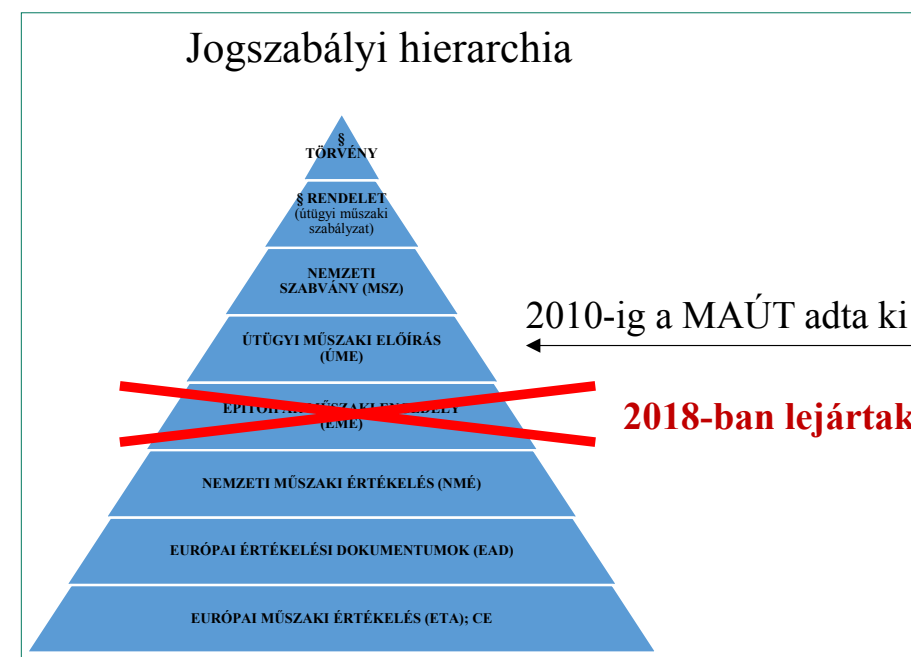
vagy azok eredményére vonatkozik, és általános és ismételt alkalmazható szabványokat, útmutatókat vagy jellemzőket tartalmaz. A nemzeti szabvány olyan szabvány, amelyet a nemzeti szabványügyi szervezet alkotott meg, vagy fogadott el, és tett a nyilvánosság számára hozzáférhetővé. A nemzetközi és az európai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

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

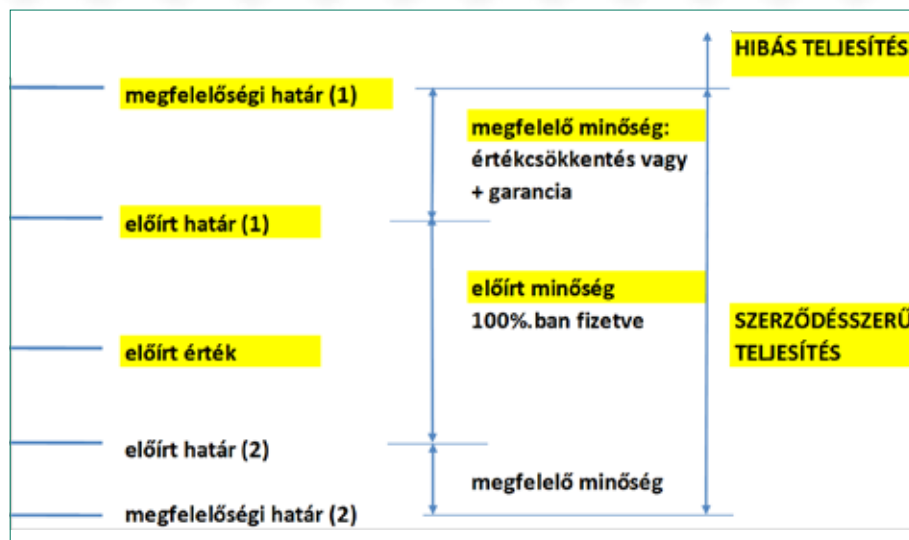
A műszaki szabályzatok az üggyi szabványosítás speciális elemei, mert törvények és rendeletek mellékleteit képezik, de a jogszabályi rendszerben azoknál alacsonyabb szintű jogszabályok.

Korábban a műszaki előírások alkalmazása az országos közutak kezelői számára kötelező érvényű, a helyi közutakra és a közforgalom elől el nem zárt magánutakra pedig ajánlásul szolgált. Azonban több olyan forrásgazda is létezik, ill. ma is létezik, ahol a kezelőtől függetlenül az üggyi műszaki előírások alkalmazása vagy a kiírásban vagy a szerződésben rögzített. Az előírások a szabványoknál részletesebben tárgyalják a tervezési, fenntartási és üzemeltetési feladatokat, követelményeket, ezért a szabványok nemzeti alkalmazási dokumentumainak is tekinthetők.

2012-ben az új Alaptörvény előírása és értelmezése következtében új szemlélet alakult ki, kötelezően alkalmazandó magatartásformát csak jogszabályban lehet megalkotni.



1. sz. ábra: A műszaki szabályozás hierarchiája



2. sz. ábra: Szerződészerű teljesítés



3. sz. ábra: Mi történt az elmúlt években 2016.



4. sz. ábra: Mi történt az elmúlt években 2017-2018.

Megkérdőjeleződött az útiügyi műszaki előírások rendszerének jogszabályossága. Készültek új anyagok, de azok nem kerültek kiadásra, így 2010. évet követően a szabályozási folyamat lelassult, majd 2012. évet követően 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 jogszabályos elvégzését akadályozta az elavult műszaki szabályozás.

2016. májusában az NFM megbízásából a Magyar Közút NZrt-t látja el a koordinátori feladatokat, a műszaki szabályozási rendszer felülvizsgálatát, új elemeinek az elkészítését. A betervezett jogszabályok közül 2017. évben mindössze a 36/2017. (IX.18) a meghatározott össztömeget, tengelyterhelést, tengelycsoport-terhelést és méretet meghaladó járművek közlekedéséről NFM rendelet jelent meg.

A műszaki szabályozás aktuális feladata, hogy biztosítsa 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.

Az említett jogszabályokban az egységes szemlélet kialakítása volt a cél. Alapvetően a 2016. évet követő jogszabályok és műszaki előírások esetében, hogy az országos közúthálózat mellett az önkormányzati utakra, sőt a forgalom elől el nem zárt magánutakra is alkalmazni kell az előzőekben említett jogszabályokat és műszaki előírásokat.

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

A 1183/2017. (IV. 10.) Korm. határozat, mely az Útiügyi Műszaki Szabályozási Bizottságról rendelkezett, melyben létrehozta az Útiügyi Műszaki Szabályozási Bizottságot, kijelölte a jelölő szervezeteket. Ezen határozatot a **Az Útiügyi Műszaki Szabályozási Bizottságról szóló 2/2019. (I. 9.) ITM rendelet annulálta.**

A 16/2017. (V. 25.) NFM rendelet az útiügyi műszaki előírások kidolgozására, kiadására és közzétételére vonatkozó szabályokról rendelkezik.

Érdemi változás, hogy korábban a műszaki előírások tartalma ingyenesen nem volt megismerhető, csak egy teljes rendszerre vonatkozó licenz megvásárlásával és évente kétszeri megújításával lehet a naprakész szabályozás egészét követni. A Magyar Közút NZrt., mint koordináló szervezet jogszabályi kötelezettségének eleget téve honlapján láthatóvá tette mind a régi, mind pedig az új műszaki előírásokat pdf formátumban. Ez minden érdeklődő számára elérhetővé teszi az aktuális műszaki szabályozási dokumentumokat, mely nagymértékben segítheti a napi munkavégzést a tervezéstől a kivitelezésig. Emellett a műszaki eltérésekről hozott ÚB határozatok is láthatóak az MK honlapján.

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 nyújtnak 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.

Az elmúlt évek szabályozási hiányossága miatt sok feladat és munka vár a szakemberekre, intenzív műszaki szabályozási időszak következik.

2018. évben beérkezett 122 db kérelem, melyből 404 db műszaki eltérést vizsgált meg a Bizottság.

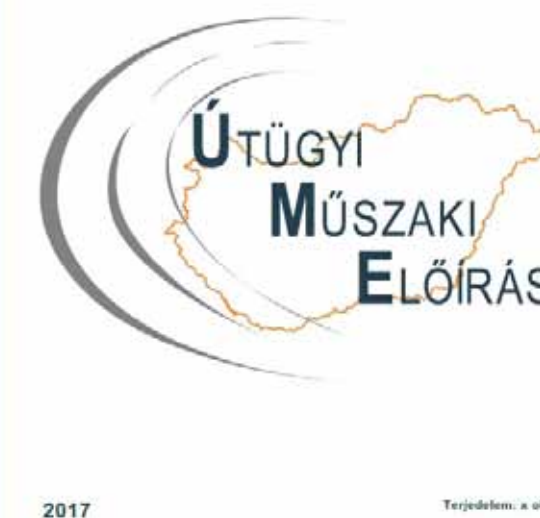
2019. évben eddig beérkezett 46 db kérelem, melyből 141 db műszaki eltérést vizsgált meg a Bizottság. 45 db határozat került elfogadásra, 4 db eltérés került elutasításra, illetve 10 db egyéb határozat született.

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

A K+F+I tevékenység újraszabályozása erős állami részvétel

e-UT 03.01.11:2017

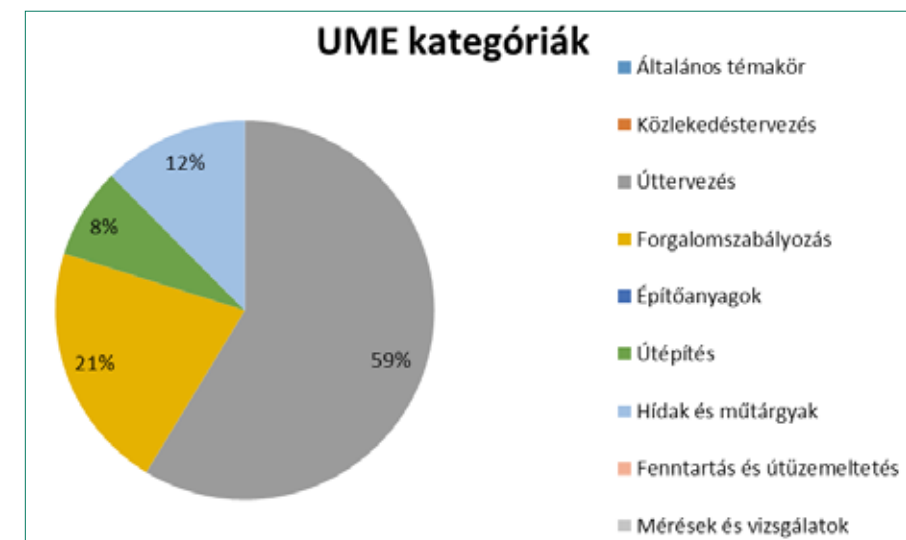
KÖZUTAK TERVEZÉSE



5. sz. ábra: Új egységes szerkezetű műszaki előírások formája

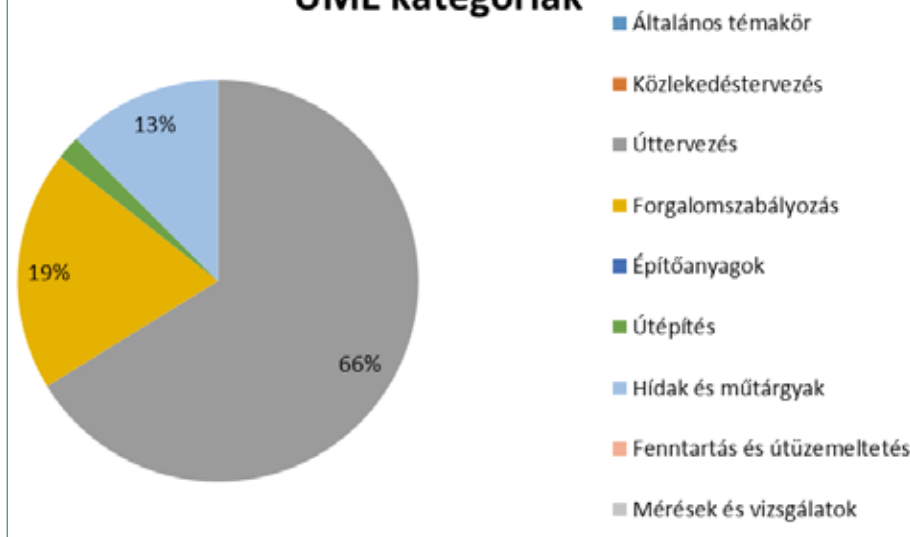
mellett lehetséges. Kiszámítható struktúra, állami források, pályázati rendszer kialakítása és újragondolása szükséges. Kompetens szervezet, automatizmus, monitoring, melyben biztosítani szükséges az anyagi források hatékony felhasználását.

Az útiügyi szektor teljesítménye, a beruházások volume-ne az utóbbi években és az elkövetkező években vonatkozóan jelentősen megemelkedtek. Ezzel párhuzamosan célszerű a K+F+I tevékenység és a műszaki szabályozás együttes



6. sz. ábra: Műszaki eltérések alakulása 2018. évben

UME kategóriák

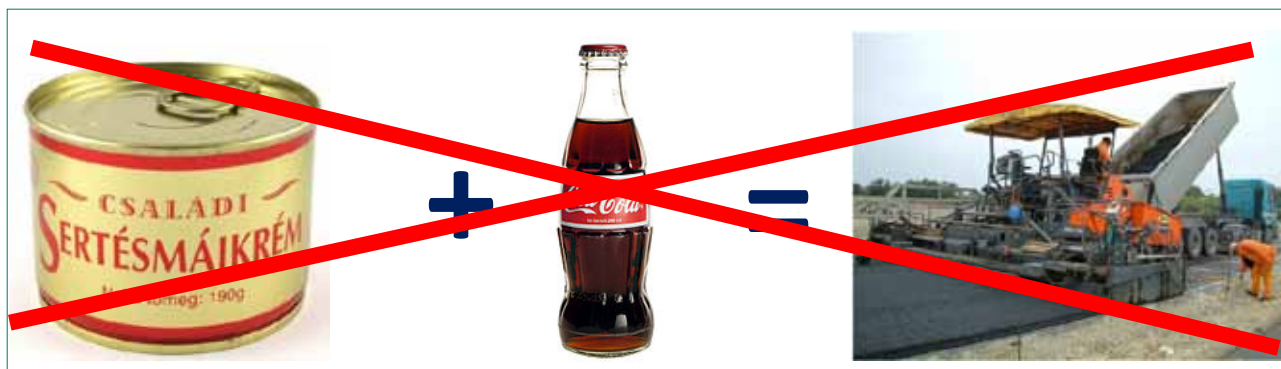


7. sz. ábra: Műszaki eltérések alakulása 2019. évben

rendszerét kialakítani, az állami források hozzá rendeltével működőképes, ill. hatékony rendszert létrehozni. Ennek egyik célja volt a jogszabály előkészítése. Sajnos a 2018. évben elkészített jogszabály még nem jelent meg. A másik ma már működő eleme az MK NZrt. kísérleti építés pályázati rendszere. Társaságunk a Támogatási Szerződés terhére (NFM elrendelés alapján) ötleteket, javaslatokat fogad be.

natkozóan. A sikeres zárást követően a Vállalkozó számára megnyílna a piac, esetlegesen a műszaki előírást is lehet módosítani, valamint könnyebbé válhat az NMÉ (Nemzeti Műszaki Értékelés) megszerzése.

A jogszabályi környezet kialakítása, annak magas színvonalon történő működtetése állami feladat, míg az ötletek, javaslatok megfogalmazása a piaci szereplők érdeke és feladata.



A kísérleti útépitések célja megteremteni:

1. új anyagok, technológiák, eljárások,
2. gyakorlati kipróbálásának lehetőségét, rendezett kerek között, monitoring időszakkal követve.

2018. évben 38 db projektjavaslat érkezett, ebből 15 db projektet támogatott Társaságunk, melyet úgy ítélt meg, hogy a szakma számára előnyös lehet az elkövetkező évtizedben. A maximális támogatási összeg felső határa 50 Mft. A műszaki átadást követően 1-5 év monitoring időszak következik, mely kellő időtartam arra vonatkozóan, hogy tárgyilagos véleményt lehessen alkotni a beadott anyag, technológia használhatóságára, tartósságára vonatkozóan.

Aszfaltkeverék tervezési esettanulmány

Karoliny Márton



nyugdíjas igazgató HTPA

1. A probléma

Néhány éve, fontos szakmai eseményen egy jelentős hazai megrendelő szervezet képviselője – egyebek között – bemutatta, hogy 2005–2012 között az autópálya kopórétegek tervezett és megvalósult kötőanyagtartalma hogyan csökkent, ez tanulmányozható az 1. ábrán.

Azt, hogy az aszfalt tulajdonságainak nagyon jelentős részét meghatározza a kötőanyag mennyiség, mindenki tudja (legalább is remélem).

Azt, hogy ezek után nagyon fontos útszakaszokon monoton csökken a kopóréteg (SMA – 11) előírt és mért kötőanyagtartalma, nem lehet az aktuális szabályozásnak felróni, itt a teljes környezet (pl. kiírások műszaki részei) a résztvevők (pl. tervezők, „mérnök”) egymásra hatása eredményez valami rosszat, ami az utakon is látható.

Ezt a rossz helyzetet **rendszerhibaként** lehet értelmezni. Hogyan lehet ezt a hibát kikerülni, erről szól ez az írás.

2. Az aszfaltkeverék tulajdonságaira vonatkozó előírások

Mindenekelőtt nem felejtendő el, hogy az aszfaltra vonatkozó előírás egy konkrét feladat esetében **a megrendelő igényével kell, hogy azonos legyen**, ugyanúgy, mint bármely más termék esetében.

Járjuk körül kicsit az előírások kérdését.

2.1. Hol a helye az előírásnak?

Egy projekt esetében kell, hogy legyen egy olyan dokumentum, ahol az „építési termék”-től elvárt képességek, tulajdonságok rögzítve vannak.

Ezzel kapcsolatban jogszabály ad határozott iránymutatást:

„...a tervező az építészeti-műszaki dokumentációban a 4. § (1) bekezdésében felsoroltak szerint állapítja meg a beépítendő építési termékek alapvető jellemzői tekintetében azok elvárt teljesítményét (275/2013. (VII. 16.) Korm. rendelet)”

Csak, hogy teljesen világos legyen, a követelményeket a tervben kell rögzíteni, ez, egyebek mellett a követelmény meghatározásának időpontját is meghatározza, értelemszerűen legkésőbb a terv elkészítésének időpontjában.

2.2. Ki készíti el az előírást?

A jogszabályból következik, hogy a **tervező** és nyilvánvaló, hogy a megrendelő igényeit figyelembe kell venni.

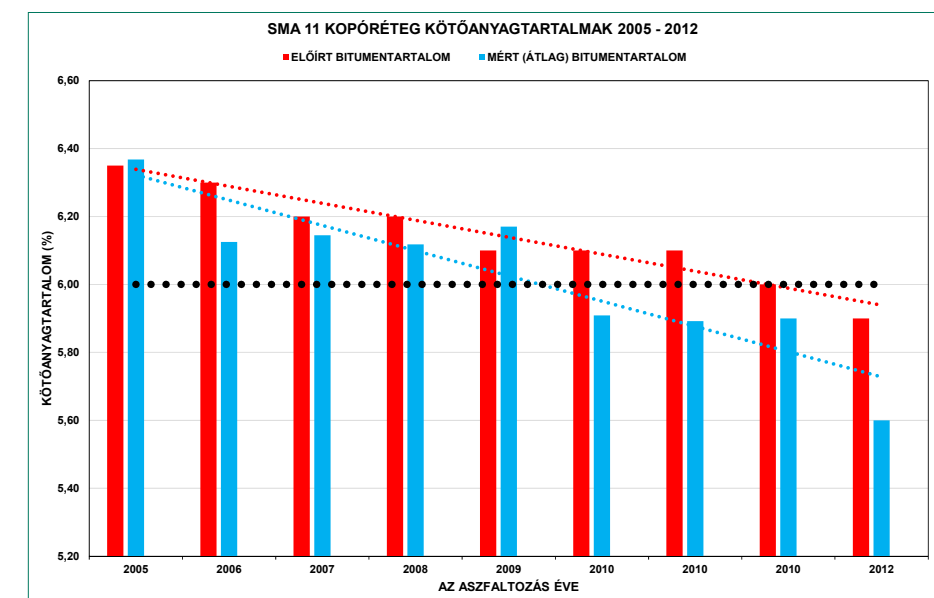
Itt persze lehet arról beszélni, hogy a tervezők „nem értenek hozzá” stb. stb., de lássuk be, hogy egy magas szintű (EU direktívából induló) jogszabály alkotója joggal feltételezi, hogy **a tervezőnek értenie kell a munkájához**.

2.3. Mi alapján készül az előírás?

Egy, még csak tervezet formájában létező jogszabály (Az innovációért és technológiáért felelős miniszter /2018. (...) ITM rendelete a közutak építésének szabályozásáról) részletesen és helyesen felsorolja azokat a szabályozásokat, amelyeket figyelembe kell venni.

Ebbe a körbe tartozik a konferencián is tárgyalt előírás is.

Ebben az aszfaltokra több, az elvárt „teljesítményt” számszerűen is tartalmazó követelmény szerepel, az esetek döntő részében **„legalább”**, illetve **„legfeljebb”** korlátozásokkal. Ebből számomra az következik, hogy a korlátoktól **eltér**



1. ábra



3.3. ...És az eredmények

Az ismertett keverékterv alapján a 2011. évben viszonylag jelentős hosszban készült új kopóréteg a meglévő eltávolítása után, itt most egy szakasz néhány tulajdonságát mutatom be.

Az igazsághoz tartozik, hogy voltak problémák (amelyeket a Megrendelő nagyon részletesen kivizsgáltatott) most elégedjünk meg azzal, hogy a keverék előírt és teljesített követelményeinek nincs köze a problémákhoz.

Az építés óta mintegy **36 millió egységjármű** haladt át a szakaszon 2018 őszéig, a továbbiakban két ábrán mutatom be az építés utáni és a 2018 éves IRI és keréknyom adatokat.

A két mérési halmaz eloszlását a percentilisek segítségével ábrázoltam. (6. ábra)

Tanulmányozva a felületi egyenletesség és a keréknyom alakulását, megállapítható, hogy az időszak végén tapasztalt értékek kielégítik az előírást, illetve láthatóan még „tartálékok” is vannak a képességekben. (7. ábra)

4. Értékelés

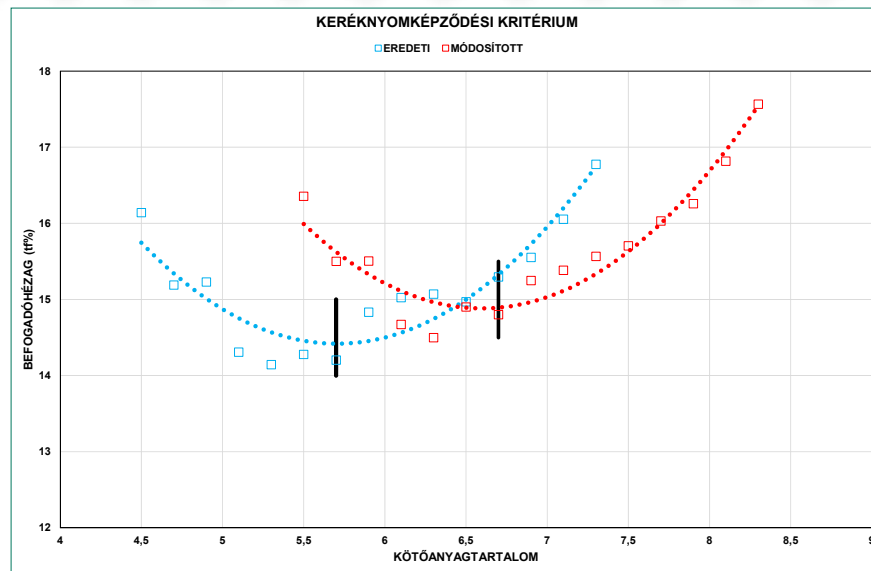
Látható, hogy az **átgondolt** követelménylista tulajdonképpen elég egyszerű gondolatmeneten alapszik és az eredmények nagymértékben **igazolták** azokat.

Nem látom lehetetlennek, hogy konkrét projektek, projektcsoportok esetében hasonló logikával a műszaki megfelelés és egyidejűleg a gazdasági szempontok is kielégíthetők legyenek.

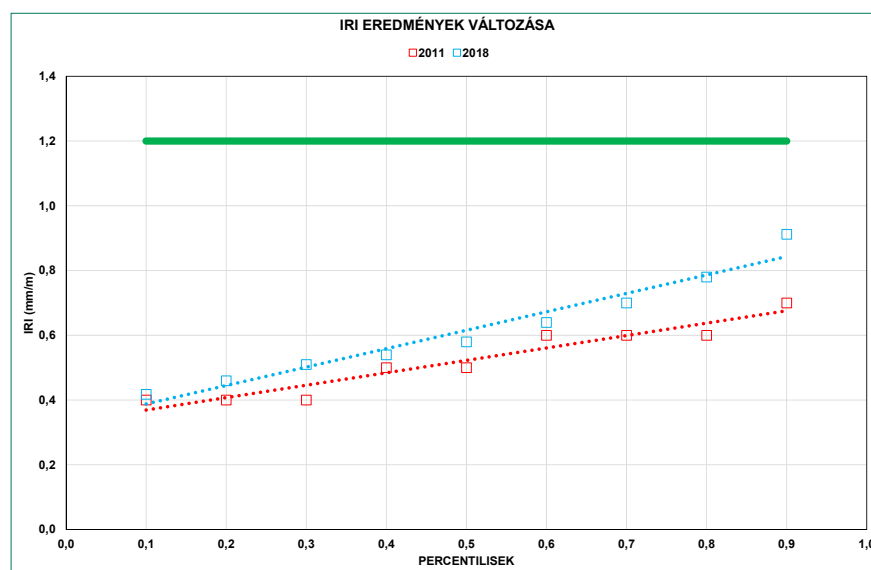
A leírt követelményeknek **költségkihatása** is van, ezért nyomatekös véleményem szerint ezeket a kiírásban már hangsúlyozottan szerepeltetni kell, mert az a vállalkozó számára fontos.

Ebből viszont az is következik, hogy a „technológia a vállalkozó dolga” kijelentés **helytelen**, bizony azt nagy részben determinálni kell, előre.

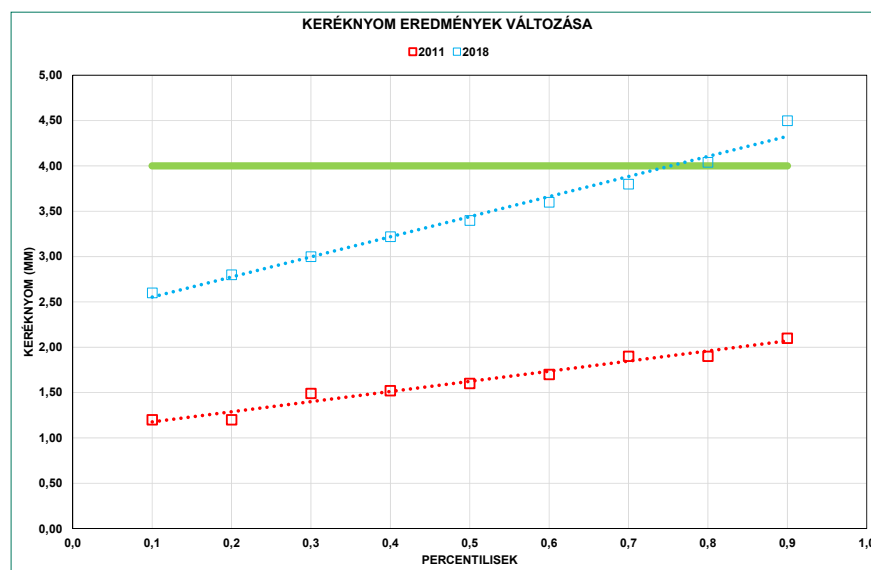
Ezáltal elkerülhető, megelőzhető a rendszerhibából eredő szakmai probléma.



5. ábra



6. ábra



7. ábra

Útpálya-szerkezeti aszfaltburkolatok keverékei és rétegei

Követelmények

Fülöp Pál



MAUT
Minőségügyi Bizottság vezető

Tartalom

Bevezetés:
Műszaki szabályozás, szabványok, előírások változásai
Korszerűsített UME-k az aszfalt gyártás és bedolgozás terén:
I. Útpálya-szerkezeti aszfaltburkolatok keverékeinek követelményei
e-UT 05.02.11:2018
II. Útpálya-szerkezetek aszfaltburkolati rétegeinek követelményei
(Építési feltételek és minőségi követelmények) e-UT 06.03.21:2018
Függelék: Útfelújításokhoz alkalmazott keverékek és rétegek

Műszaki szabályozás, szabványosítás

Előzmények

2006 évvégén jelent meg keretelőírásként először az aszfaltkeverékekre vonatkozó EN 13108 termékszabvány-sorozat. A MAUT „Aszfaltutak” szakbizottsága ezeknek való megfeleltetéssel az aszfalt-keverékekre nemzeti mellékleteket készített, amely 2008-ban került kiadásra. Ezzel összhangban a rétegekre vonatkozó UME is átdolgozásra került.

2008.-ban készített aszfaltos előírásunknak, 2010 évi korszerűsített, hatályos változata akkor még jól illeszkedett az európai országok szabályzásaihoz. Megjelent az Európa tanács 305/2011. sz. rendelete, amely előrevetítette a szabványok átdolgozásának szükségességét.

CEN az EN 13108 korszerűsítési munkáit folyamatosan végezte, az új szabvány-sorozat 2016-ban hatályba lépett. Az „aszfaltos munkabizottság” azonban felkérés hiányában is megkezdte a munkáját 2015-ben, és hozzáfogott az

előírások átdolgozásához, mivel az osztrák, a német és a francia előírásokon is folyamatosan dolgoztak az illetékes bizottságok.

Változás történt a műszaki szabályozásban:

1183/2017. (IV. 10.) Korm. határozat, mely az Ütgyi Műszaki Szabályozási Bizottságról rendelkezik.

16/2017. (V. 25.) NFM rendelet az útgyi műszaki előírások kidolgozására, kiadására

Új változatban megjelent termék szabványok 2016-ban:

MSZ EN 13108-1 Aszfaltkeverékek. Anyagelőírások 1. rész: Aszfaltbetonok

MSZ EN 13108-2 Aszfaltkeverékek. Anyagelőírások 2. rész: Aszfaltbeton nagyon vékony rétegekhez.

MSZ EN 13108-3 Aszfaltkeverékek. Anyagelőírások 3. rész: Lágyszfalt

MSZ EN 13108-4 Aszfaltkeverékek. Anyagelőírások 4. rész: Érdesített homokaszfalt

MSZ EN 13108-5 Aszfaltkeverékek. Anyagelőírások 5. rész: Zúzalékváz masztix-aszfalt

MSZ EN 13108-6 Aszfaltkeverékek. Anyagelőírások 6. rész: Öntöttaszfalt

MSZ EN 13108-7 Aszfaltkeverékek. Anyagelőírások 7. rész: Porózus aszfalt

Támogató szabványok

Vizsgálati szabványok MSZ EN 12697/1-56-ig részben változtak

MSZ EN 13108-21:2016 Üzemi gyártásellenőrzés

MSZ EN 13108-20:2016 Típusvizsgálat

I. Útpálya-szerkezeti aszfaltburkolatok keverékeinek követelményei (e-UT 05.02.11:2018)

Lényeges változások

Az aszfaltbetonokra, a vékony rétegben építhető aszfaltbetonokra, a zúzalékváz masztixaszfaltokra és az öntöttaszfaltokra vonatkozó követelmények a korábbi négy külön előírás helyett egy (közös) előírásban került kiadásra.

Az aszfaltbetonokat szabályozó (új) EN 13108-1:2016 megszüntette az un. fundamentális, illetve az empirikus tervezési módszer megkülönböztetését, ezért:

- szemmegoszlási követelményként a 0,00–2,0 mm közötti, valamint a 2,0–D_{max} közötti tartományban közbenső méretként felvehetők újabb határpontok.

- az egyes AC aszfalttípusokra eddig előírt B_{min} = 3,0 tömeg % értékét már lehetett növelni, a keverék szabad

hézagtartalmakat maximalizálni lehetett. (A 2. táblázat a kötő jellegű aszfaltokra vonatkozóan mutatja be a változtatásokat.)

Új aszfalttípusokkal bővült a választék

Bevezetésre került: AC 16 alapkopó, AC 16 kötő (mI), AC 22 kötő (mI) SMA 8 (mI) és SMA 11 (mI)

A bitumen típusa és fokozata	A hengereltaszfalt-keverék gyártási hőmérséklete, legfeljebb, °C
Útépítési bitumenek: B 70/100, B 50/70	180
B 35/50	190
Gumival modifikált bitumen (GmB 45/80-55)	
Polimerrel modifikált bitumenek	A modifikált bitumen gyártója által megadott hőmérsékleti határig. Annak hiánya esetén 190°C.
Modifikálószer használata esetén	NMÉ, ETA szerint

1. táblázat – A hengereltaszfaltok gyártása során megengedett legnagyobb gyártási hőmérsékletek

Megnevezés	AC 11 kötő	AC 16 kötő		AC 22 kötő			Vizsgálati módszer
	(N)*	(F), (mF)	(mI)**	(N)	(F), (mF)	(mI)**	
Kőanyagkeverék							
Szítaméret, mm	Szemmegoszlás, átesett rész, tömeg%						MSZ EN 933-1 MSZ EN 12 697-2
31,5				100		100	
22,4		100		90–100		90–100	
16,0	100	90–100		–		–	
11,2	90–100	–		50–80		50–75	
8,0	–	42–67		–		–	
5,6	50–75	35–60		30–55		28–53	
2,0	30–50	18–40		20–40		15–40	
1,0	15–40	10–30		15–33		9–30	
0,063	6–10	4–9		4–8		4–8	
A kőanyagkeverékben							
• a mészköliszt ¹ mennyisége, tömeg%, legalább	5	4					
• a finomszemtartományban a zútotthomok aránya, tömeg%, legalább	60	100		60	100		
• a 2,00 mm feletti részben a zúzott termékek aránya, tömeg%, legalább	60	100		60	100		
Kötőanyag							
• útépítési bitumen	50/70	–	50/70 35/50	50/70	–		
• gumival modifikált bitumen	–	45/80–55	–	45/80–55	–		
• polimerrel modifikált bitumen	–	45/80–65 25/55–65	10/40–65 25/55–65	– 25/55–65	45/80–65 25/55–65	10/40–65 25/55–65	
• útépítési bitumen + modifikálószer	–	NMÉ vagy ETA alapján		–	NMÉ vagy ETA alapján		
Aszfaltkeverék követelményei							
Kötőanyag-tartalom, tömeg%, legalább	4,5	4,2		4,0		MSZ EN 12 697-1 vagy MSZ EN 12 697-39	
Hézagtartalom, V, térfogat% • legalább	3,0					MSZ EN 13 108-20 C.1.2, 2×50 ütés	
• legfeljebb	4,5	5,0					
Vízérzékenység, ITS _R , %, legalább	80	80 85 ³	85	80	80 85 ³	85	
Maradó alakváltozási ellenállás, PRD _{AIR} ² , %, legfeljebb	–	7,0 5,0 ³	4,0	–	7,0 5,0 ³	3,0	
Merevség, S, MPa, legalább	–	NR, megadandó	7000	–	NR, megadandó	7000	
Fáradás ⁴ , ε _σ , mikrostrain ⁴ , legalább	–	NR, megadandó	115	–	NR, megadandó 130	115	
			130			4PB-PR: 20°C, 30 Hz	

2. táblázat – Kötő jelzetű aszfaltbeton-keveréktípusok követelményei

Megszűntek: AC 16 kötő (mNM), az AC 22 kötő (NM) és az AC 22 kötő (mNM) keverékek.

Mérsékelten meleg aszfaltok, illetve a mérsékelten forró aszfaltok fogalma, szabályozása bevezetésre került.

Keverék tervezés segítéséhez, mellékletben határgörbék kerültek megadásra.

1. Aszfaltkeverékek gyártásához felhasználható alapanyagok

Kötőanyagként az e-UT 05.01.26 szerinti:

útépítési bitumenek közül a 70/100, a 50/70, a 35/50 és a 20/30 fokozatok, kemény útépítési bitumen 10/20 fokozata, PmB jelű polimerrel modifikált bitumenek közül a 45/80-65, 25/55-65 és 10/40-65 fokozatok

GmB jelű gumival modifikált bitumen 45/80-55 fokozata

Töltőanyagként:

az e-UT 05.01.13. útügyi műszaki előírás szerinti mészköliszt és a keverőgép által elszívott – legfeljebb a képződés arányában visszaadagolt – saját töltőanyag (exhausztor

Finomszemcsés kőanyagként:

(F), (mF) és (mI) jelzetű kopórétegbe épített aszfaltkeverék-típusok esetében KZ 0/2 NZ 0/2* KZ 0/4 és NZ 0/4 termékek használata megengedett. (* NZ 0/2 csak üledékes közetből)

Durvaszemcsés kőanyagként:

Durvaszemcsés kőanyagként természetes településű homokos kavicsok, osztályozott kavicsok és murvák, továbbá zúzott kőanyagok használhatók fel.

A fokozott (F) és az intenzív (I) igénybevételi kategóriába tartozó utak kopórétegeinek gyártásához használt termékek **4 mm feletti része** esetében a polírozódási ellenállás követelménye **PSV 50** , normál (N) igénybevételi kategóriában (B) forgalmi terhelésű utak kopórétegeihez használt zúzottkő termékek 4 mm feletti része esetében **PSV 44**.

a működés megfelelőségi szintjét /OCL/ vagy a szabvány A.3.2 fejezet „egyedi mérési eredmények módszere”, vagy pedig az A.3.3 fejezet „négy eredmény középértékének módszere” szerint kell meghatározni és mindkét esetben meg kell felelni az A.5 fejezet előírásainak is. Egy keverőtelepen egy időben csak az egyik rendszer működhet.

Az aktuális OCL táblázat kiértékelése mellett aszfalttípusonként, 600 tonnánként meg kell határozni az aszfaltkeverék hézagtartalmát is az MSZ EN 12697-8 szerint. A vizsgálati eredmények értékeinek megengedett egyedi eltérése a gyártással validált előírt értéktől:

Finomszemcsés (D < 16 mm) keverékek esetében legfeljebb ± 1,8 V %,

Durvaszemcsés (D ≥ 16 mm) keverékek esetében legfeljebb ± 2,3 V %

Visszanyert aszfalt, aszfaltbeton keverékhez történő visszazaadagolása:

legfeljebb **10 tömeg%** mennyiségig ezen előírás szerinti valamennyi aszfaltbeton keveréktípus gyártásához,

10 tömeg% adagolási mennyiséget meghaladóan legfeljebb **20 tömeg%** mennyiségig az ezen előírás szerinti (N) és (F) jelű valamennyi kötőréteg és aszfalt alapréteg aszfalttípusok gyártásához,

20 tömeg%-ot meghaladó mennyiségben is adagolható visszanyert aszfalt (N) jelű aszfalt alapréteg keveréktípusok gyártásához.

e-UT05.02.11:2018 szerint előírt jellemzők (az MSZ EN 13 108-1:2016 szabvány alapján)		Típusvizsgálat szerint előírt érték	Teljesítmény	Vizsgálati módszer
Szem-megoszlás, átesett rész, tömeg%	D	96	96 -9+5	MSZ EN 12 697-2
	D/2 vagy jellemző durva szita: 11,2 (választott méret)	58	58 ±9	
	2,0	25	25 ±7	
	jellemző finom szita: 1,0 (választott méret)	18	18 ±5	
	0,063	7,1	7,1 ±3	
Kötőanyag-tartalom, S, tömeg%		4,0	4,0 ±0,6	MSZ EN 12 697-1 MSZ EN 12 697-39
Szabadhézag-tartalom, V, %		4,8	4,8 ±2,3	MSZ EN 13 108-20 C.1.2, 2×50 ütés
Vízérzékenység, ITS _R , %		91,7	≥85	MSZ EN 12 697-12, 2×35 ütés, 15 °C
Maradó alakváltozási ellenállás, PRD _{AIR} ² %		2,8	≤3	MSZ EN 12 697-33 MSZ EN 12 697-22 kiskerekű, „B” módszer levegőn, 60 °C
Merevség, S, MPa		8871	≥7000	MSZ EN 12 697-26 IT-CY, 20 °C, 124 μs
Fáradási ellenállás, ε _σ , microstrain		138	≥115	MSZ EN 12 697-24 2PB-TR: 10 °C, 25 Hz
Az aszfaltkeverék gyártási hőmérséklete, legfeljebb, °C		A modifikált bitumen gyártója által megadott hőmérsékleti határig. Annak hiánya esetén 190°C.	≤190 °C	
Az aszfaltkeverék beépíthetőségének alsó hőmérsékleti határa az e-UT 06.03.21 szerint		meleg eljárással: 160 °C mérsékelten meleg eljárással: 135 °C		

Mintapélda a teljesítménynyilatkozat formátumára

3. A teljesítmény állandóság értékelése és igazolása (AVCP)

A 305/2011/EU rendelet és a 275/2013. (VII. 16.) kormányrendelet szerinti 2+ teljesítmény állandóságának értékelési és ellenőrzési rendszerét működtetni kell, hogy a teljesítmény állandóság értékelése és igazolása az MSZ EN 13 108 szabványsorozatnak megfelelően történjen.

Típusvizsgálat MSZ EN 13108-20

A teljesítményállandóság értékelési folyamat részeként szükséges, hogy a gyártó bizonyítsa, hogy minden egyes keverék műszaki jellemzői kielégítik a vonatkozó követelményeket. Az tartalmazza azokat az eljárásokat, amelyeket ennek eléréséhez alkalmazni kell.

Üzemi gyártásellenőrzés MSZ EN 13108-21

Az alapanyagok ellenőrzését a velük szemben támasztott követelmények teljesítésének biztosítására kell végezni. A szabvány részletes szakaszai előírják, a gyakoriságokat.

A gyártásközi vizsgálati gyakoriság alkalmazott szintjéről (X, Y, Z) a gyártónak nyilatkoznia kell. Megrendelői (építető, beruházó, fővállalkozó stb.) kérésre az üzemi gyártás-ellenőrzés részletes eredményeit a gyártónak be kell mutatnia, azonban a gyártás felülvizsgálatára csak a tanúsító szervezet jogosult.

II. Útpálya-szerkezetek aszfaltburkolati rétegeinek követelményei (Építési feltételek és minőségi követelmények e-UT 06.03.21:2018)

Változások az aszfaltrétegekre vonatkozó előírásban:

- a fogalmak pontosításra kerültek, összhangban a KÉSZ rendelettervezet előírásaival,
- a terítési-, beépítési hőmérsékleti tartományok a normál, mind a „mérsékelt meleg” eljárásra pontosításra került,
- több jellemző (vastagság, hézagtartalom) követelménye szigorodott,
- újabb követelmények (réteg-tapadás, csúszásellenállás, tömörség),
- a minőség igazolás és az elszámolás rendje pontosabbá, szabályozottá vált,
- a fogadófelület előkészítésének feltételei szigorodtak, pl. a ragasztó emulzió mennyiségének előírása,
- útfelújítások aszfaltrétegeire vonatkozó követelmények függelékben kerültek szabályozásra.

4. Szakkifejezések és meghatározásuk (fogalmak)

Előírt keverési összetétel (input target composition)

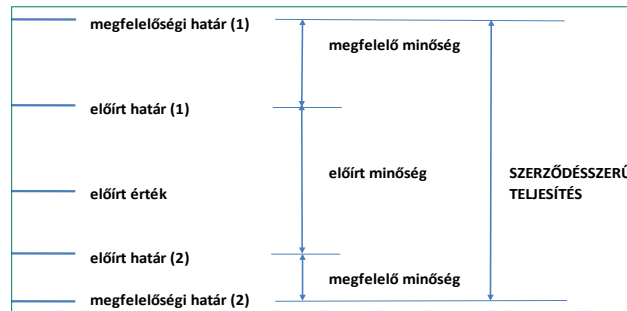
Az alapanyagok, a szemmegoszlási görbe és a keverékhez adott bitumen százalékarányainak megadása a laboratóriumi keveréktervezés validálása alapján. Ez a gyártásra javasolt összetétel.

Megvalósult előírt összetétel (output target composition)

Az MSZ EN 13 108-20 szerinti típusvizsgálat előírt keve-

rési összetétele szerint legfeljebb az első három nap gyártásából vett minták vizsgálata és validálása (érvényesítése) alapján a gyártó által szolgáltatott, a gyártott aszfaltkeverék összetételének előírt értékeit tartalmazó dokumentáció. A megvalósult előírt összetétel egyben a teljesítményigazolás alapdokumentuma.

Küszöbszintek és minőségek



Előírt határ

Valamely minősítési jellemző – a kor műszaki színvonalának megfelelő – gyártási és beépítési technológiája vagy mérési és vizsgálati bizonytalansága alapján elfogadott, megengedett küszöbszintje.

Megfelelőségi határ

Valamely építési minősítési jellemző olyan, az előírt határnál nem kedvezőbb küszöbszintje, amely a rendeltetés-szerű használatot még nem korlátozza.

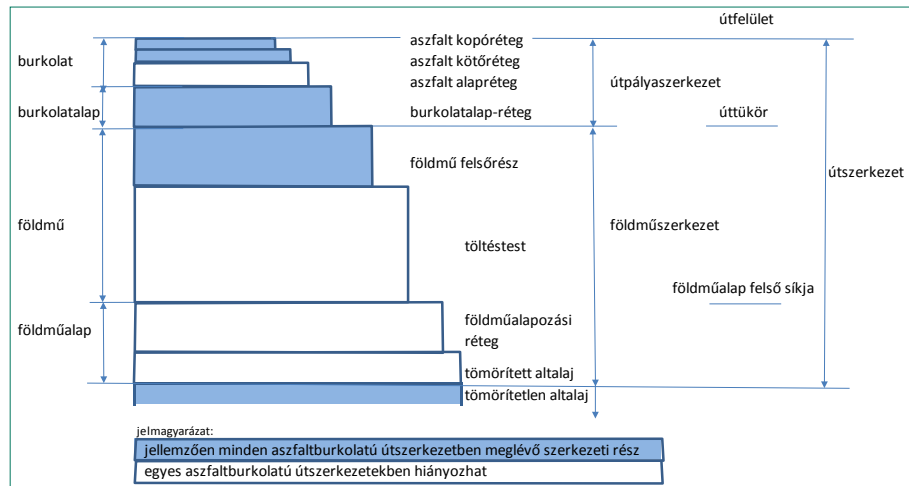
Értékcsoökkentési levonás

Az előírt határtól kedvezőtlenebb, de a megfelelőségi határtól nem kedvezőtlenebb teljesítés esetében alkalmazott, forintban kifejezett pénzügyi levonás.

Értékcsoökkentési tényező

Az előírt határ és a megfelelőségi határ közötti tartományban a minősítési jellemző szintjétől függő, az értékcsökkentési levonás nagyságát meghatározó tényező.

Az útpálya-szerkezet, útszerkezetben belüli elhelyezkedése és az útszerkezeti részek elnevezése



Minőségügyi ellenőrzés (vizsgálatok, mérések)

Az építető az útépítési munkáknál minőségügyi ellenőrző geodéziai méréseket és minőségügyi ellenőrző laborvizsgálatokat köteles végezni, végeztetni.

A minőségügyi ellenőrzés rendszere magába foglalja a következő geodéziai méréseket és laborvizsgálatokat:

a) igazoló geodéziai mérések és laborvizsgálatok (a továbbiakban igazoló ellenőrzés),

b) ellenőrző geodéziai mérések és laborvizsgálatok (a továbbiakban építetői ellenőrzés),

c) eseti geodéziai mérések és laborvizsgálatok (a továbbiakban: eseti ellenőrzés),

d) megerősítő ellenőrzés az építetői ellenőrzéseket vagy az eseti ellenőrzéseket felülvizsgáló, valamint a javítani szükséges építményrészek vagy építési alapanyagok mennyiségének csökkentése érdekében elvégzett geodéziai mérések és laborvizsgálatok

e) behatároló ellenőrzés a javítani szükséges építményrészek vagy építési alapanyagok mennyiségének csökkentése érdekében elvégzett geodéziai mérések és laborvizsgálatok.

5. Aszfaltrétegek tervezésének követelményei

Aszfaltburkolati rétegeként tervezhető, építhető aszfaltkeverék-típusok az igénybevételi kategóriák szerint:

I igénybevételi kategóriába tartozó utak, útszakaszok kopórétegeként **(mI) jelzetű zúzalékvázas masztixaszfaltkeverék-típusok**, kötő- és alaprétegeként is kizárólag **(mI) jelzetű aszfaltbeton** keveréktípusok építhetők,

F igénybevételi kategóriába tartozó utak, útszakaszok alap-, kötő- és kopórétegeként **(F)** vagy **(mF)** jelzetű keveréktípusok építhetők,

Forgalmi terhelési osztály							
A alatt	A	B	C	D	E	K	R
Igénybevételi kategória							
könnyű (P)	normál (N)		fokozott (F)			intenzív (I)	
Aszfaltkeverék jelzete							
(N)			(F) vagy (mF)			(mI)	

3. táblázat – Igénybevételi kategóriák

Az aszfalt típusa	Legkisebb	Legnagyobb
	vastagság, mm	
AC 16 alap (N)	45	80
AC 22 alap (N), AC 22 alap (F), AC 22 alap (mF)	70	120
AC 32 alap (N), AC 32 alap (F), AC 32 alap (mF)	90	140
AC 16 alap-kopó (N)	50	100
AC 11 kötő (N)	35	50
AC 16 kötő (F), AC 16 kötő (mF), AC 16 kötő (mI)	50	90
AC 22 kötő (N), AC 22 kötő (F), AC 22 kötő (mF), AC 22 kötő (mI)	70	120
AC 4 kopó (N)	20	30
AC 8 kopó (N), AC 8 kopó (F), AC 8 kopó (mF)	25	40
AC 11 kopó (N), AC 11 kopó (F), AC 11 kopó (mF)	35	55
AC 16 kopó (F), AC 16 kopó (mF)	50	70
BBTM 4 A (mF)	20	25
BBTM 8 A (mF), BBTM 8 B (mF)	20	30
BBTM 11 A (mF), BBTM 11 B (mF)	30	40
SMA 8 (mF), SMA 8 (mI)	25	40
SMA 11 (mF), SMA 11 (mI)	35	50
MA 4 (N)	20	30
MA 8 (N)		35
MA 11 (N), MA 11 (F), MA 11 (mF)	30	45

4. táblázat – Az aszfaltkeverék-típusok egy beépítési menetben való építésének vastagsági határ-értékei

N és P igénybevételi kategóriába tartozó utakra általában az **(N)** jelzetű aszfaltkeverék-típusok építhetők,

D forgalmi terhelés esetén kopórétegben, E forgalmi terhelés esetén kötő- és kopórétegben (mF) jelzetű aszfaltkeverékek használata javasolt.

Megjegyzés: bármely igénybevételi kategóriában lehetséges magasabb teljesítményű keverék beépítése.

Aszfaltburkolati rétegeként az egy beépítési menetben tervezhető/építhető aszfalttípusok legkisebb, illetve legnagyobb vastagságait a 4. táblázat tartalmazza. A táblázatban feltüntetett határértékek, illetve az ezen értékek között, 5 mm-es lépcsőkben a tervező által felvehető vastagságok közül megválasztott érték jelenti egyben a tervezett vastagságot, mint előírt értéket.

6. Aszfaltrétegek építésének feltételei

Az út-pálya-szerkezetek aszfaltburkolataként építendő aszfaltrétegeket a építető vagy képviselője által jóváhagyott kiviteli tervben, vagy ennek hiányában az ajánlati kiírásban előírt szélességgel, vastagsággal és keresztirányú eséssel kell kivitelezni. A Vállalkozónak az építés megkezdése előtt a szerződésben meghatározott időn belül a **beépítésre vonatkozó technológiai utasítást** kell bemutatnia a építetőnek.

A beépítésre vonatkozó technológiai utasításnak **azonosító adatokat** (a beépítésihelyen felvett GPS koordináták),

technológiai műveletekkel kapcsolatos adatokat kell tartalmaznia.

Azonosító alapadatok:

az aszfaltkeverék gyártójának megnevezése, címe, keverőtelepének helye és címe,a beépítésre kerülő aszfalt típusa, az épülő útszakasz kezdő- és végszélvénye.

Technológiai műveletekkel kapcsolatos adatok:

aszfaltréteg beépítésének előfeltételeként szükséges felület-előkészítési munkák körülményei

az aszfaltkeverék szállítása, az egyes járművek szállítókapacitása,

aszfalt terítése,a finiser(ek) és kiegészítő berendezéseinek típusa, tömörítő eszközök felsorolása

minőség igazolása,

környezetvédelem, munkavédelem

Hengereltaszfalt réteg építése esetén a fogadófelületre a két réteg közötti tapadás biztosítása érdekében, bitumenemulziót kell egyenletes vastagságban kipermetezni és a bitumenemulzióknak meg kell törnie. F és N igénybevételi kategóriában C60 B3 RG vagy C60 BP3 RG típusú modifikált bitumenemulziót, **I igénybevételi kategóriákban C60 BP3 RG** típusú modifikált bitumenemulziót kell kipermetezni.

A bitumen típusa és fokozata	Beépítési hőmérséklet, °C	
	Meleg eljárással	Mérsékelt meleg eljárással
e-UT05.01.26 szerinti útéptési bitumenek: 35/50	≥150	≥130 ²
50/70	≥140	≥120 ²
70/100		
e-UT 05.01.26 szerinti polimerrel modifikált útéptési bitumenek: PmB 10/40-65	≥160	≥135
PmB 25/55-65	≥155	
PmB 45/80-65	≥150	
e-UT 05.01.26 szerinti gumival modifikált bitumen: GmB 45/80-55	≥160	

5. táblázat – Az aszfaltkeverékek beépítési hőmérsékletei

7. Aszfaltrétegek mintavételi és vizsgálati módszerei

Mintavételek hengereltaszfaltból
Beépítendő hengereltaszfalt keverékből a keverék-összetétel meghatározásához a finiser elosztócsigájának térségéből a jobb és bal oldalak között egyenletesen elosztva kell mintát venni az MSZ EN 12 697-27 szabvány 4.3. pontja szerint a műszaki ellenőr jelenlétében a műszaki ellenőr által kijelölt km szelvényben, amelyet a műszaki ellenőr az építési naplóban rögzíteni köteles.

Megjegyzés: építettői hozzájárulás esetén a keverék-összetétel meghatározásához fúrt minta is vehető, vagy a hengereltaszfalt keverék mintavétele végrehajtható a gyártó keverőtelepén is.

Egy mintavétellel **minden megkezdett 6000 m² felületű megépített aszfaltréteg** aszfaltkeveréke jellemezhető összetétel szempontjából. Ezen túlmenően **megkezdett 3000 m²-enként a tömörségi fok viszonyítási alapjához szükséges** Marshall-testsűrűség meghatározásához és a burkolati hézag számításához szükséges hézagmentes testsűrűség meghatározásához is aszfaltkeveréket kell venni a fentiekben leírtak szerint. A 3000 m²-enkénti mintavétel lehetőleg a fúrási helyek környezetében történjen. Mintavételkor pontosan fel kell jegyezni a beépítés helyét (km-szelvény, GPS-koordináta).

Építettői ellenőrző vizsgálatok esetén a keverék vizsgálata történhet fúrt mintavételből is.

Behatároló vizsgálatok esetén a keverék vizsgálata csak fúrt mintavételből történhet.

Aszfaltrétegek vizsgálatai

Vastagság, tömörség burkolati hézagtartalom:

Ø 150 mm-es fúrtmintából a vonatkozó szabványok szerint.

Keverék összetételét hengereltaszfalt esetében az MSZ EN 12 697-1 vagy az MSZ EN 12 697-39, és az MSZ EN 12 697-2 szerint kell vizsgálni.

Mérések a megépített kopórétegen

Felületi egyenetlenség meghatározása e-UT 09.02.24 és e-UT 09.02.25 útügyi műszaki előírások szerinti IRI (nemzetközi egyenetlenségi index) forgalmi sávonkénti mérésével, vagy e-UT 09.02.22 szerinti ÚT-02 készülékkel végrehajtott mérési módszerrel és kiértékeléssel.

Makróérdességet kopóréteg felületén minden forgalmi

sávban, a külső és belső keréknyomomban, 6000 m²-enként kell megmérni, a kopóréteggé épített keveréktípusok esetében. (Az (N) jelzetű keveréktípusok esetén a makróérdesség adatgyűjtési jellemző!)

Csúszásellenállás nem minősítési, hanem adatgyűjtési jellemző és az építettői ellenőrzés keretében kell elvégezni.

Gyorsforgalmi utakon és főutakon kell meghatározni az újonnan épített kopórétegek csúszásellenállását a forgalomba helyezést követő 3 hónap múlva. Az adatokat az Országos Közúti

Adatbank részére is meg kell küldeni. A kopóréteg csúszásellenállását az e-UT 09.02.23 szerinti SCRM mérőkocsival, vagy az e-UT 09.02.27 szerinti ASFT berendezéssel egyaránt lehet mérni. A kopóréteg csúszásellenállása meghatározható MSZ EN 13036-4:2012 szerinti ingás vizsgálattal (SRT mérés) is, 500 m-enként sávonként mérve.

8. Aszfalt rétegek minőségi követelményei

A megépült aszfaltréteg, ill. több aszfaltrétegből álló útpályaszerkezet akkor felel meg az UME követelményeinek, ha az **általános követelményeket és a minősítési jellemzők követelményeit** a mérési vizsgálati, eredmények kielégítik. **Általános követelmények** (műszaki ellenőrzés alapján): a réteg felülete egységes szerkezetű legyen, réteg felületéről a víznek a tervezett esés irányába mara-déktalanul el kell folynia, terítési sávok összedolgozásánál, valamint azok egyéb felületekhez való csatlakozásánál hézag vagy repedés, 3 mm-nél nagyobb szintkülönbség nem lehet.

Mérések, vizsgálatok követelményei:

a vastagsági, a szabadhézag tartalmi, tömörségi, összetelti, a kopóréteg felületi egyenetlenségi, a kopóréteg makro érdességi, réteg tapadási szilárdság, a megépült aszfalt útpályaszerkezet geometriai (külön UME-ban kerül előírásra) mért értékei a megfelelőségi határt nem haladják meg.

Vastagsági követelmények

A vastagság minősítési jellemző esetén az előírt érték a tervezett vastagság.

Az aszfaltrétegek vastagságának előírt és megfelelőségi határai a megépített réteg tervezett vas-tagságától és a mintaszámtól egyaránt függenek.

A küszöbszint megnevezése	Minta mennyisége			
	1	2–4	5–9	≥10
Egyedi előírt határ, V _{eh} , mm, legalább	előírt érték -10%	előírt érték -20%		
Egyedi megfelelőségi határ, V _{emh} , mm, legalább	előírt érték -20%			
Átlag előírt határ, V _{áeh} , mm, legalább	–	előírt érték -10%	előírt érték -8%	előírt érték -6%
Átlag megfelelőségi határ, V _{ámh} , mm, legalább	–	előírt érték -20%	előírt érték -18%	előírt érték -16%

6. táblázat – Hengereltaszfalt rétegvastagsági követelményei, ha a tervezett vastagság ≥40 mm

Valamely réteg (kopó- vagy kötő-, vagy alapréteg) minden egyes (egyedi) mintájára vonatkozóan a vastagság küszöbszintjeit a 6. táblázat tartalmazza.

Ha a mintaszám kettő, vagy annál több, akkor a réteg egyes mintáinak mért vastagságaiból átlagot (számtani középértéket tizedmilliméteres pontossággal a kerekítés szabályai szerint) kell képezni. Az előírt határok és a megfelelőségi határok értékeit is a táblázat tartalmazza.

Az előírt értéktől való pozitív irányú eltérést jelen előírás megengedettnek tekint, és erre vonatkozóan külön követelményt nem támaszt. Kettő vagy több minta esetében az egyedi minták vastagságának legfeljebb 25%-os többlete vehető figyelembe az átlagérték számításba.

A réteg tömörségi fokának követelménye

A hengereltaszfalt rétegre vonatkozó követelményeket a 7. táblázat mutatja be a 40 mm tervezési vastagságot meghaladó rétegek eseteire. A réteg tömörségi fokának követelményei, N és P igénybevételi kategóriába tartozó utakra, továbbá a kerékpárutakra épített aszfaltreteg(ek) esetében független a tervezési vastagság értékétől.

A réteg tömörségi fokának átlagát meg kell adni, de nem vonatkozik rá követelmény (adatgyűjtési jellemző).

A réteg hézagtartalmának követelménye

A beépített réteg burkolati hézagtartalmának követelményét az AC jelű aszfaltkeverékből épített kopórétegekre a 8. táblázat, az SMA jelű kopórétegekre a 9. táblázat tartalmazza.

A küszöbszint megnevezése	Tömörségi fok, legalább, %
Előírt határ, T _{eh}	97,5
Megfelelőségi határ, T _{mh}	95,5

7. táblázat – Réteg tömörségi fokának követelményei ≥40 mm tervezési vastagságú réteg esetében

A küszöbszint megnevezése	Hézagtartalom, legfeljebb, térfogat %
Előírt határ, H _{eh}	6,5 (8,0)
Megfelelőségi határ, H _{mh}	8,5 (10)

8. táblázat – Réteg hézagtartalmának követelményei AC jelű kopóréteg esetén

Megjegyzés: A zárójelben lévő értékek az N és P igénybevételi kategóriába tartozó utakra, továbbá kerékpárutakra épített aszfaltreteg(ek) hézagtartalmának követelményeire vonatkoznak.

A küszöbszint megnevezése	Hézagtartalom, legfeljebb, térfogat%
Előírt határ, H _{eh}	6,0
Megfelelőségi határ, H _{mh}	8,0

9. táblázat – Réteg hézagtartalmának követelményei SMA jelű kopóréteg esetén

A küszöbszint megnevezése	Minta mennyisége							
	1		2-4		5-9		≥10	
	D, mm							
	<16	≥16	<16	≥16	<16	≥16	<16	≥16
Egyedi előírt határok, S _{eEh}	előírt ért. ±0,50m%	előírt ért. ±0,60m%	előírt ért. ±0,80m%	előírt ért. ±0,90m%	előírt ért. ±0,80m%	előírt ért. ±0,90m%	előírt ért. ±0,80m%	előírt ért. ±0,90m%
Egyedi megfelelőségi határok, S _{eMh}	előírt ért. ±0,80m%	előírt ért. ±0,90m%						
Átlag előírt határok, S _{áEh}	–	–	előírt ért. ±0,40m%	előírt ért. ±0,45m%	előírt ért. ±0,35m%	előírt ért. ±0,40m%	előírt ért. ±0,30m%	előírt ért. ±0,35m%
Átlag megfelelőségi határok, S _{áMh}	–	–	előírt ért. ±0,65m%	előírt ért. ±0,70m%	előírt ért. ±0,55m%	előírt ért. ±0,60m%	előírt ért. ±0,45m%	előírt ért. ±0,50m%

10. táblázat – A kötőanyag-tartalom követelményei

Az aszfaltkeverék összetételének követelményei

A követelmények a mintaszámtól függenek, az alábbiak szerint:

minden egyes minta (az egyedi minták) vizsgálati eredményének eltéréseire az MSZ EN 13108-21 szerinti egyedi eltérések megengedettek,

ha a mintaszám 2, vagy annál több, akkor az egyes egyedi minták vizsgálati eredményeiből átlagot (számtani középértéket) kell képezni.

A többi összetételi jellemzőre vonatkozó előírt értékeket és a megfelelőségi határokat hasonló táblázatok tartalmazzák az UME-ban az MSZ EN 13821 szabvány vonatkozó előírásainak figyelembevételével.

Felületi egyenetlenségi követelmények

A mérések alkalmazásának előírásai:

Gyorsforgalmi utak és új külterületi főutak építése esetén legalább 1000 méter folyamatos kiértékelhető hosszúságú szakasz(ok)on az IRI-index minden esetben minősítési jellemző, de a építettő az IRI-index mellett előírhatja az ÚT-02-méréssel meghatározott felületi egyenetlenséget is minősítési jellemzőként.

A gyorsforgalmi utak összekötő ágai, gyűjtő-elosztó pályái, belterületi kiemelt utak, új építésű külterületi utak (főutak kivételével), gyorsforgalmi utak csomóponti ágai, belterületi főutak és nem új építésű külterületi főutak esetében az IRI-index, vagy az ÚT-02-méréssel meghatározott felületi egyenetlenség egyaránt lehet minősítési jellemző.

IRI-index meghatározásával előírt felületi egyenetlenségi követelmények

Az IRI egyenetlenségi index mérésével a felületi egyenetlenség követelményeit új építésű útszakaszok esetén a táblázat, meglévő szakaszok esetén pedig egy réteg építése esetén a külön táblázat, két vagy több réteg építése esetén is szintén külön táblázat tartalmazza.

A táblázat második sorában szereplő átlag előírt határ (IRI_{áeh}), a harmadik sorban pedig az átlag megfelelőségi határ (IRI_{ámh}) értékek, a 100 m-es rész-szakaszok IRI₁₀₀ értékeiből, az általánosan 1000 m hosszú, két tizedes pontossággal meghatározott értékelési szakaszok átlagára (IRI_á) vonatkoznak.

ÚT-02 berendezéssel mért felületi egyenletességi követelmények

Az e-UT 09.02.22 útügyi műszaki előírás szerint, ÚT-02 berendezéssel mért felületi egyenetlenség küszöb-szintjeit IRI mérésével esetén hasonlóan kerültek meghatározásra.

A táblázatokban megengedett legnagyobb elmozdulás-osztályközbe eső mérések km-enkénti darabszáma maximum a táblázatban szereplő érték lehet. Ezt meghaladó darabszám, vagy a 16–20 mm osztályközbe eső mérések darabszámának meghaladása esetén az érintett szakaszt javítani szükséges.

Ugyancsak javítani szükséges az (ÖEMh) meghaladó 100 m-es szakaszokat is.

A makróérdesség minősítési jellemző esetén az előírt határ megegyezik a megfelelőségi határral.

Csúszásellenállás

Adatgyűjtési, nem minősítési jellemző. A gyorsforgalmi utakon és főutakon épített kopóréteg csúszásellenállásának meghatározásához 100 méter hosszúságú szakaszokra vonatkozó értékelésekkel lehet a csúszásellenállást jellemezni, az átadást követő három hónap elteltével SCRIM vagy ASFT berendezéssel mérve, de SCRIM értékre átszámítva, vagy 500 m-enként, sávonként ingás méréssel meghatározva. Épített ellenőrzés feladata lesz.

A csúszásellenállás elvárt értéke 50 km/óra mérési sebesség esetén: $\alpha\text{SFC} \geq 0,48$

A mérést követő egy év elteltével elvárt, hogy a fenti érték legfeljebb 0,05 értékkel csökkenjen.

9. Minőség igazolása, elszámolás

A vállalkozó a kivitelezési munka befejezése után a minőség-

igazolási dokumentációban nyilatkozik a vizsgálati, mérési eredmények alapján, hogy:

„**előírt minőségű**” a munka, ha az valamennyi minősítési jellemző vonatkozásában az előírt határtól nem kedvezőtlenebb szinten valósult meg (szerződészerű teljesítés); „**megfelelő minőségű**” a munka, ha az egy vagy több minősítési jellemző vonatkozásában az előírt határtól ked-

A jellemző és küszöbszint megnevezése	Tervezési sebesség			
	≥ 130 km/h	<130 km/h és ≥ 110 km/h	<110 km/h és ≥ 90 km/h	<90 km/h és ≥ 70 km/h
Egyedi (100 m-es) megfelelőségi határ IRI_{emh} , mm/m, legfeljebb	1,5	1,8	2,0	2,2
Átlag előírt határ, $\text{IRI}_{\text{áeh}}$, mm/m, legfeljebb	1,10	1,40	1,60	1,80
Átlag megfelelőségi határ, $\text{IRI}_{\text{ámh}}$, mm/m, legfeljebb	1,30	1,60	1,80	2,00

11. táblázat – Hengereltaszfalt kopóréteg felületi egyenletességi követelményei IRI-index alapján új építésű utak esetén

Megjegyzés: Az IRI_{100} értékek esetén az egyedi előírt határ megegyezik az egyedi megfelelőségi határral.

A jellemző és küszöbszint megnevezése	Tervezési sebesség			
	≥ 110 km/h	<110 km/h és ≥ 90 km/h	<90 km/h és ≥ 70 km/h	< 70 km/h ¹
Összegzett elmozdulás előírt határ, ÖE_{eh} , grafikus, cm/100 m, legfeljebb	6	7	8	10
Összegzett elmozdulás megfelelőségi határ, ÖE_{mh} , grafikus, cm/100 m, legfeljebb	8	9	10	12
A 12–15 mm osztályközbe eső mérések száma a mért nyomon, megkezdett 1000 m-enként, megfelelőségi határ, db, legfeljebb	1	3	4 ²	6 ³

12. táblázat – Felületi egyenetlenségi követelmények ÚT-02 berendezéssel mérve, új utak építése esetén

Megjegyzés:

2) A 12 mm-t meghaladó hullámok közül legfeljebb egy eshet a 16–20 mm-es osztályközbe.

3) A 12 mm-t meghaladó hullámok közül legfeljebb kettő (kerékpárutak esetén legfeljebb három) eshet a 16–20 mm-es osztályközbe.

A jellemző és küszöbszint megnevezése	Kopóréteg keveréktípusa	
	AC 8 kopó (F), AC 8 kopó (mF), AC 11 kopó (F), AC 11 kopó (mF), BBTM 4 A (mF), BBTM 8 A (mF), BBTM 8 B (mF), SMA 8 (mF), SMA 8 (mI), MA 11 (F), MA 11 (mF)	AC 16 kopó (F), AC 16 kopó (mF), BBTM 11 A (mF), BBTM 11 B (mF), SMA 11 (mF), SMA 11 (mI)
Makróérdesség, megfelelőségi határ, mm, legalább,	0,40	0,50

13. táblázat – Makróérdesség követelményei

Megjegyzés: A táblázatban szereplő további kopórétegbe épített keveréktípusokra nincs követelmény (adatgyűjtési jellemző).

vezőtlenebb, de a megfelelőségi határtól nem kedvezőtlenebb szinten valósult meg (szerződészerű teljesítés); A megfelelő minőségűre értékelt szakasz előírt minőségűre javítható.

„**hibás**” a munka, ha az egy vagy több minősítési jellemző vonatkozásában a megfelelőségi határtól kedvezőtlenebb szinten valósult meg és annak javítása nem lehetséges vagy javítására – bármilyen okból – nem került sor (nem szerződészerű teljesítés).

Megfelelő minőségű munka esetén értékcsökkentési tényezőket alkalmazva értékcsökkentési le-vonással kell az Építetőnek a munkát átvenni. Az értékcsökkentési levonásokat a vállalkozónak kell kimutatnia és a minőségigazolási dokumentációhoz kell csatolnia.

Minden minősítési jellemzőre igaz, hogy értékcsökkentés-re csak akkor van mód, ha a mérési ill. vizsgálati eredmény(ek) a megfelelőségi határnál nem kedvezőtlenebb(ek), de az előírt határnál kedvezőtlenebb(ek) vagyis nem előírt minőségű, hanem megfelelő minőségű a teljesítés.

A hibás aszfaltréteget a vállalkozónak javítania kell.

A hibás aszfaltréteget a vállalkozónak be kell határolni. A hibás szakasznak a nem megfelelő vizsgálati illetve mérési eredményt megelőző, és azt követő, már előírt vagy megfelelő minőséget mutató vizsgálati illetve mérési eredmény által határolt szakasz tekintendő. A javítandó szakasz hossza nem lehet kisebb 50 méternél.

Az építetői ill. a megerősítő ellenőrzés eredményeinek figyelembevételével, a nemmegfelelőségek kezelése után lehet az átadás-átvételi eljárást befejezni.

Ha egy építetői ill. megerősítő ellenőrzési eredmény az egy mintára vonatkozó küszöbszintekhez táblázatokban található küszöbszintekhez képest megfelelő minőséget mutat (előírt határtól kedvezőtlenebb, de a megfelelőségi határnál nem kedvezőtlenebb), akkor ezen eredmény felülírja az adott értékelési szakaszra vonatkozó vállalkozói eredményt (az átlagérték számításban is).

10. Értékcsökkentés meghatározása, levonás számítása

Az értékcsökkentési tényező számítása

A felsorolt minősítési jellemzők **értékcsökkentési tényezőit** (Ét) az alábbiak szerint kell számítani:

$\text{Ét} = \text{Éá} \times \Delta e$

Éá – értékcsökkentési állandó, értéke azt fejezi ki, hogy valamely minősítési jellemző előírt határának a túllépése milyen súllyal van hatással a réteg teljesítményére.

Az értékcsökkentési állandó értéke a mennyiségében mérhető minősítési jellemzők esetén, egyedi eltérésnél 1,25 az átlageltérésnél 2,0 a minőségében mérhető minősítési jellemzők esetén, legfeljebb 0,3 lehet.

Δe – valamely minősítési jellemző előírt határának a túllépésének mértéke a táblázatok alapján

Példák az Ét meghatározására

Vastagság eltérés egyedi minta esetén:

$$\text{Ét} = \text{Éá} \times \frac{V_{Eé} - V_e}{V_{Eé}}$$

ahol:

Ét – értékcsökkentési tényező,

Éá – értékcsökkentési állandó (egyedi vastagság esetében $\text{Éá} = 1,25$),

$V_{Eé}$ – vastagság előírt értéke (tervezett vastagság), mm,

V_e – mért vastagság egyedi értéke, mm

Kettő vagy több mintaszám esetében az egyes rétegek vastagságának átlagára vonatkozó Ét értékcsökkentési tényezőt az alábbi képlet szerint kell meghatározni.

kettő, vagy több minta esetén:

$$\text{Ét} = \text{Éá} \times \frac{V_{Eé} - V_a}{V_{Eé}}$$

Ét – értékcsökkentési tényező,

Éá – értékcsökkentési állandó (átlagvastagság esetében $\text{Éá} = 2,0$),

$V_{Eé}$ – vastagság előírt értéke (tervezett vastagság), mm,

V_a – mért vastagságok átlaga, mm.

A réteg tömörsége minőségében mérhető minősítési jellemző.

Az Ét értékcsökkentési tényezőt az alábbi képlet szerint kell meghatározni.

$$\text{Ét} = \text{Éá} \times \frac{T_{Eh} - T_e}{T_{Eh} - T_{Mh}}$$

ahol:

Ét – értékcsökkentési tényező,

Éá – értékcsökkentési állandó (tömörség esetében $\text{Éá} = 0,2$),

T_{Eh} – tömörség előírt határ, %

T_e – tömörség egyedi értéke, %

T_{Mh} – tömörség megfelelőségi határ, %

Az értékcsökkentési levonás számítása

Egy adott rétegre vonatkozó összes értékcsökkentési levonást az alábbiak szerint kell számítani.

Egyedi (nem a teljes felületre vonatkozó) értékcsökkentések

Egyedi mintá(k)ra ill. értékelési szakasz(ok)ra (pl. IRI mérésnél 1000 m) vonatkozó megfelelő minőségű teljesítések esetén egyenként meg kell határozni az egyedi minta (minták) ill. értékelési szakasz(ok) által jellemzett felületeket. Ezt követően egyenként meg kell határozni az egyedi mintá(k) ill. értékelési szakasz(ok) értékcsökkentési levonásait, majd ezeket összesíteni kell, az alábbi képlet alapján.

$$L_e = \sum_{i=1}^n \text{Ét}_i \times F_i \times \text{Éá}$$

ahol:

L_e – egyedi értékcsökkentési levonások összege, Ft,

Ét_i – értékcsökkentési tényező az egyedi minta ill. értékelési szakasz megfelelő minősége miatt,

F_i – az egyedi mintát, ill. értékelési szakaszt jellemző felület, m²,

Éá – egységár, Ft/m²,

Átlagértékek miatt meghatározott (a teljes felületre vonatkozó) értékcsökkentések

A teljes felületre vonatkozó megfelelő minőségű teljesítés(ek) esetén egyenként meg kell határozni a különböző minősítési jellemzők értékcsökkentési levonásait, majd ezeket összesíteni kell, az alábbi képlet alapján.

$$L_a = \sum_{i=1}^n \text{Ét}_i \times F \times \text{Éá}$$

ahol:

L_a – átlagérték miatti értékcsökkentési levonások összege, Ft,
 E_t – értékcsökkentési tényező a teljes felület megfelelő minősége miatt,
 F – a teljes építési szakasz felülete, m²
 $E\bar{A}$ – egységár, Ft/m²,
 Egy adott réteg összes értékcsökkentési levonása
 Egy adott aszfaltréteg összes értékcsökkentési levonását az egyedi ill. átlag eltérések miatt meghatározott értékcsökkentések összegeként kell megállapítani.

$$L_r = L_e + L_a$$

ahol:
 L_r – a rétegre vonatkozó értékcsökkentési levonások összege, Ft,
 L_e – egyedi értékcsökkentési levonások összege, Ft,
 L_a – átlagérték miatti értékcsökkentési levonások összege, Ft,
Összes értékcsökkentési levonás
 Az adott beruházás összes értékcsökkentési levonását (L) a különböző rétegekre vonatkozó értékcsökkentések összeadásával kell kiszámítani.

$$L = \sum_{i=1}^n L_{ri}$$

ahol:
 L – a munkára vonatkozó összes értékcsökkentési levonás, Ft,
 L_r – egy adott rétegre vonatkozó értékcsökkentési levonások összege, Ft,
 Az értékcsökkentési levonások számítására mellékletben található mintapéldák.

11. Útfelújítások aszfaltrétegeinek tervezési és építési követelményei (Függelék)

A munkabizottság úgy döntött, hogy a manapság alkalmazott felújítási munkákra is készít szabályzást, ugyan a függelékbe került, de a véleményünk szerint így is segíteni tudja az építetők munkáját.

A felújításokra vonatkozó szakkifejezések

Első beépített réteg: a felújításra kerülő útpályaszerkezet – marás nélkül vagy akár marás ill. aládolgozás után megmaradó burkolatfelületére, teljes szélességben épített aszfaltréteg.

Kiegyenlítő réteg: a nem megfelelő profilú fogadóréteg geometriai tulajdonságainak javítására épített, változó vastagságú réteg.

Profiljavító réteg: olyan speciális kiegyenlítő réteg, amelyik közel egyenletes felületű fogadórétegre épül, alkalmazása elsősorban az oldalesés javításának érdekében történik. Vastagság változása közelítően lineáris, a tervezett vastagság a beépítési szélesség minden pontján az út-ügyi műszaki előírás 3. táblázatában szereplő, egy beépítési menetben való építés vastagsági határértékei között marad.

Kiegyenlítő réteg elsősorban a marással nem, vagy nem eléggé javítható, egyenetlen, erősen deformált felületre építhető. Többrétegű építés esetén is csak az első teljes sáv-szélességben beépített réteg lehet kiegyenlítő réteg!

Abban az esetben ha a deformációk olyan mértékűek, hogy a táblázatban megadott vastagsági határokkal nem szüntethetők meg – pl.: erősen megsüllyedt burkolatszél – akkor szükséges lehet nem teljes szélességben épített kiegyenlítő réteg alkalmazása (**aládolgozás**). Az **aládolgozásként** épített aszfaltréteg esetében csak a keverék összetételét kell vizsgálni 250 t-ként.

Profiljavító réteggént építhető aszfaltok építési és minőségi követelményei

Profiljavító réteget akkor kell alkalmazni, ha a burkolat tervezett oldalesése jelentősen eltér a meglévő burkolat oldalesésétől és az eltérés, marással vagy kiegyenlítő réteg alkalmazásával sem szüntethető meg teljes mértékben. A profiljavító réteg olyan fogadó felületre építhető, amelyik közel egyenletes oldalesésű, azon nagyobb deformációk nincsenek.

Profiljavító aszfaltréteggént az igénybevételi kategóriának megfelelő, e-UT 05.02.11 szerinti keveréktípusok tervezhetők, az aszfaltkeverékek tervezhető és építhető vastagsági határértékei az UME 3. táblázatában szereplőkkel megegyeznek. A vastagságot a mintakeresztszelvényben megadott, terv szerinti minimális vastagsághoz, mint előírt értékhez kell viszonyítani.

A megfelelő oldalesés eléréséhez több nem teljes sáv-szélességben épített profiljavító rétegre is szükség lehet. Kopóréteggént nem teljes szélességű profiljavító réteg nem építhető.

Kiegyenlítő réteggént építhető aszfaltok építési és minőségi követelményei

A teljes szélességben épített kiegyenlítő réteg minőségigazolása során az F7. pont szerint kell eljárni, a beépített réteg vastagság ellenőrzésének kivételével.

A kifúrt magminták vastagságát, a tervben az adott beavatkozási szakaszra megadott minimális beépítési vastagsághoz, mint előírt értékhez kell viszonyítani.

ITERCHIMICA A cég profilja-polimer modifikált aszfalt

Lorenzo Sangalli



ITERCHIMICA Olaszország

Kutatás & fejlesztés

A magas technológiai színvonalú adalékszer gyártás a hatóságoknál és vállalatoknál 50 éve a piac követelményeit követő és annak megfelelően folyó K+F tevékenység eredménye.

A jól felszerelt laboratórium biztosítja a termékek minőségellenőrzésének és CE jelzetének biztonságos rendszerét.

Az iterchimica fő termékeinek referenciái

az elmúlt 5 évben*:

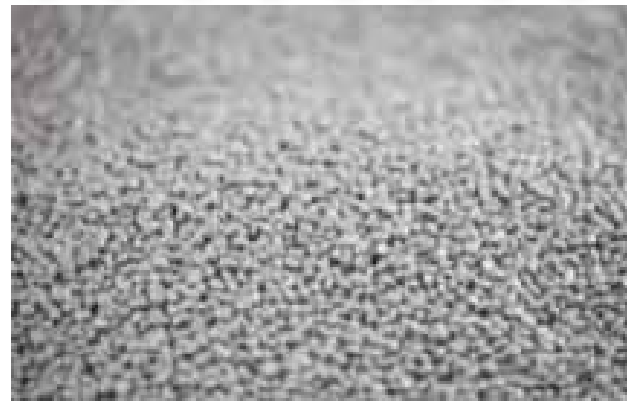
- Tapadásjavító: 3500–4000 km
- Polimerek: 3000–3500 km
- Cellulóz granulátumok: 4000–4500 km
- *A részletes lista rendelkezésre áll.

Termék kategóriák

Új építések – Utak, autópályák, repülőterek

1. Tapadásjavítók
2. Rejuvenátorok meleg aszfalt keverékekhez az előregedett bitumen eredeti kémiai-fizikai szerkezetének visszaállítására





6. Többfunkciós modifikálók a meleg aszfalt keverék modifikálására
7. Polymerek a bitumen kémiai szerkezetének modifikálására
8. Pigmentek felület színezésre vagy viágos/szines aszfalt keverékek gyártásához
9. Kerozinálló felületi bevonat aszfalt utakhoz
10. Kerozinálló adalékszer meleg aszfalthoz

Felújítás

1. Speciális hideg kötőanyag hideg aszfalt gyártáshoz útjavításhoz, 100%RAP
2. Hagyományos éd környezetbarát flux olajok hideg aszfalthoz: a bitumen fizikai tulajdonságainak modifikálása vagy hideg aszfalt gyártás
3. Bitumenes habarcs repedés javításhoz

Zöld (környezetbarát) fejlesztés

1. Adalékszer magas RAP tartalmú csökkentett hőmérsékletű aszfalthoz
2. Zajcsökkentő aszfalt utak innovatív technológiája

Karayolları Genel Müdürlüğü Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı Bilimsel Karşınlar Laboratuvarı Veddi Diker Eğitim ve Araştırma Merkezi 06790 Etimesgut/ ANKARA		AKG-0-04 15.05.2017 01.01.2017
Sayfa: 1/3 Page: 1 of 3	Deney Raporu Test Report	
Müşterinin adı/adresi Customer Name/Address	Dolider Kimya Dış Ticaret A.Ş. Oruçreis Mah. Tekstilbant Cad. 101. Blok 301 Enderler/İSTANBUL	
İstek Numarası Order No.	17.02.2017 tarihli yazı	
Numunenin adı ve tanımı Name and identity of test item	Elyaf Numunesi, Sayısına Öleyici Katkı Maddeleri	
Numunenin kabul tarihi The date of receipt of test item	20.02.2017	
Açıklamalar Remarks	Bu Rapor, elyaf numunesine ve sayısına öleyici katkı maddelerine ait deney sonuçlarını içermektedir.	
Deneyin yapıldığı tarih Date of Test	20.02.2017-22.02.2017	
Raporun Sayfa Sayısı Number of pages of the Report	3	
Mühür Seal	Tarih Date	Deney Sorumlusu Person in charge of test
	03.03.2017	Savay Nesim TUTAN
		Laboratuvar Müdürü Head of Testing Laboratory
		Mahmut KÖMÜR

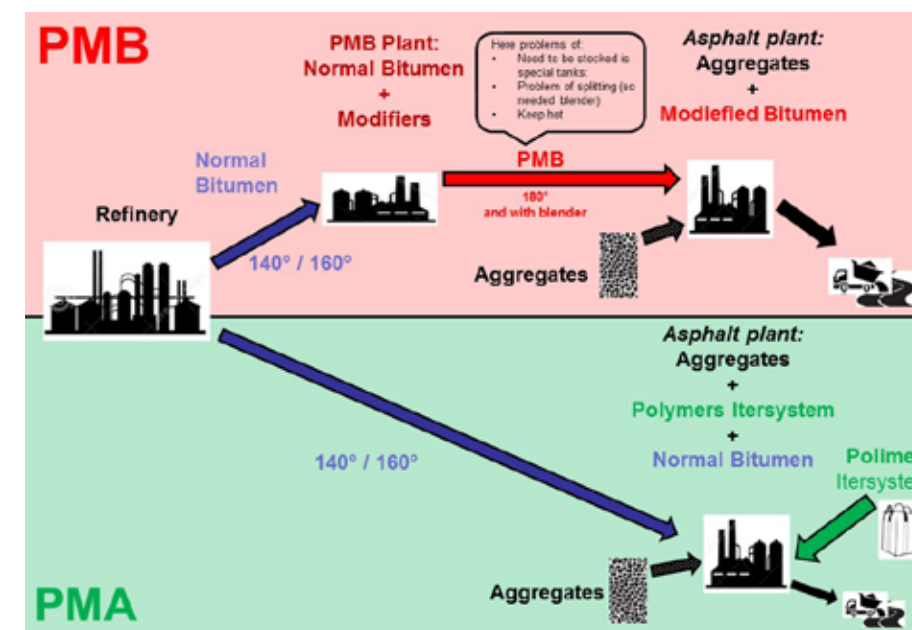
NMÉ NEMZETI MŰSZAKI ÉRTÉKELÉS		1119 Budapest Thon Könyv u. 3-5. www.kti.hu
KTI nyilvántartási szám: 2168-026-4-6		
NMÉ 39/23/4/MKEH-PMFH-16/8/2015/K		
1. A Nemzeti Műszaki Értékelés (NMÉ) kiadójának: KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft. 1119 Budapest, Thon Könyv u. 3-5. 2. Az építési termék megnevezése: Superplast aszfaltmodifikáló szor 3. Az NMÉ jogszabály: ITERCHIMICA s.r.l. Via G. Marconi 21 34040 Salsola (GO) Italy 4. A termék tervezett felhasználási területe: Az utópálya területén aszfalt keverékek modifikálására. 5. Termékkód a 305/2011/EU európai parlamenti és tanácsi rendelet IV. melléklete szerinti 6. A teljesítmény állandóságának értékelési és ellenőrzési módja: 7. NMÉ érvényességének kezdete: 2017. január 24.		
Jóváhagyta:		
 KTI Előzetes Műszaki Értékelés 1119 Budapest, Thon Könyv u. 3-5. 24.		 Kocika Zoltán Műi vezető

3. Szagcsökkentő adalékszer bitumenhez
4. Szmog ellenes adalékszer felületi bevonatú aszfalt utakhoz

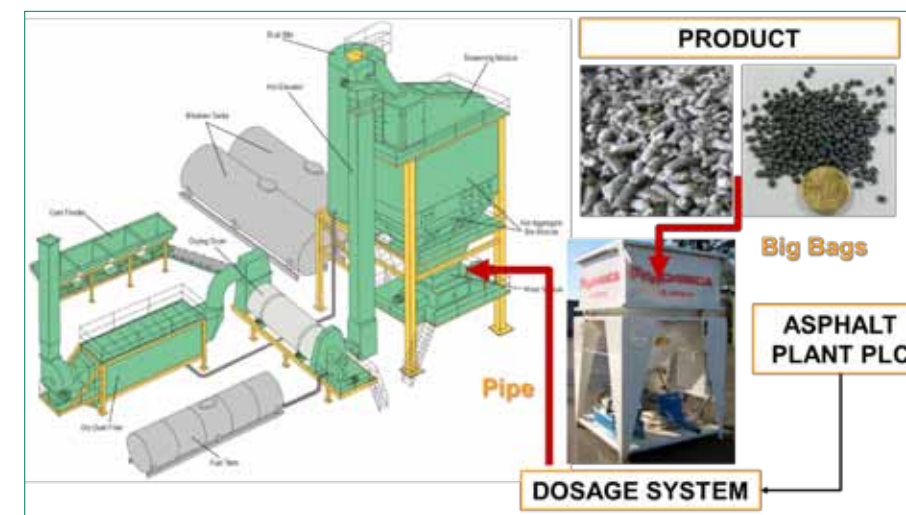
ITERCHIMICA – Termék engedélyek

Több, mint 50 nemzetközi bizonyítvány és termék engedély 15 országban

Polimer modifikált aszfalt



PMA – a gép működése



A PMA előnyei

- Jobb mechanikai tulajdonságok, mint: Marshall stabilitás, rugalmassági modulus, közvetett húzószilárdság szélesebb hőmérséklettartományban;
- Jobb nyomvályúval és deformációval szembeni ellenállás magasabb környezeti hőmérsékleteken;
- Magasabb fáradás elleni, repedés- és reflexiós repedés elleni ellenállóképesség;
- Tartós extreme éghajlati viszonyok mellett, különösen

magas környezeti hőmérséklet mellett.

– HMA (meleg aszfalt) Superplasttal és normal bitumennel olcsóbb, mint a modifikált bitumenes aszfalt. Ezek az előnyök a PÁLYASZERKEZET ÉLETTARTAMÁNAK NÖVEKEDÉSÉHEZ vezetnek, amely a felújítási és építési költségek csökkenését eredményezi.

PMA alkalmazások

a Superplast fob alkalmazási területei:

- Nagy modulusú Aszfalt Rétegek (HiMA)
- BBME, EME
- Keréknyomosódással szemben ellenálló kopó- és kötőrétegek
- Az alulról felfelé ható repedésekkel szemben ellenálló alaprétegek
- Nagy forgalmú városi utak
- Modifikált aszfaltokkal való útfelújítások
- Repülőtéri kifutó és közlekedő utak

Visszanyert aszfaltút "zöld" rejuvenátor használatával

ACF22 (Asphalt Couche foundation) alaprég kisforgalmú helyi utak felújításához 100% RAP és speciális rejuvenator hozzáadásával.

A vonatkozó szabvány szerint a rejuvenator hatását a RAP oxidált bitumenjének reológiai vizsgálata, valamint a kész aszfalt keverék Marshall vizsgálata és közvetett húzószilárdság vizsgálata alapján értékelik.

Az eredmények lehetővé teszik a helyes adagolás beállítását, amely az országban alkalmazott műszaki előírásnak megfelel.

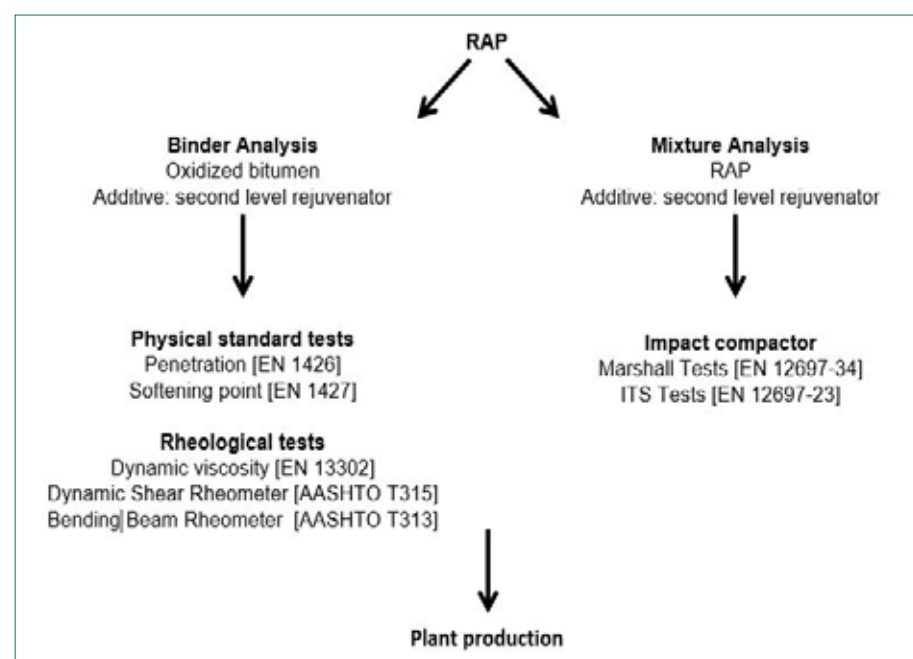
Előkészítés

A RAP-ot egy speciális törőgéppel egy 0/22-es rostával elő kell készíteni.

A RAP-ot a rostálás után egy időjárásról védett helyen kell tárolni.

Tapasztalati tervezés

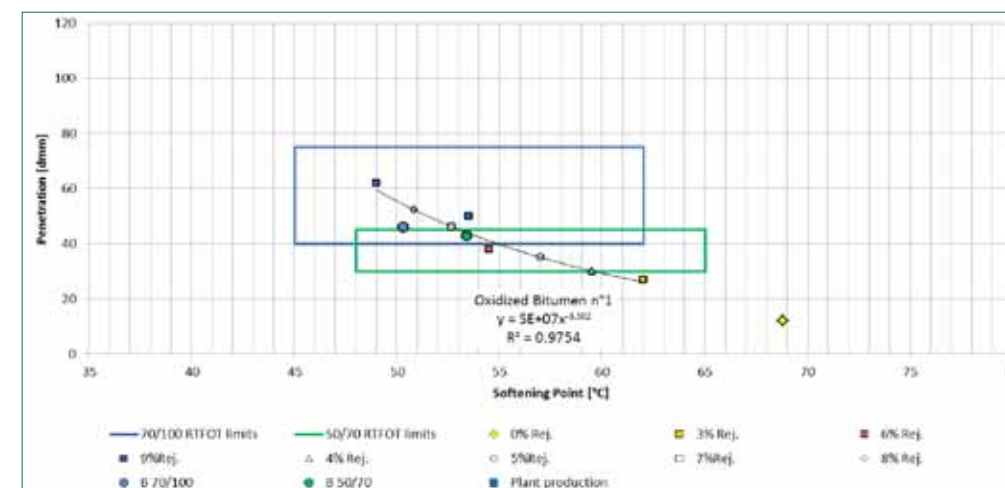
1. Oxidált bitumen extrakció
2. A rejuvenator hozzáadása az oxidált bitumenhez
3. A rejuvenator hozzáadása az oxidált bitumenhez
 - Öregített bitumen (szint 1): RTFOT után, ilyen a bitumen a gyártás után.
 - Öregített bitumen (szint 2): PAV után, ez megfelel a bitumen 10 éves használati ciklusa után.



Kötőanyag vizsgálat

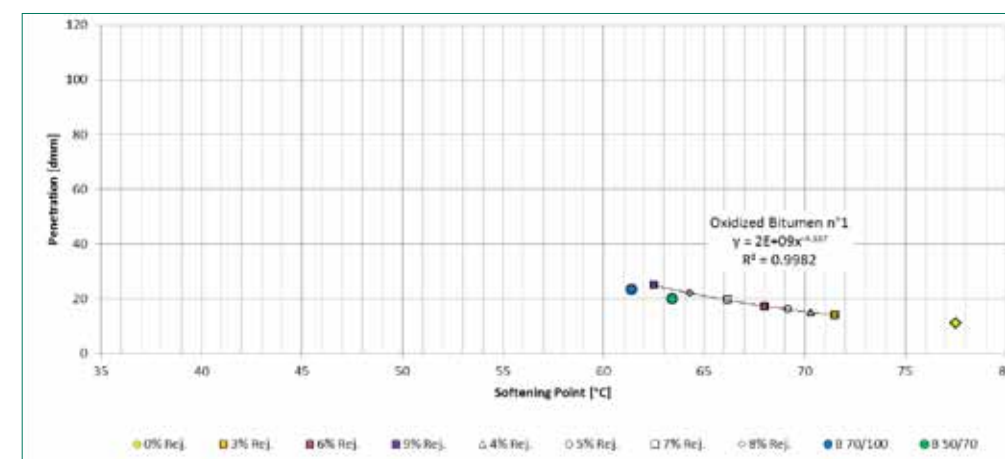
Szabványos és reológiai paraméterei

Lágyuláspont-penetráció összefüggés RTFOT után

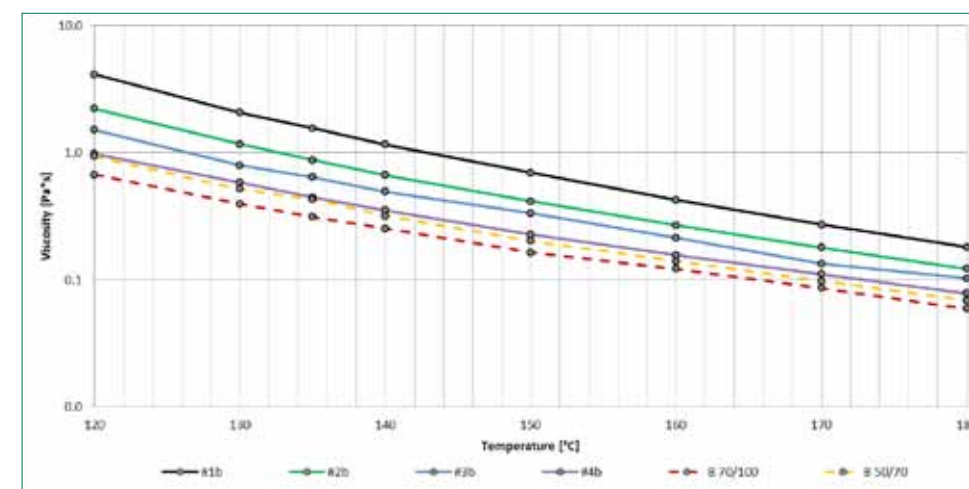


Ugyanezeket a vizsgálatokat végezték el a gyártás után 4,5 tömeg% (a bitumenre vonatkoztatva) rejuvenator adagolású mintán. Ez megfelel a RAP tulajdonságainak és a magas minőségű gyártási folyamatnak.

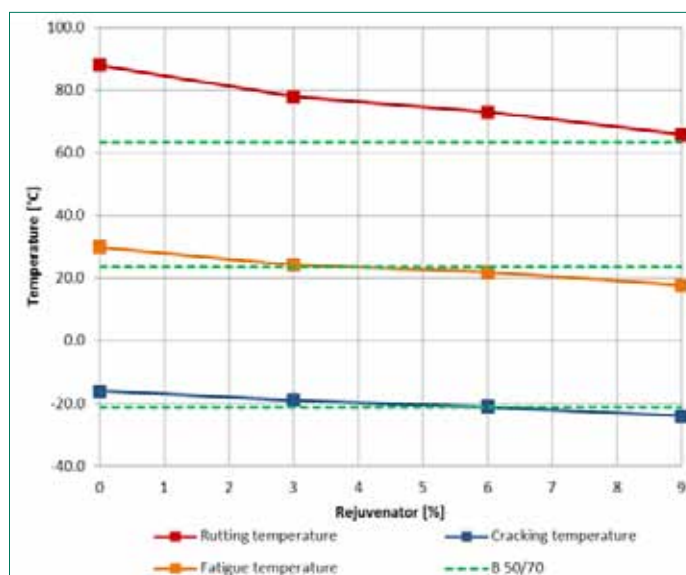
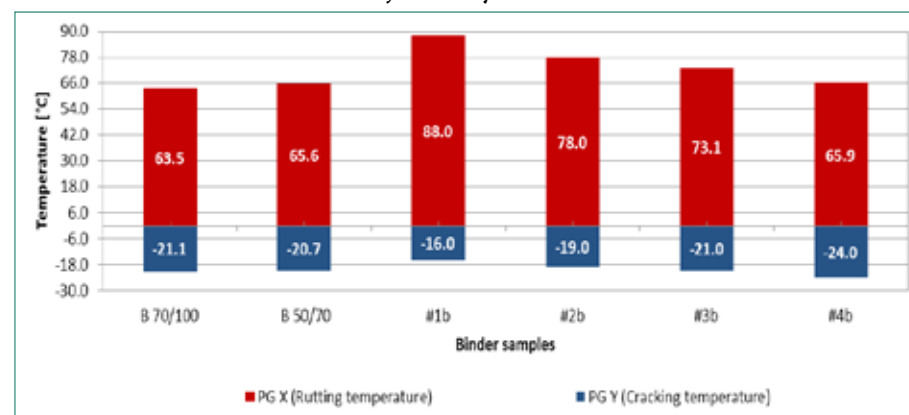
Lágyuláspont-penetráció összefüggés pav után



Viszkozitás-eredeti (nem öregített) bitumen



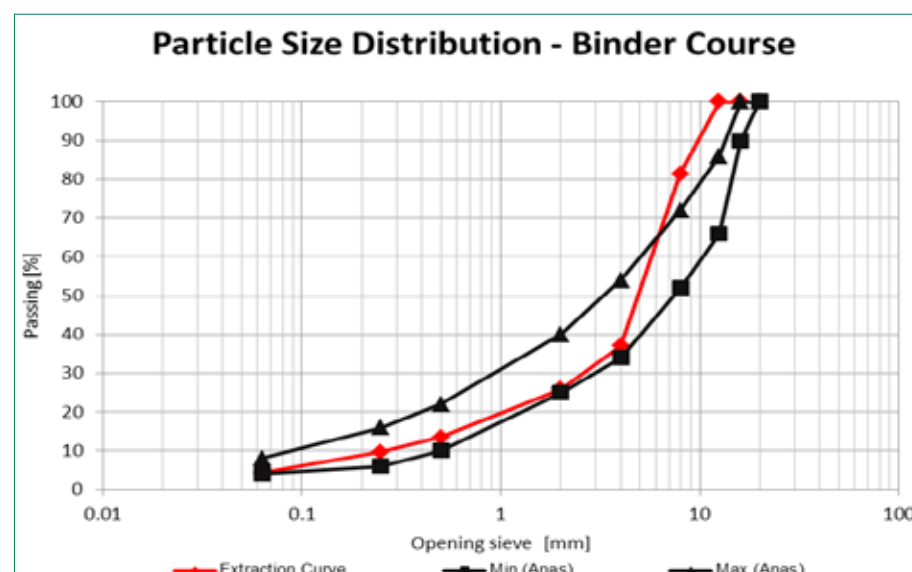
Teljesítmény fokozat



Keverék vizsgálat

Aszfaltbeton vizsgálatok
Rap jellemzők

Vizsgálatok extrakció után



EN 12697-1, EN 933-1

A RAP bitumenjének főbb jellemzői:

- bitumentartalom az ásványi anyagra vonatkoztatva: 4.57%
- penetráció: 20 dmm
- lágyuláspont: 65.3°C

BITUMEN TARTALOM

Ásványi anyagra [%]	4.57
Keverékre [%]	4.37

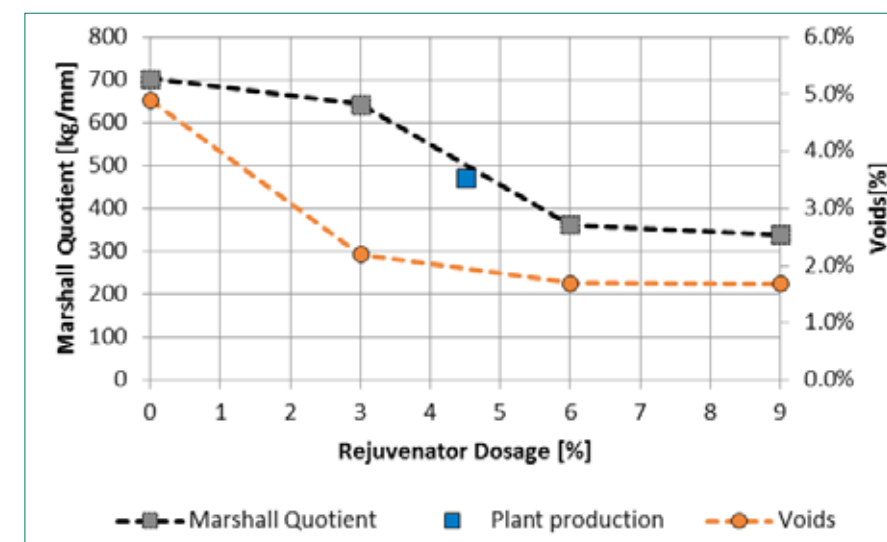
A RAP keverék az alábbi körülmények között készült:

- Keverési hőmérséklet: 155–160°C
- Tömörítési hőmérséklet: 145–150°C

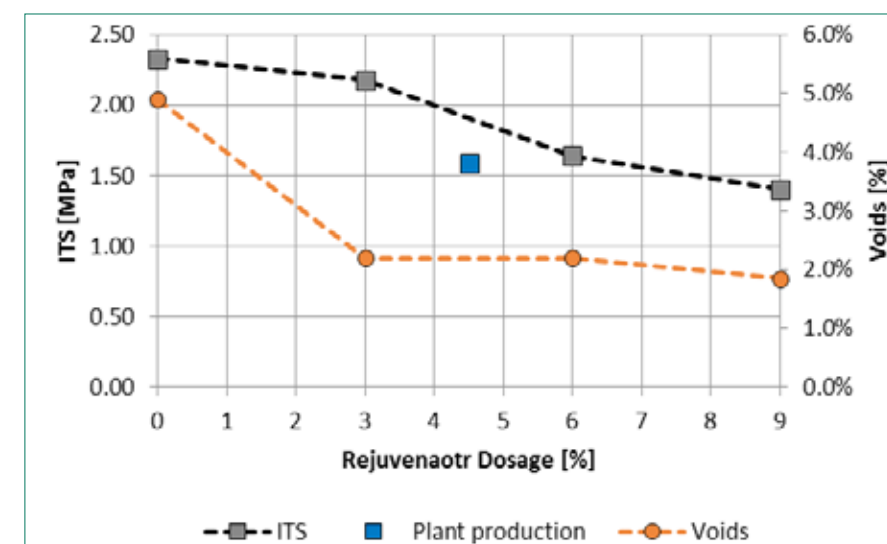
Aszfaltbeton vizsgálatok

Az aszfalt keverék mechanikai jellemzői 100% RAP+rejuvenátor

Marshall folyás [EN 12697-34]



ITS [EN 12697-23]



Kísérleti szakaszok

- a gyártási hőmérséklet: kb. 160°C
- Beépítési hőmérséklet: kb. 120–140°C (ez megfelel a beépítés alatti valódi hőmérsékletnek)
- Aszfalt keverőtelep: meleg levegős módszer szárítani és melegíteni a RAP-ot (ikerdobos technológia) a nincs további öregítési folyamat a gyártás során (penetráció és lágyuláspont nem változik)

- 1 lépés: gyártás 4,5% rejuvenátor adagolásával (a bitumenre vonatkoztatva), a vizsgálati
- 2 lépés: beépítés 9 t-s acélhengerrel és 28 t-s gumihengerrel.



ACF22: 100% RAP + 4,5% REJUVENÁTOR a bitumenre vonatkoztatva



Tennivalók az aszfaltipar (fenntartható) jövője érdekében

Egbert Beuving

Secretary General
EAPA



Jelenleg számos cég – különösen az építőiparban – szembeül ugyanazokkal a kihívásokkal. Vonzóbbá kell, hogy váljanak a fiatal generáció számára, hogy képesek legyenek elegendő munkaerőről gondoskodni a jövőben. Emellett a digitalizáció is egyre inkább kihívást jelent, illetve folyamatos innovációra van szükség ahhoz, hogy válaszokat tudjanak majd találni a jövő kihívásaira.

Mindez azt jelenti, hogy ha az aszfaltszektor fejlődni akar, ha vonzó, fenntartható és innovatív akar maradni, akkor az aszfaltiparral kapcsolatban álló valamennyi résztvevőnek össze kell fognia és közösen kell dolgoznia ezen cél elérése érdekében. Ha most nem fognak együttműködni, akkor az aszfaltipar és az aszfalthoz kapcsolódó egyéb szektorok elavulttá válnak, nem lesznek vonzóak az új generáció szemében, az egyetemeknek és műszaki iskoláknak kevesebb hallgatója lesz, kevesebb ember lesz elérhető az ütiügyi hatóságok, vállalkozók, kivitelezők, szaktanácsadók stb. számára.

Ezen okoknál fogva az ütiügyi hatóságoknak, vállalkozóknak, kivitelezőknek és szaktanácsadóknak cselekedniük kell az aszfaltipar (fenntartható) jövője érdekében.

A fenntarthatóságnak több jelentése van. Fenntartható azt jelenti, hogy „képes egy bizonyos mértéken vagy szinten megmaradni”, illetve „fenn lehet tartani és meg lehet védeni”, így képes a túlélésre.

A második jelentés a „fenntartható fejlődéssel” hozható összefüggésbe. A fenntartható fejlődés olyan gazdasági fejlődést jelent, amely a természeti erőforrások kimerítése nélkül történik.

Más szóval: Ahhoz, hogy iparágként aktív maradjon, az aszfaltiparnak (a szó tágabb értelmében véve) munkaerőre van szüksége a jövőben, és arra, hogy felkeltse a fiatal generáció érdeklődését az aszfaltágazat iránt. Innovációk végrehajtása is elengedhetetlen ahhoz, hogy meg tudja oldani a jövőbeli kihívásokat, illetve, hogy vonzó iparág maradjon, vagy azzá váljon.

Jelenlegi feladataink például:

- **CO₂ csökkentése:** Sokkal többet kell tennünk annál, amit jelenleg teszünk a párizsi célok eléréseért. Ez azt jelenti, hogy egyéb, új lehetőségeket kell találnunk a CO₂-kibocsátás csökkentésére.
- **A visszanyert aszfalt újrafelhasználása:** Ezen a téren jól haladunk, de ez még nem elég. Tehetünk még többet és jobban is. A cél a visszanyert aszfalt 100%-os újrahasznosítása, a visszanyert SMA felhasználása új SMA gyártása során, valamint régi porózus aszfalt használata új porózus aszfalt előállításához.
- **Alacsony gördülési ellenállás (Low Rolling Resistance):** Az alacsony gördülési ellenállású útburkolatok csökkentik az ilyen típusú kopóréteggel ellátott utakat használó járművek üzemanyagfelhasználását. Ez fontos érv amelle, hogy az utak fenntartása CO₂-kibocsátás csökkentését elősegítő módon történjen. Jó példákat láthatunk erre Dániában (lásd 1. kép). Ez egy CO₂-semleges megoldás (még jobb is annál). Így ez egy nagyon jó érv az útfenntartás szempontjából.
- **Aszfaltburkolatok/-rétegek tartósságának javítása:** Javítanunk kell termékeink tartósságát. Ennek eredményeképpen kevesebb a CO₂, kevesebb erőforrás, illetve alapanyag szükséges, jobb lesz az image-ünk, olcsóbb megoldásokat találhatunk stb. „Az ideális projekt/ The Ideal Project” című EAPA tanulmány módokat mutat arra, hogy mindez hogyan érhető el.

A már meglévő kihívások mellett újak is jelentkeznek:

- kötéanyag- és bitumenellátás a jövőben
- bitumenminőség és bitumenmodifikáció
- energiaellátás, az energia biztosítása
- digitalizáció
- önvezető járművek

Kötőanyag- és bitumenellátás a jövőben

A bitumenellátás, valamint a bitumenminőség problémát jelenthet a jövőben az IMO 2020 miatt, és mivel a jövőben kevesebb fosszilis üzemanyagot fognak előállítani; így kevesebb nyersolajat használhatunk, illetve kevesebb



2. kép: Lignin

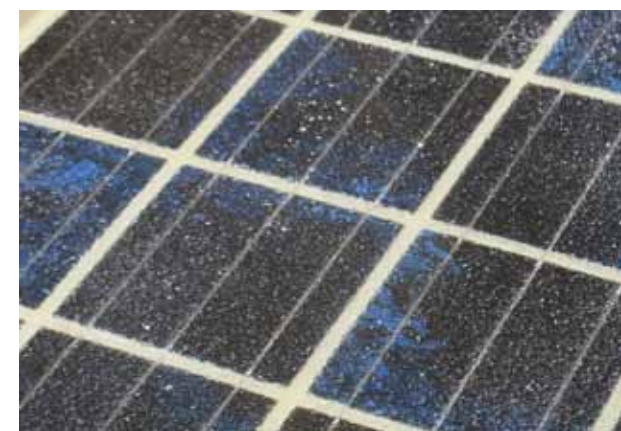
fog rendelkezésre állni. Ha az elérhető visszanyert aszfalt 100%-át újrahasznosítjuk, kevesebb szűz bitumenre van szükségünk, de ez még nem elég. Ezért alternatívákat kell találnunk a bitumenre, arra az esetre, ha bitumenhiány lépne fel. Példa erre a lignin, mint bitumenhelyettesítő anyag használata (lásd 2. kép). A lignin organikus polimerekből áll (növényekből), és (jelen pillanatban) a keverékhez szükséges bitumen 50%-át képes helyettesíteni. A lignin mellett vannak más módszerek is, amelyek fejlesztése jelenleg is folyik a bitumen helyettesítésére.

Bitumenminőség és bitumenmodifikáció

A jövőben problémát jelenthet a bitumen minősége. Ezért jobb módszerekre (vizsgálati módszerek) van szükség a bitumen jellemzéséhez. Ha a releváns jellemzők ismertek, akkor a kivitelező/ aszfaltgyártó maga tudja modifikálni a bitument, a hiányzó összetevők szükség szerinti hozzáadásával. A jövőben High PmB (Polimer Modified Bitumen) használatára lehet szükség speciális aszfaltalkalmazások esetén, mint például az önvezető járművek számára készített sávoknál.

Energiaellátás

Az aszfaltiparnak szem előtt kell tartania az energianyeres kérdését, a CO₂ csökkentése érdekében. Már működő mód-



3. kép: Naplemek az úton

szer a kopórétegben elhelyezett csövek használata, amelyeken víz folyik át. Ez a víz nyáron hűti az aszfaltot, és a burkolat hűtését szolgálja. A meleg vizet a föld alatt tárolják és télen felhasználható hűtővíz, illetve a burkolat fűtésére.

Az aszfaltburkolaton elhelyezett naplemek is használható villamos energia termelésére (lásd 3. és 4. kép). Ezek a rendszerek jelenleg kísérleti szakaszban vannak. Ez a módszer működik, bár a költségek most kicsit magasak, de a jövőben olcsóbb lesz. A politikusok szeretik a burkolatok többcélú felhasználását, és ez kihívást jelent az aszfaltipar számára. Ezen a területen számos cég dolgozik ilyen típusú módszerek kialakításán.

Digitalizáció a munkavégzés helyén

Az aszfaltgyártás, -szállítás és -bedolgozás során rengeteg adat keletkezik, úgymint aszfaltgyártási, aszfaltszállítási, aszfalthőmérsékleti, időjárás, GPS, aszfalttömörítési adatok stb. Ezek olyan információkat nyújtanak, amelyek segítségével optimalizálhatjuk a folyamatokat annak érdekében, hogy jobb és tartósabb terméket állítsunk elő, valamint összességében pénzt takarítsunk meg.

A munkavégzés helyén történő digitalizáció ösztönzése és megvalósítása érdekében az útépitő szakma és az ütiügyi hatóságok között szoros együttműködésre van szükség. A vállalkozó számára kell lennie valamilyen ösztönzésnek, hogy adatot szolgáltatson és megvalósuljon az adatcsere, a szerződéseknek pedig új módszerek kialakítását kell ösztönözni. A lényeges adatokat és adatformátumokat definiálni kell, a szerződésben pedig bónuszt kell biztosítani a bizonyított minőségért.

A teljes folyamat digitalizációja

Ha a teljes folyamatot nézzük, digitális pályázati dokumentumokat látunk, digitális tervrajzokat, ott a BIM, az ajánlattételi folyamat, a szerződéskezelés, a felhasznált anyagok típusvizsgálata, az anyagkezelés, a berendezések kezelése, a berendezések használatának regisztrálása, a tervezés, a GIS (Geographic Information System), a minőség-ellenőrzés, valamint a már használatban lévő út esetén a burkolat működési jellemzői (lásd 1. ábra). Az összes előbb felsorolt adatot digitálisan tárolják. Ahhoz, hogy ezeket az adatokat előnyös módon tudjuk felhasználni, egy adatbázisban, vagy -rendszerben kellene őket tárolni és egyesíteni.

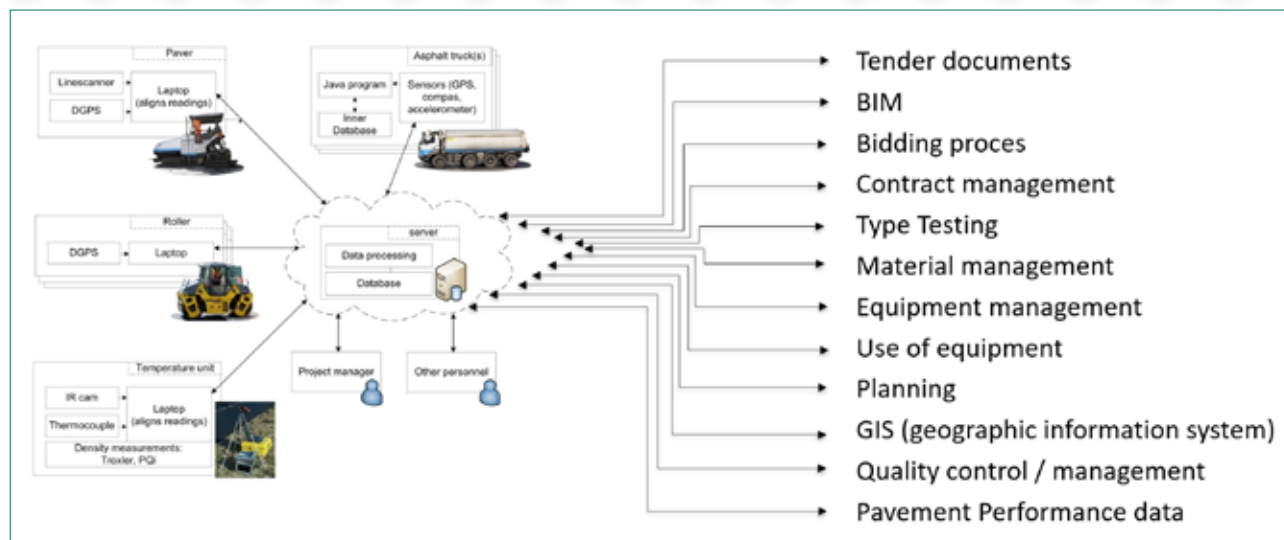
Ahhoz, hogy megvalósítsuk az útépitő szektor digitalizációjához szükséges változásokat, ezen a téren is



4. kép: Naplemek az úton



1. kép: Egy példa az innovációra



1. ábra: A teljes folyamat digitalizációja

szoros együttműködésre van szükség a kivitelezők és az útügyi hatóságok között. Mindkét oldal rendszereinek képesnek kell lennie az adatcserére, valamint meg kell határozni a lényeges adatokat és adatformátumokat.

Önvezető járművek

A jövőben a teherautók közelebb fognak haladni egymáshoz és gyakran ugyanazon a vonalon fognak közlekedni. Ez azt jelenti, hogy az aszfaltburkolat ellenálló kell legyen a nyomvályúképződéssel szemben. Emellett ezeknek a burkolatoknak hosszú élettartamúnak kell lenniük, hogy csökkenthető legyen a karbantartási tevékenységek mennyisége. Az alacsony gördülési ellenállású (Low Rolling Resistance) útburkolat jobb az elektromos autók akkumulátor élettartamának szempontjából. Hosszabb távolságokat képesek megtenni.

Manapság nagy figyelem kíséri az önvezető járműveket, de szinte egyáltalán nem fordítanak figyelmet a burkolatokkal szembeni követelményekre, amelyeken majd ezek a járművek közlekedni fognak a jövőben. Ahhoz, hogy felkészüljünk az önvezető járművekkel való közlekedésre, a közúti ágazatnak egy ennek megfelelő úttérképre van szüksége. Az önvezető járműveknek kialakított közúti inf-

rastruktúráról, valamint a leendő utakról, amelyeket erre a célra kell megépíteni. Az útügyi hatóságok és az útépítésben résztvevők együtt kell, hogy dolgozzanak ezen térkép kialakításán szoros együttműködésben és szakmai egyeztetéssel, párbeszéddel, hogy meghatározzák a leendő út(felület)re vonatkozó követelményeket.

Innováció

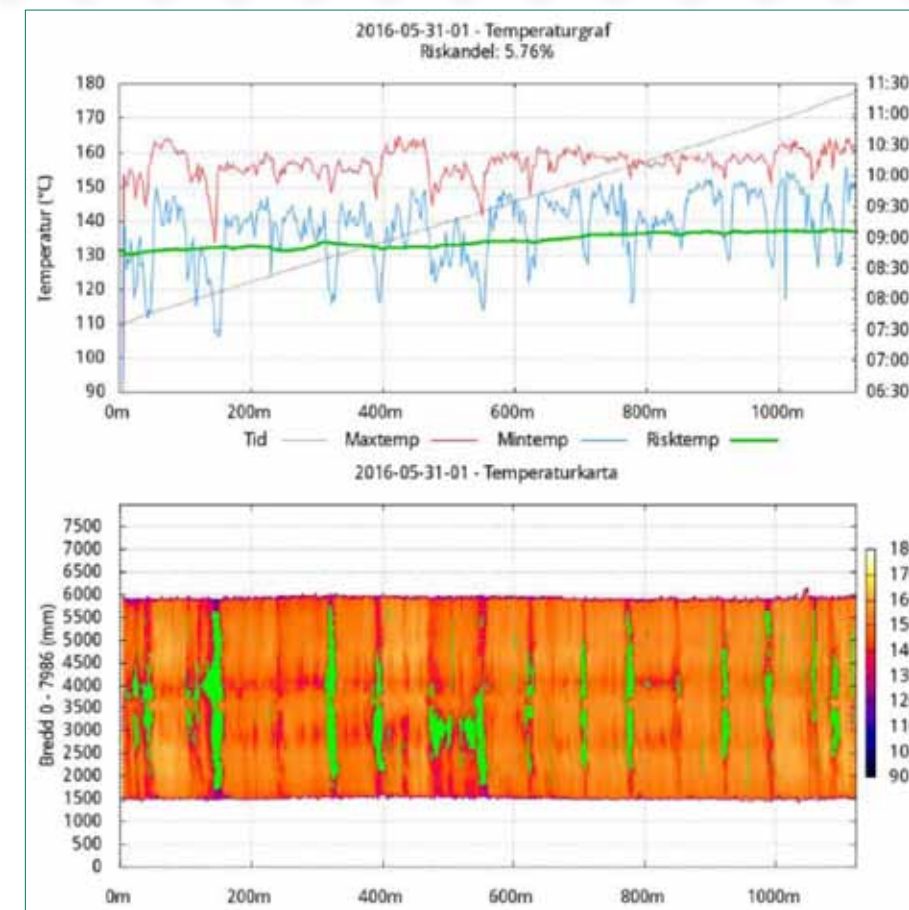
Mint már korábban említettem, az innováció létfontosságú az aszfaltszektorban. De innováció csak akkor valósul meg, ha az aszfaltgyártó számára jelen van valamilyen innovációra ösztönző dolog. Ezért az útügyi hatóságoknak ilyen ösztönzéseket kell kidolgoznia az aszfaltipar számára, hogy innovatív megoldások szülessenek az alábbi területeken: az aszfaltburkolat teljesítményének és robusztusságának javítása, a legújabb technológiák, illetve innovatív termékek használata, a termelékenység növelése, a minőség javítása, kiváló minőségű termékek szállítása, illetve átvétele, valamint a kiválóság jutalmazása. Az aszfaltkivitelezők ösztönzése nélkül nem fog megvalósulni innováció.



5. kép:
Egy példa az innovációra



6. kép: Infravörös szkennerek az aszfalt felületi hőmérsékletének mérésére



2. ábra: Példa a finisher padja mögött mért aszfalthőmérsékleti eredményekre

Példa egy bevált technológiára

Egy bevált technológia példája, amely ösztönzi az aszfaltgyártót az innovációra, javítja a beépített aszfalt minőségét, valamint tartósabb burkolatot biztosít az útügyi hatóság számára: az infravörös szkennerek használata, ami méri az aszfalt hőmérsékletét a finisher padja mögött. Svédországban és Norvégiában ez az infravörös szkennelési mód-

szer (IR = InfraRed) benne van a szerződésekből, hogy mérjék az aszfalthőmérsékletet egységesen közvetlenül a pad mögött. A kivitelező bónuszt kap, ha az aszfalt hőmérséklete a finisher padja mögött egységes, és büntetést kell fizetnie, amennyiben nem az; ezeket a nem egységes területeket kockázati területeknek („Risk areas”) nevezik. Az útügyi hatóság érve arra, hogy miért kéri ezt, a nyereség megosztása („splitting the profit”). Mindkét fél számára előnyös, ha az aszfalt hőmérséklete a finisher padja mögött egységes. Mindez még az útburkoló munkásokat is arra ösztönzi, hogy kitűnő munkát végezzenek.

Következtetések

Ha aszfaltiparként haladást akarunk elérni, és vonzó akarunk maradni, hogy fenntarthatók és innovációképesek legyünk, mint aszfaltszektor, közösen kell dolgoznia a szakma minden szegmensének. Ez azt jelenti, hogy az aszfaltgyártók (szövetség) és az útügyi hatóságok együtt kell, hogy dolgozzanak, hogy megtalálják annak a módját módjait és lehetőségeit, hogy az aszfaltipar vonzó, fenntartható és innovatív legyen. Ha most nem fogunk együttműködni, elavult és nem vonzó iparággá fogunk válni, amelynek kevesebb leendő tanulója lesz, kevesebb ember lesz elérhető az útügyi hatóságok, vállalkozók, kivitelezők, szaktanácsadók stb. számára és el fogjuk veszíteni a jövőnket.



Alapréteg-keverékek magasabb kötőanyag-tartalommal

Jiří Fiedler

Tudományos munkatárs
Road Contractors Association
Cseh Köztársaság



Tartalmi kivonat

A magasabb bitumentartalom javítja az aszfaltkeverék fáradási ellenállását, de egyes esetekben kisebb merevséghez vezethet. Az alapréteg-keverék fáradására gyakorolt hatás általában dominál, és a burkolat kialakítása kevésbé költséges lehet. Ezért használták az USA-ban egyes területeken a Rich Bottom Layer (továbbiakban RBL) elnevezésű keverékeket. Az RBL tulajdonságait a cseh kutatási projekt, a CESTI keretében vizsgálták. A kutatás során nyert egyes, az RBL-re vonatkozó eredményeket már közzétettek. Az új információkat itt mutatjuk be.

1. Bevezetés

Általános tendencia, hogy növeljük a nagy forgalmú közúti terhelésnek kitett burkolatok élettartamát. Az ilyen burkolatokat gyakran hívjuk hosszú élettartamú burkolatnak „long life pavement” Európában, vagy az USA-ban örökös burkolatnak „perpetual pavement”. Az aszfaltkeverék fáradásából adódó burkolati problémák csökkennek, illetve elkerülhetők. Ez megvalósítható vagy modifikált bitumen használatával, vagy a keverékben a kötőanyag-tartalom növelésével.

Mix type		AC 16 base	AC 16 RBL	AC 16 base	AC RBL
Binder type		50/70		PMB 25/55-60	
Binder content B _{mass}	%	4,1	4,6	4,1	4,6
Binder content B _{vol}	%	9,7	11,1	9,7	11,0
Density ρ _{bssd}	Mg/m ³	2,505	2,533	2,496	2,527
Maximum density ρ _{max}	Mg/m ³	2,659	2,648	2,659	2,648
Void content V _m	%	5,8	4,3	6,1	4,6
Bitumen filled voids VFB	%	62,6	72,0	61,3	70,6

1. táblázat: A vizsgált keverékek térfogati jellemzői

Az USA-ban és Kanadában használtak magasabb kötőanyag-tartalmú alapréteg-keverékeket egyes területeken. Ezeket „Rich Bottom Layer”-nek (RBL), vagy „Fatigue Resistant Layer”-nek (FRL) hívják. Általában ajánlott 0,5%-kal több bitument használni, mint a hagyományos keverékekben [Newcomb et al, 2010]. RBL keverékeket vizsgáltak a Cseh Köztársaságban az átfogó kutatási projekt, a CESTI keretében, a prágai Cseh Műszaki Egyetem (CTU), a Brno Műszaki Egyetem (BUT), az Eurovia CS a.s., valamint néhány másik közúti és ipari cég, illetve vállalat közreműködésével. Ez a cikk csak a CTU, a BUT és az Eurovia Services beszámolóiból származó információkat tartalmazza. A CESTI projektről szóló lényegi információk megtalálhatók a <http://www.cesti.cz/index.php?en=en> és http://www.cesti.cz/podklady/CESTI_activities.pdf oldalakon.

Bemutatták néhány a CESTI által vizsgált standard és RBL keverék teljesítménytulajdonságait a XVII. HAPA konferencián és a [Fiedler J., 2016] publikációban, amelynek fókuszában a fáradási ellenállás, és annak a burkolat tervezésére gyakorolt hatása állt. Az RBL jobb fáradási ellenállását mutatták ki. Néhány 2017-ben és 2018-ban kapott eredményt bemutatunk ebben a cikkben. Ezek magukban foglalják az RBL merevségi modulusának az aszfaltbetonhoz (AC) viszonyított mestergörbét, a cseh burkolattervezési módszer jövőbeli megújításához javasolt jellemzőket, az RBL gazdasági értékelését, valamint a 2016-ban megvalósított kísérleti szakaszról szóló beszámolót. Röviden megemlítenk újra néhány, a [Fiedler J., 2016] cikkben már ismertetett eredményt, a korábbi és az új adatok, információk összekapcsolása érdekében.

2. Vizsgált keverékek

A CESTI projekt során kétféle alapréteg-keveréket vizsgáltak. Az egyik 50/70 útépitési bitumennel készült, a másik PMB 25/55-60 bitumennel. Mindkét keveréket 2 x 50 Marshall ütessel tömörítették. Az útépitési bitumennel készített keverékek 150°C, míg a PMB keveréket 160°C hőmérsékleten tömörítették. Ezen keverékek térfogati jellemzői az 1. táblázatban láthatók.

A 2016-ban a fáradás szempontjából vizsgált keverékek összetétele közel azonos volt a 2017-ben és 2018-ban elvégzett merevségi vizsgálatokhoz használt keverékek összetételével.

3. Fáradási tulajdonságok

Az EN 12697-24 szabvány szerint a trapéz alakú mintákon (2 PB) végzett fáradási vizsgálatot a laboratóriumban 25 Hz frekvenciával 10°C-on végezték a

	ACP PMB 2015	RBL PMB 2015	RBL PMB 2016	RBL 2015+2016
B=1/b	5,7	6,0	6,2	6,1
ε _o (mm/m)	112,6	119,1	129,5	123,6
γ _{up}	1,31	1,15	1,16	1,17
Dε _o (mm/m)	11,4	6,4	6,7	4,9
ε _{omin} = ε _o - Dε _o	101,2	112,7	122,8	118,7
SN _{N/ε}	0,399	0,227	0,244	0,25
R ²	0,878	0,885	0,926	0,89
Number of spec.	20	18	14	32

2. táblázat: PMB-vel gyártott keverékek fáradási paraméterei [Fiedler J., et al, 2017]

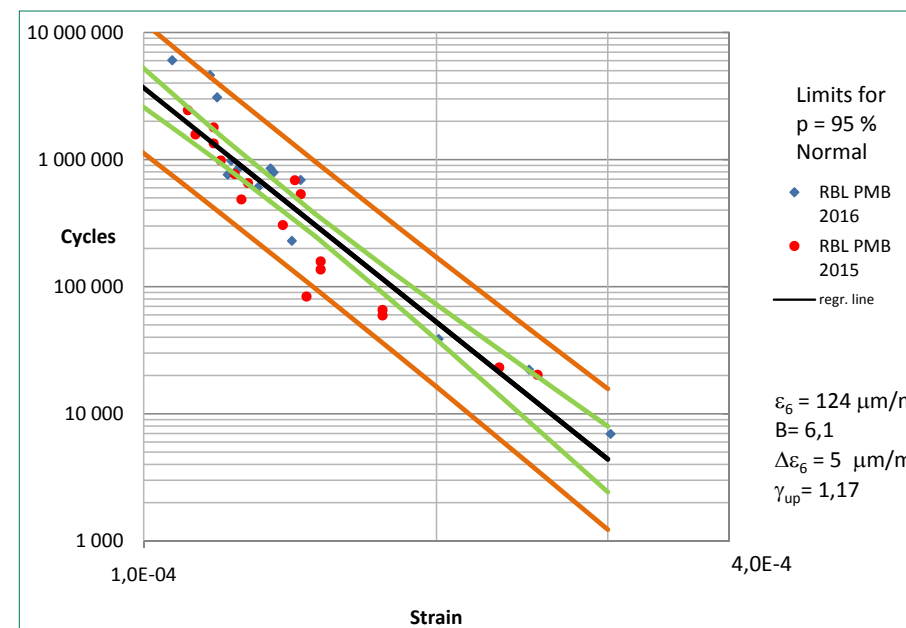
VUT Brno laboratóriumban. Az 50/70 bitumennel gyártott RBL fáradási jellemzői sokkal jobbakk voltak, mint az AC alaprétegé. Az AC réteg fáradási paramétere ε_o = 82 μm/m (microstrain) volt, az RBL fáradási paramétere viszont 109 μm/m. Az eredményeket a [Fiedler J., 2016] cikkben mutattuk be. Az RBL és a PMB-vel előállított AC közötti különbség kisebb volt. Mindkét keveréktípus eredményeiről beszámoltunk a [Fiedler J., et al., 2017] cikkben.

A PMB-vel gyártott aszfaltkeverékek eredményeit jelen cikkben csak röviden mutatjuk be. A 2016-ban vizsgált RBL-keverék fáradási paramétere magasabb volt, mint a 2015-ben vizsgálté (lásd 2. táblázat, illetve az 1. ábra).

A 2. táblázat ε_o, Dε_o és b paraméterei az EN 12697-24 szabványban vannak meghatározva aszfaltkeverékek fáradásának leírásához. A B fáradási vonal görbéje, valamint a gúp együttható a cseh burkolattervezési eljárásban használatos, a TP 170 műszaki előírás alapján.

Az RBL fáradási ellenállásának kétféle vizsgálatból származó statisztikai értékelése látható az 1. ábrán. Az ábra tartalmazza az alsó és felső határértékeket is.

A CESTI kutatás során mért ε_o -értékek alacsonynak



1. ábra: Az RBL fáradási ellenállásának statisztikai értékelése [Fiedler J., et al, 2017]

tűnhetnek azok számára, akik ismerik a Magyarországon alkalmazott négy pontos hajlítási fáradási vizsgálatok (4 PB) eredményeit. Sajnos számos, az EN 12697-24 szabványban meghatározott fáradási teszt hoz egy mástól eltérő eredményeket. Ez az oka annak, hogy különböző korrekciós együtthatókat kell alkalmazni a különböző fáradási vizsgálatokon alapuló nemzeti tervezési módszerekben. Ezt tárgyalta a [Fiedler J., 2016] cikk. Az EN szabványnak megfelelő 4 PB során tapasztalt, 2 PB-nél nagyobb fáradási ellenállás elsősorban a magasabb vizsgálati

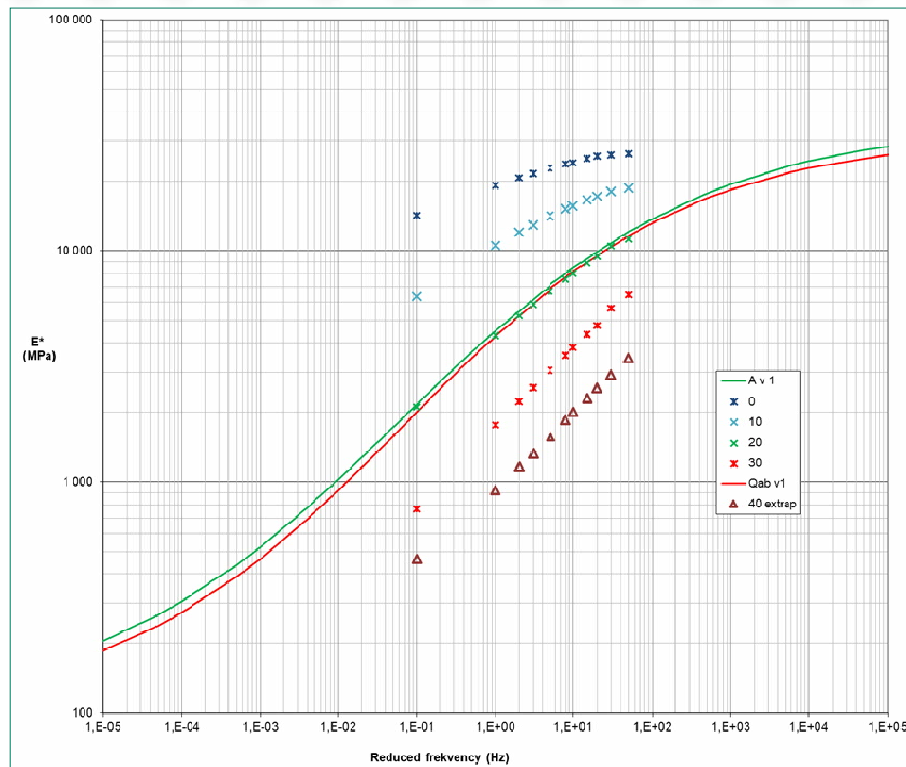
hőmérsékletnek köszönhető [Puchard Z., et al., 2012].

4. Az RBL és az AC keverékek mestergörbéi

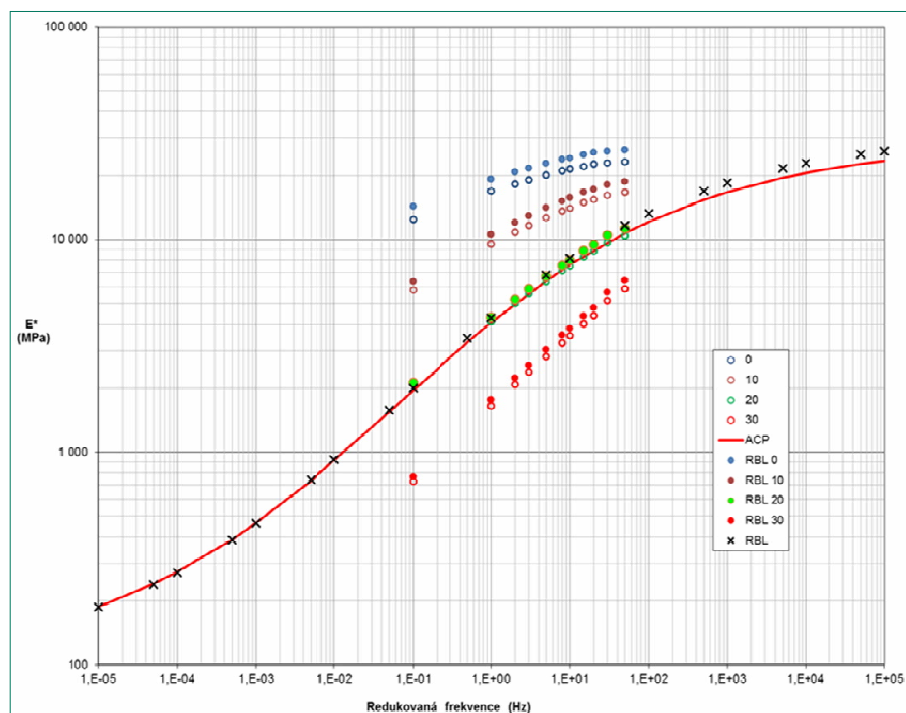
Az RBL alapkeverékeket az Eurovia-nál gyártották. A merevséget a CTU laboratóriumban vizsgálták az EN 12967-26 szabványnak megfelelően 4 PB alkalmazásával f=0,1–50 Hz frekvencián, és T=0–30°C hőmérsékleti tartományban. A magasabb hőmérséklet alkalmazása gyakran nem ajánlott a 4 PB vizsgálat esetén, mivel magasabb vizsgálati hőmérséklet esetén a nemlinearitás, vagy a támaszok melletti csúszás hatással lehet a vizsgálati eredményekre. Sigmoid mestergörbét hoztak létre az Eurovia-nál, a kiterjesztett US Master Solver program használatával (eredetileg Ramon Bonaquist hozta létre). A CESTI projekt által végrehajtott módosítások a programban tartalmazzák a másodfokú eltolódási tényező használatát is, a 2016-ban publikált, AGPT-T274-16 „A bitumenes keverékek hajlítási merevségének és fáradásának jellemzése” című ausztrál specifikációban javasolt formában. A sigmoid görbék kialakításáról szóló információ a US szakirodalomban, valamint a [Tóth C., Ureczky J., 2010] cikkben található.

Ezért mutatjuk be itt csak az eredményeket.

Az első számítás E_{min} mint változóval végeztük el. Ugyanakkor a mestergörbe egyenes vonalú maradt még nagyon alacsonyra csökkentett frekvenciák esetében is. Ezért további számításokat végeztünk el tetszőlegesen választott $E_{min}=100$ MPa használatával. Az extrapolált izoterm 40°C-on (a sigmoid paramétereiből kiszámítva) enyhén ívelt lesz alacsony frekvencián. Ez megfelel az ásványi váz magasabb hőmérsékleten megnövekedett szerepének, amikor a bitumen lágyabb lesz. Az Arrhenius (Av) szerinti elmozdulási tényező és a másodfokú (Qab) görbe közötti különbség kicsi. Ahogy várható volt, az eltolódási tényező hőmérséklet-



2. ábra: Mestergörbék és izotermák RBL esetén [Fiedler J., et al., 2018]



3. ábra: Mestergörbék RBL és AC alaprégteg esetén [Fiedler J., et al., 2018]

függvénye (jelen cikkben nem mutatjuk be) majdnem lineáris volt Arrhenius képlettel, és ívlebb volt alacsonyabb és magasabb hőmérsékleteken, amikor négyzetes eltolást használtunk (valamivel jobb statisztikai paramétereket kaptunk Qab esetén, mint az R^2 vagy a becslés standard hibája).

A 3. ábra mutatja az RBL és AC alaprégteg összehasonlítását. Az RBL nagyobb merevsége alacsonyabb vizsgálati hőmérsékleten (amikor a keverék leginkább rugalmasan

viselkedik) az RBL alacsonyabb szabadhézag-tartalmának a következménye. Az RBL és AC merevsége közti különbség $T=30^\circ\text{C}$ hőmérsékleten kicsi. Az RBL alacsonyabb szabadhézag-tartalmának hatását valószínűleg ellensúlyozza a kötőanyag viszkozitásának csökkenése. Az RBL merevsége valamivel kisebb lehet 40°C körüli hőmérsékleteken. A szakirodalomban publikáltak már néhány olyan vizsgálati eredményt, ahol az RBL merevsége tengelyirányú összenyomódási tesztben hengeres mintákon 54°C -on egyértelműen kisebb volt, mint az AC alaprégteg értéke. 2019-ben összenyomódási vizsgálatokat terveztünk 40°C -os hőmérsékletig a CTU laboratóriumában. Egyébként ezek a hőmérsékletek az alaprégtegben rendkívül ritkák a mi éghajlati viszonyaink között. Ezért ajánlott ugyanannak a tervezési modulnak az alkalmazása a burkolattervezés során RBL és AC esetén is [Fiedler J., et al., 2018].

5. RBL paraméterek javaslata a burkolat tervezésekor

A cseh burkolattervezés módszerében a relatív tönkremenetelt hagyományosan úgy számítják ki, mint a tervezési időszak összes forgalmának TNV_{cd} és a kiszámított megengedett forgalomnak $TNV_{cd,lim}$ az arányát, mindkettő a nehéz járművek egyenértékű forgalmi intenzitásával számítva (B.10.6 képlet a TP 170 alapján).

$$(1) \frac{D_{cd}}{D_{lim}} = \frac{TNV_{cd}}{TNV_{cd,lim}}$$

A „cd” index azt jelenti, hogy ez a teljes tervezési időszak mennyisége. A TP 170 műszaki előírásban van egy képlet (B. 4. 3) arra, hogy kiszámítsuk a nehéz járművek egyenértékű forgalmi intenzitását 8 különböző járműtípusra vonatkozó korrekciós együtthatók alkalmazásával. A B.4.10 képlet kiszámítja az egyenértékű egytengelyes terhelést N_{cd} a TNV_{cd} értékéből, C_s , C_f és C_d együtthatók használatával. (A cseh műszaki előírás, TP 170 szövege cseh nyelven elérhető a http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_170.pdf oldalon).

A számítási eljárás zavaró lehet más országok technológusai számára, mivel a relatív tönkremenetelt általában csak az egyenértékű egytengelyű tervezés (ESAL) előrejelzett számának N , és a fáradási egyenletből nyert, az ESAL megengedett értékének N_{lim} az arányaként fejezik ki.

Ez az oka annak, hogy a D_{cd} -re vonatkozó 1. képlet ebben a dokumentumban át van rendezve. A TP 170 B.10.1 képlete bizonyos terhelési rendszerre érvényes, itt egy tervezési részidőszak és annak feltételei szerepelnek a (2) képletben. Az „i” index a (2) képletben speciális terhelési rendszert jelent, a „j” index pedig speciális időszakot vagy feltételeket. Így a tervezett egytengelyes terhelésnél (100 kN) figyelembe vett relatív tönkremenetel és a teljes tervezési periódus a (3) képlettel kifejezhető.

$$D_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_{ij,lim}} \quad (2) \rightarrow$$

$$D_{100cd} = \frac{N_{100cd}}{N_{100cd,lim}} \quad (3)$$

A (4) képlet a teljes tervezési időszakra megengedett terhelésszámmra vonatkozik $N_{100cd,lim}$.

$$N_{100cd,lim} = \frac{10^6}{\gamma_d} \left(\frac{\gamma_u \gamma_D \epsilon_6}{\gamma_{up} \epsilon} \right)^B \quad (4)$$

Az ϵ_6 és B paramétereket a fáradási vizsgálatból, vagy a TP 170 műszaki előírás szerinti tervezési paraméterekkel rendelkező táblázatokból nyerjük. Az aszfaltrétegek ϵ feszültségét a tervezett tengelyterhelésből lehet kiszámítani a rétegelt lineáris rugalmassági elméleten alapuló program alapján. A (4) képlet az EN 12697-24 szabványban lévő fáradási képletek átrendezését jelenti. Ennek eredetét és előnyeit a „Fáradás és annak alkalmazása a burkolattervezésben” témájú tanulmányosorozat 2. részében találhatjuk [Fiedler J., et al., 2013]. A keverék fáradási ellenállását a (4) képletben részleges megbízhatósági együtthatók korrigálják. „A fáradási teszt alkalmazási együtthatója” γ_u egy olyan eltolódási tényező, amely a folyamatos terheléssel vizsgálgó laboratórium és a valóság közötti különbséget fejezi ki, ahol a járművek terhelési szakaszai között nyugalmi szakaszok vannak, γ_D a „repedések tervezett szintje”, amely függ az út besorolásától (több repedés megengedett helyi utakon), γ_d pedig az

Fatigue parameter @15 °C			Asphalt mixture
Class EN	ϵ_6 μm/m	B	
Fat _{cd,min135}	135	5,0	High modulus mix with PMB or MG, E = 9 000 MPa @15 °C
Fat _{cd,min125}	125		High modulus mix road bitumen, E = 9 000 MPa @15 °C
Fat _{cd,min100}	100		AC base E = 7 500 MPa @15 °C
Fat _{cd,min110}	110	5,0	RBL for base layer road bitumen, E = 7 500 MPa @15 °C
Fat _{cd,min120}	120		RBL for base layer PMB, E = 7 500 MPa @15 °C

3. táblázat: Meglévő és javasolt paraméterek a TP 170 műszaki előírásban

elméleti modell megbízhatóságát fejezi ki. Az γ_u , γ_D , γ_d és γ_{up} értékei meg vannak határozva a TP 170 műszaki előírásban.

A [Fiedler J., et al., 2018] cikkben javasolt a TP 170-ben meghatározott RBL paraméterek csak ϵ_6 és B . Feltételezzük, hogy a szórás együttható tervezési értéke γ_{up} azonos RBL és AC vonatkozásában, még akkor is, ha a megvalósított vizsgálatokban alacsonyabb volt az RBL esetében (lásd 2. táblázat). Hasonló γ_{up} értékbeli különbséget kapunk az 50/70 útépitési bitumennel készített keverékekről a [Fiedler J., 2016] cikkben.

A γ_{up} alacsonyabb értéke RBL esetén vélhetően helyes, mivel magasabb kötőanyagtartalma és alacsonyabb szabadhézag-tartalma révén csökkennie kell a szórásnak a fáradási vizsgálatban. Az a probléma, hogy a γ_{up} 2004-ben a TP 170 műszaki előírásban (korlátozott számú fáradási tesztből) meghatározott értéke valószínűleg túl alacsony és túlbecsüli a fáradási ellenállást. Erre reflektálni kellene a TP 170 jövőbeni elkészítésekor.

Voltak problémák az RBL tervezési értékeinek kiválasztásában a TP 170 megfogalmazásakor. Ennek oka, hogy a Cseh Köztársaságban a 2 PB fáradási vizsgálatot 10°C -on végezzük, de az ekvivalens tervezési hőmérséklet 15°C , így a kapott fáradási paramétereket nem lehet közvetlenül felhasználni a tervezési paraméterek kiválasztásához. 10-ről 15°C -ra történő változtatást kell alkalmazni. Ennek magyarázata megtalálható a [Fiedler J., 2016] cikkben.

Mivel a saját vizsgálataink száma korlátozott volt, és eltérés volt a 2015-ös és 2016-os eredmények között, éves beszámolóinkban – [Fiedler J., et al.? 2018] – a szakirodalomban található, RBL keverékekre vonatkozó fáradási vizsgálatokat is elemeztünk. Vizsgálataink eredményei és a szakirodalomban talált információk bizonyították, hogy a PMB-vel készített keverékek jobb fáradási ellenállással rendelkeznek. Ezt a különbséget azonban jelenleg csak a magas modulusú aszfaltbeton (High modulus asphalt concrete/ HMAC, cseh nyelven az ezen keverékekre használt rövidítés VMT) esetén alkalmazzák, a 2010-ben kiadott „Kiegészítés a TP 170 műszaki előíráshoz” című dokumentumban. Ugyanazokat a fáradási paramétereket feltételezi a TP 170 az útépitési bitumennel és a PMB-vel gyártott AC alaprégteg esetén, ami nem logikus. Azt terveztük, hogy a TP 170 következő felülvizsgálata során az ϵ_6 magasabb tervezési értékét rendelik hozzá a PMB-vel gyártott AC alaprégteghez.

Egy másik nehézség a tervezési paraméterek megfogalmazásában a fáradási görbe kiválasztásával függ össze. $AB=5,0$ érték használatos a TP 170 műszaki előírásban minden keverékhez (mint Franciaországban), még akkor is, ha ismert, hogy a PMB-vel gyártott keverékek általában meredekebb B görbével rendelkeznek. Ezt bizonyították például Szlovákiában, 4 PB fáradási vizsgálat segítségével – lásd 47. oldal a [Říkovský et al., 2015] tanulmányban. Kísérleteinkben mi ezt az eredményt kaptuk PMB-vel gyártott RBL esetén is (lásd 2. táblázat). Mi azonban úgy döntöttünk, hogy megtartjuk a $B=5,0$ értéket RBL esetén is. Kompenzálhatja azt a helyzetet,

amikor az RBL, illetve AC ϵ_c értéke közti különbség kissé alacsonyabb lesz, mint amit a TP 170 műszaki előírásba javasoltunk. Végül, de nem utolsósorban az RBL keverékhez ajánlott értékeknek az egyéb keverékek tervezési értékeihez kell kapcsolódniuk, amik a jelenlegi TP 170 táblázataiban találhatók, mivel a TP 170 értékeinek módosítása kutatási feladatunk körén kívül esik a CESTI projektben.

Az összes említett szempont figyelembevételével a 3. táblázatban található paramétereket javasoljuk a [Fiedler J., et al., 2018] cikkben.

6. Az RBL gazdasági értékelése

Az RBL keverékek gazdasági értékelését elvégeztük a [Fiedler J., et al., 2018] éves értékelésben. Az elmúlt években tapasztalható jelentős nyersolajár- és bitumenár-változások miatt az értékelés bonyolult. A bitumengyártók nem adják meg áraikat a honlapjukon. Mivel az árak az egyes országokban eltérők lehetnek, ennek az elemzésnek csak az elvét mutatjuk be ebben a cikkben. $\pm 30\%$ -os feltételezett bitumenár-változást használtunk. Eltérések vannak a polimer-árak tekintetében is, ami befolyásolja a PMB gyártási költségeit. Ellenben az adalékanyagok ára viszonylag stabil. Elemzésünkben az AC alapréteg feltételezett kötőanyagtartalma 4,1%, az RBL esetén pedig 4,6% volt.

Az RBL keverék ára 7%-kal volt magasabb útépítési bitumennel, és 8%-kal PMB használata esetén, átlagárakkal számolva. A különbség 1 százalékponttal nőtt, ha megnövekedett bitumenarat és csökkent adalékanyagárat feltételeztünk.

Az RBL-re vonatkozó tervezési érték $\epsilon_c = 10 \mu\text{m}/\text{m}$ javasolt növelése a TP 170-ben előírt módszerrel a tervezési élettartam 50%-os növekedéséhez (lásd 4 képlet és a 3. táblázat paraméterei), vagy az aszfaltréteg vastagságának 20 mm-es csökkenéséhez ($\approx 10\%$ -os vastagság-csökkenés) vezet. Így az RBL használata költséghatékony kell legyen, mivel az RBL vastagsága csak kis része az aszfaltréteg teljes vastagságának.

7. Megjegyzések a kísérleti szakasszal kapcsolatban

A kísérleti szakaszt az I/26 számú úton valósították meg Pilsen közelében, 2016-ban. A kísérleti szakaszon az RBL réteggel az aszfaltrétegek teljes vastagsága 180 mm volt (beleértve az RBL 60 mm-es vastagságát). Az AC alapréteggel megépített referenciaszakasz esetén, amit ugyanabban az időben építettek, az aszfaltrétegek teljes vastagsága 210 mm volt. A részleteket a nemzeti konferencián a [Stoklások S., Fiedler J., Bureš P., 2017] tanulmányban ismertették. A teljes előrejelzett forgalom $N_{ed} \approx 10$ millió egytengelyes 100 kN terhelés 25 év alatt. Az RBL-keverék gyártása és beépítése gond nélkül valósult meg. A magmintákon, illetve a nukleáris aszfalt-sűrűségmérőn mért szabadhézag-tartalom a 3–6% tartományban volt. Az RBL-es szakasz egy viszonylag kis részén sajnos alacsony, 2%-os szabadhézag-tartalmat mértek.

Az állandó alakváltozás bizonyos kockázatát nem lehetett kizárni a nagyon forró nyári napok rövid időszaka alatt, különösen, amikor a teherautók időnként megálltak a kereszteződések előtt, vagy a forgalmi dugó miatt. Az RBL réteg teteje 120 mm-rel van az útfelszín alatt. A kísérleti szakaszt szemrevételezéssel figyelték meg. A forró

nyári időjárás ellenére a burkolat felületén állandó alakváltozás nem volt megfigyelhető. (A legmelegebb időszak 7 egymást követő napon volt, 2018.07.20.–08.04. A napi $T_{max, air}$ ebben az időszakban 33–36°C volt, 34,6°C -os középhőmérséklettel). A kísérleti szakasz megfigyelése, monitorozása a jövőben folytatódni fog.

8. Következtetés

A CESTI kutatási projekt keretében végzett RBL-lel kapcsolatos munka 2019 végén befejeződik. Értékeljük ezen keverékek reológiai tulajdonságait. Az eredmények azt mutatják, hogy ezen keverékek használata gazdaságos. Tervben van a TP 170 műszaki előírás általános megújítása, felülvizsgálata. Ezt a lehetőséget fel lehetne használni arra is, hogy az RBL bekerüljön a cseh előírásokba, amelyek lehetővé teszik ezen keverékek gyakorlatban történő felhasználását.

Irodalom

- Fiedler J., A bitumentartalom hatása a keverék teljesítményére és a burkolat tervezésére, Aszfalt 2016, page 73-77, http://hapa.hu/assets/files/2016_1_teljes.pdf
- Fiedler J., Bures P., Kaspar J., Sykora, M. Hyzl, P. (2017) Performance Properties of Asphalt Mixes for Rich Bottom Layers (RBL), In: International Conference on Building Up Efficient and Sustainable Transport Infrastructure (BESTInfra), Book Series: IOP Conference Series-Materials Science and Engineering, Vol.: 236, Article No: UNSP 012004, Prague, Czech Republic, Sept. 21-22, 2017, WOS, DOI: 10.1088/1757-899X/236/1/012004
- Fiedler J., Žák J., Mondschein P., Jarušková D., Statistical evaluation of fatigue tests of asphalt mixes and their application in the pavement design (In Czech), Journal "Silnice mosty" No 3 and 4 /2013, 1 and 2/2014
- Fiedler J., Bureš P., Ředina J., Mixes for the base layer with higher binder content (Rich Bottom Layer), (In Czech), WP1 1.01, Annual Report of CESTI research project, Eurovia Services, 2018
- Newcomb, D. et al., Perpetual pavements: A Synthesis, APA 2010, http://www.asphaltroads.org/assets/_control/content/files/Perpetual_Pavement_Synthesis.pdf
- Puchard Z., Gorgenyi A., Hungarian experience with different bending devices, 2 point and 4 point, 3rd 4PBB Conference 2012, http://www.civil.uminho.pt/4pb/conference3/Puchard_Gorgenyi.pdf
- Říkovský V., et al., Comprehensive analysis of the basic principles of pavement design (In Slovak), 2015, table on page 47
- https://www.ssc.sk/files/documents/technicke-predpisy/rozborove_ulohy/2015_ru_navrhovanie_vozoviek.pdf
- Stoklások S., Fiedler J., Bureš P., The first use of the rich bottom layer (RBL) in the Czech Republic, (In Czech), Conference Asphalt pavements AV 17, Č. Budějovice 2017,
- Tóth C., Ureczky J., Determination of master curves for asphalt mixtures by means of IT-CY tests, 2010, doi: 10.3311/pp.ci.2010-2.09 web: <http://www.pp.bme.hu/ci>

Az aszfaltipar kihívásai és lehetőségei új technológiák (öngyógyulás/Self-Healing) bemutatásával

Gülay Malkoç



Turkish Asphalt Contractors Association/
Török Aszfaltgyártók Szövetsége

Az elmúlt évszázadban a technológiai fejlődés felgyorsult és az internet széleskörű használatával, valamint a tudáshoz való egyszerű hozzáférés segítségével egyre magasabb szintre kerül. Az okos technológia fejlődésével az emberi szempontok és viselkedések jelentősen megváltoztak. Az okos software-k, okos telefonok, okos házak, sőt okos autók nagyon népszerűvé válnak. Ezek a fejlesztések, valamint széleskörű használatuk megváltoztatta az emberi viselkedést és elvárásokat. Mostanában megfigyelhető, hogy a kormányok digitális revolúciót hajtanak végre az állampolgáraikat érintő rendszerekben, az iparágak megújítják és modernizálják gyártási rendszereiket, az új piac számára előállított termékek minősége és mennyisége egyre népszerűbb és egyre fontosabb, ahogy a befektetések felhasználása is. Másrészt ezeket a fejlesztéseket a fenntarthatósági követelményeknek megfelelően kellene megvalósítani. Ebből a szempontból egyre fontosabb a „megfelelő” készség fenntarthatósági szemléletű használata, mint például termék, gyártás, finanszírozás, módszerek stb. Ez az új, fenntarthatóság-alapú megközelítés az összes iparágra, így az aszfaltiparra nézve is bizonyos hatással van, mint az látható az alábbi ábrán:

Új szabályozás

Az új EU szabályozások előírják a termékek biztonságos használatát, a CO₂-kibocsátás, a zajkibocsátás, energiafelhasználás, a hulladék csökkentését, több újrahasznosítást, a burkolatok élettartamának növelését, mindezt a fenntarthatósági szemléletnek megfelelően.

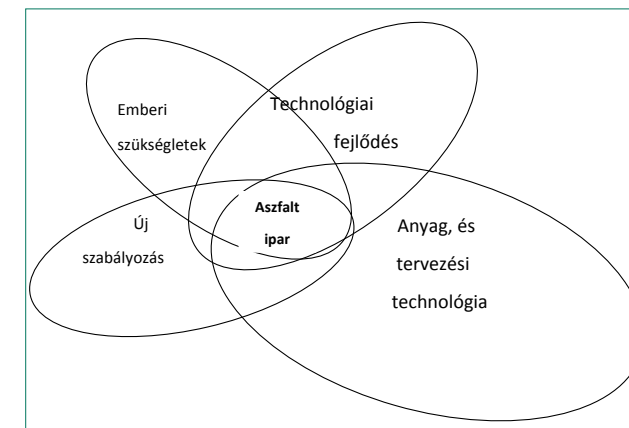
Az alábbiakban néhány ilyen szabályozás olvasható:

- Európai stratégiák (beszámoló, 2011)
- Közúti infrastruktúra biztonsági irányítása (Safety Management)

- Úton egy körkörös gazdaság felé (Circular Economy)
- Az alagútbiztonsági irányelv felülvizsgálata
- Zöld közbeszerzés
- Környezeti zajról szóló irányelv
- Építési termékszabályozás (Construction Product Regulation)
- EU-ETS (Emission Trade System) Kibocsátáskereskedelmi rendszer
- Szállítás-kutatás
- Hulladék-keretirányelv
- REACH (A vegyi anyagok regisztrálása, értékelése, engedélyezése és korlátozása)
- Vision Zero: Az ország megközelítésének is megfelelő. A „Vision Zero” egy olyan transzformációs szemlélet, amely a biztonság, az egészség és a jólét három dimenzióját integrálja a munka minden szintjén.

A rendelkezésre álló aszfaltipari alkalmazások, amelyek támogatják a fenntarthatóságot

A fenntartható útra vonatkozó igények az alábbiakkal írhatók le: a CO₂ csökkentése, az energiafelhasználás csökkentése, odafigyelés a zajkibocsátásra, több hulladék és visszanyert anyag használata, odafigyelés egészségügyi és biztonsági kérdésekre, az élettartam és tartósság növelése, karbantartási költségek csökkentése stb. Ezen elvárásoknak megfelelően az aszfaltgyártás lehetőségei az 1. táblázatban láthatók:



Meleg keverék (warm mix) alkalmazása (30–40 °C)	• alacsony energiafelhasználás (≈ 30 %) / CO₂-csökkentés • a kötőanyag öregedésének csökkentése • hamarabb megnyitható az út a forgalom számára • rugalmasság hideg időben történő alkalmazás esetén • hosszabb idő áll rendelkezésre a tömörítésre • a dolgozók egészségére gyakorolt pozitív hatások
Hosszú élettartamú burkolatok	• tervezett élettartam: 50 év • energia csökkentése • hosszú távú anyagfelhasználás
Porózus nyitott aszfaltkeverékek	• megakadályozza a túlzott esőzések okozta forgalmi hátrányokat • a járművezetők biztonsága
Visszanyert aszfalt (RAP)	• új anyaghasználat és CO₂-csökkentés • energiamegtakarítás
Vékony rétegek	• kevesebb felhasznált anyag • energiamegtakarítás és CO₂-csökkentés
Másodlagos hulladékanyag csökkentése/ használata	• gumiőrlemény • kohósalak • üveg • tetőfedő zsindely
Környezetbarát anyagok és módszerek használata	• bio-kötőanyagok • figyelembe venni a levegő-talaj-hatást
Az emberi tényezők	• zajcsökkentés • forgalombiztonság • természet és táj tisztelete és védelme • munkavállalók egészsége

1. táblázat: Lehetőségek az ipar számára a fenntarthatóság érdekében

A tartóssággal kapcsolatos kihívások

Az elmúlt évszázadban az olajfinomítási technológia fejlődésével megnőtt a nyersolaj-termékek hatékonysága a nagy értékű termékek – mint például diesel, benzin, kenőolaj – iránti kereslet növekedése miatt, ez pedig azt eredményezte, hogy az olajfinomító technológusok a nehézőlajtermékek helyett a magasabb értékű termékek mennyiségének növelésére koncentráltak. Ez a gyártási technológiában lezajlott változás hatással volt a burkolati bitumen összetételére is (beszámoló, 2016). Ezen változások hatással lehetnek a mérhető bitumenjellemzőkre, beleértve a reológiai összetételt, öregedési profilt és az aszfalt tartósságára vonatkozó kritériumokat, főként a permanens deformálódást, a me-revséget, az alacsony hőmérsékleti törést, a fáradási törést, valamint a tapadást.

Emellett az IMO (International Maritime Organization) nemrég mutatott be egy új szabályozást, amely a tengeri hajókon használt üzemanyag kéntartalmának radikális csökkentését írja elő 2020. január elsejétől, hogy egészségügyi és környezeti előnyök céljából csökkentse a hajókból származó kén-oxid mennyiségét, amely szabályozás a bitumen-iparra is hatással lehet.

Ilyen körülmények között, célként tekintve az aszfalt-burkolat élettartamának növelését és a fenntartási költségek csökkentését, leküzdve a fent említett, bitumennel kapcsolatos problémákat, az aszfaltipar az egyéb rendelkezésre álló módszerek használata helyett kifejlesztett egy új technológiát, melynek neve öngyógyulás (Self-Healing/ SH).

Öngyógyuló módszerek

A széles körben használt viszkoelasztikus bitumen fontos szerepet játszik az aszfaltburkolatban az adalékanyag-részecskék összekötésében. Ezen szerepe által a bitumen alapvető összetevővé válik, amely közvetlenül hat az aszfaltburkolat öngyógyuló potenciáljára. Az aszfaltkeverék öngyógyuló mechanizmusának vizsgálata, valamint az aszfaltok öngyógyuló potenciáljának jobb megismerése sürgető kérdésekké váltak. A bitumen gyógyító viselkedésének átfogó megismerése által várhatóan javulni fog az aszfaltburkolat tartóssága és fenntarthatósága, kevesebb környezeti kár okozásával.

A burkolat tartósságának növelésére jól ismert hagyományos módszerek vannak. De az anyagtechnológiai tudás növekedésével egyes új módszerekre irányuló kutatások biztató eredményeket mutatnak. Különböző öngyógyító módszerek, amelyekről már beszámoltak aszfaltburkolatokkal kapcsolatban, a következők:

- Nanorészecske adalékanyagok
 - Nano-agyag
 - Nano-gumi
- Melegítések

- Indukciós fűtés
- Infravörös fűtés
- Mikrohullámú fűtés
- Rejuvenátor adalékanyagok
- önállóan összeállított monorétegek
- Mikrokapszula
- Üreges rost
- Bekevert szál
- Ionomerek

Öngyógyító módszerek összehasonlítása

Az öngyógyító módszerek előnyeinek és hátrányainak összehasonlítását a következő oldalon lévő táblázat tartalmazza.

Következtetések

A technológia, mint terület, valamint az emberi életben tapasztalható előnyei napjainkban jelentősen növekednek. Az összes iparág igényei változnak, ez pedig új megoldások születéséhez vezet, például az autók teljes autonómiája az interaktív információs rendszerekkel, a folyamatos elektromos töltés lehetősége az utakról. Szükség van néhány változtatásra az aszfaltipar területén is, a technológiai fejlesztések keretében és az új szabályozáshoz való alkalmazkodás céljából. Ahogy az utak rendszeres karbantartási és javítási költségei változnak, úgy változik az útépités és a karbantartás során az új szabályozásnak megfelelően használt javítási módszerek szemléletmódja. Az erőforrások jobb kihasználása érdekében azonban az államok növelték az erőforrás-

gazdálkodás fontosságát. A finomítók is megváltoztatták termelésüket új finomítási eljárásokkal, melynek eredményeként bizonyos változások következtek be a bitumen minőségében. Ez a bitumen-minőségben jelentkező változás okozhat tartósságcsökkenést a burkolatokban. Fontos ezeket az utakat tartósabbá tenni, hogy azok építési-, karbantartási és javítási költségei olyanok legyenek, hogy

a beépített elektronikus anyagok hatékonyabban tudjanak működni romlás, vagy értéksökkenés nélkül. Ezen a ponton úgy véljük, hogy az új útépitési technikák fejlesztései előtérbe kerülnek a tartósabb utak építésében. Ebben az összefüggésben a folyamatban lévő és új kutatások tükrében várható, hogy az öngyógyuló eljárások egyre fontosabbá fognak válni a tartósabb utak építésében.

Módszer		Előnyök	Hátrányok
Fűtés	Mikrohullámú	• gyors, szelektív és egyenletes fűtés • jobb reprodukálhatóság és jobb teljesítmény • megfelel a környezetvédelmi szempontoknak • könnyen áthelyezhető egyik helyről a másikra • több alkalommal visszanyerhető	• magas költségek • nehézségek a penetráció mélységének ellenőrzése során, ami az anyag frekvenciájának és dielektromos tulajdonságainak függvénye • több ismeret és tanulmányozás szükséges mindegyik rendszerrel és geometriával kapcsolatban • le kell árnyékolni, hogy elkerüljük a más berendezésekkel való interferenciát • hatással lehet a test szerveire, különösen magas frekvencia esetén, és robbanás lehetősége áll fenn, pl. illékony reagensek jelenlétében • függ az anyag elektromos vezetőképességétől
	Indukciós	• alacsony hővezetőképességű anyagokat tud melegíteni • könnyen áthelyezhető • gyors, szelektív és egyenletes fűtés • megfelel a környezetvédelmi szempontoknak • több alkalommal visszanyerhető	• használat közben nem lehet adathoz jutni • magas gyártási költség • korlátozott a visszanyerési arány • a gyógyítási mechanizmus sokkal komplikáltabb, mint a hagyományos módszerek • függ az anyag elektromos vezetőképességétől • az öregedés függvényében a gyógyuló kapacitás csökken
	Infra-vörös	• gyors, szelektív és egyenletes fűtés • több alkalommal visszanyerhető	• a gyógyulási mechanizmus lassabb, mint az indukciós gyógyulás • ennél az eljárásnál az adalékanyag hőmérsékletének magasabbnak kell lennie
Rejuvenátor	Önállóan összeállított monorétegek	• jó kompatibilitás • korai szakaszban csökkentheti a felületi repedést és az öregedést	• csak a felső rétegben működik • csak a felszíni repedésnél segít, nem képes jelentősen hatékony hatást kifejteni a felszín alatt 20 mm-nél mélyebben • a rejuvenátorok a burkolat felületi sűrűlódásának jelentős csökkenését tudják okozni, és károsak lehetnek a környezetre is
	Mikro-kapszula	• magas visszanyerési arány • jó kompatibilitás • több alkalommal visszanyerhető	• az egyes mikrokapszulák általában csak egyszer képesek segíteni • a mikrokapszulában lévő rejuvenátor hatóanyag nem elegendő a repedés megszüntetéséhez • további rögzítőszer nem helyezhető el, ha az elhelyezett gyógyítóanyag már tönkrement
	Üreges rost	• nagyobb mennyiségű rejuvenátor eljuttatása a repedésbe, mint a mikrokapszulák esetében • jó kompatibilitás • több alkalommal visszanyerhető • megnövekedett anyagszilárdság • a szálakat a szerkezeti szálak orientációjához igazíthatjuk • a szálak elhelyezhetők az adagolási sorrendben • különböző gyógyító gyanták használhatók fel a szükségletnek megfelelően • különböző aktiválási módszerek használhatók a gyanta keményítésére	• további rögzítőszer nem helyezhető el, ha az elhelyezett gyógyítóanyag már tönkrement • először jó a gyógyulási folyamat, de a rejuvenátor kioldódása csökken az ismétlődő repedésterjedéssel • rosttörés szükséges a javítógyanta felszabadításához • a szálinfiltráció megkönnyítése érdekében alacsony viszkozitási gyantarendszereket kell használni • az öngyógyító gyantákat kiegészítő feldolgozási módszerként kell alkalmazni • az üreges szál átmérője jellemzően nagyobb, mint a hagyományos erősítő szálaké
	Bekévert szál	• magas visszanyerési arány • jó kompatibilitás • több alkalommal visszanyerhető	• további rögzítőszer nem helyezhető el, ha az elhelyezett gyógyítóanyag már tönkrement
Nanorészecskék	Nano-agyag	• segíthet a repedés növekedésének és elágazásának lassításában • növeli a fáradással szembeni ellenállást	• több ismeret és tanulmányozás szükséges mindegyik rendszerrel és geometriával kapcsolatban • a hosszú távú hatásokról nem áll rendelkezésre elegendő adat
	Nano-gumi	• javítani képes az aszfaltkeverék tartósságát • öngyógyító modifikálóként szolgálhat a burkolatban	• a termodinamikusan inkompatibilis kötőanyag és a nano-gumi szétválását okozza, így csökkenés következhet be az aszfaltburkolat teljesítményében
Ionomerek		• magas hőmérsékleten stabil • jó kompatibilitás	• elegyítés • az első szakaszban jelentkező repedésekre korlátozódik

A hengerelt aszfalt, mint részben telített, lehülés okozta izotróp sajátfeszültséggel bíró szemcsés anyag, viszko-hypoplasztikus anyagmodellje

Dr. Gajári György



Nyugdíjas
tudományos munkatárs
HTPA

Összefoglalás

A tapasztalat szerint a „nagy modulusú”, modifikált bitumenekkel készült aszfaltok tartóssága nem kielégítő. Az utóbbi évtizedekben forszírozott rosszirányú „fejlesztés” szükségessé teszi a hengerelt aszfalt mechanikai viselkedésének pontosabb megértését, vagyis az aszfaltmodell numerikus megfogalmazását. A már meglévő modellek figyelembevételével a szerző javaslatot tesz a talajmechanikából származó viszko-hypoplasztikus anyagtörvény alkalmazására. Ez a javaslat azért indokolt, mert a hengerelt aszfalt nem más, mint egy ásványi eredetű kőváz, melynek hézagai nagy viszkozitású bitument tartalmaznak. A modell lehetővé teszi a két anyagi komponens egymásra hatásának kvantitatív megfogalmazását, így a bitumenre nehezedő nyomásból eredő nyomvályú kialakulását, a lehülésből adódó húzófeszültség okozta repedésképződést és az aszfalt viszkózus viselkedését. A modell érvényessége részben már bizonyítottnak tekinthető, a viszkózus viselkedésre vonatkozóan azonban még kísérletileg igazolásra szorul. Az új anyagmodell fontos elméleti és gyakorlati következményekkel jár, melyek szemben állnak az eddig elfogadottakkal.

1. Motiváció

Az alapvető fontosságú kutatások elmaradása miatt, az utóbbi évtizedekben a fejlesztés iránya döntően a kötőanyagra koncentrált. A bitumen szerepe károsan túlértékelődött, anélkül, hogy az aszfalt mechanikai viselkedése precízen tisztázódott volna. A fejlesztés a „nagy modulus” irányába tolódott el, amit kizárólag a bitumennel kívántak elérni. Ennek az lett az eredménye, hogy a nyomvályú kialakulásával szemben ugyan ellenállóbb aszfaltot sikerült előállítani, de a magasabb beépítési hőmérséklet ellenére rosszabb lett a tömöríthetőség. A ridegebb aszfalt alacsony hőmérsékleten történő fáradása leromlott, öregedése is felgyorsult [4].

Az élettartamra vonatkozó rossz tapasztalatok a természettudományos gondolkodáshoz való visszatérésre kényszerítettek bennünket. Be kell látni, hogy az aszfalt mechanikai viselkedésébe akkor leszünk képesek hasznosan beavatkozni, ha megértjük magát az aszfalt mechanikáját. A mechanikai megértés után megalapozottan gondolhatjuk majd, hogy előre fogunk tudni lépni a gyakorlati problémák megoldásában is, mint a:

- pályaszerkezet méretezése,
- aszfaltkeverék tervezése
- és az aszfalt tömörítése a beépítéskor.

2. Megfigyelések, kísérleti eredmények

Az aszfalt mechanikájának megértése ugyanazt jelenti, mint felállítani a mechanikai viselkedést helyesen leíró fizikai modellt. A modell matematikai megfogalmazása adja az aszfalt „anyagtörvényét”, vagy „anyagegyenletét”. Az anyagtörvénynek összhangban kell állnia azokkal a megfigyelésekkel, melyek az aszfalt viselkedését jellemzik. A megfigyelésekből kiindulva kell megkezdni a modell megfogalmazását. A modellnek aztán természetes módon le kell tudni írnia a megfigyelt jelenségeket. Ezek a szerző véleménye szerint a következők:

- a nyomvályú kialakulása,
- a lehülés okozta húzófeszültségek és a repedésképződés,
- a modulus frekvencia, hőmérséklet és nyomásfüggése.



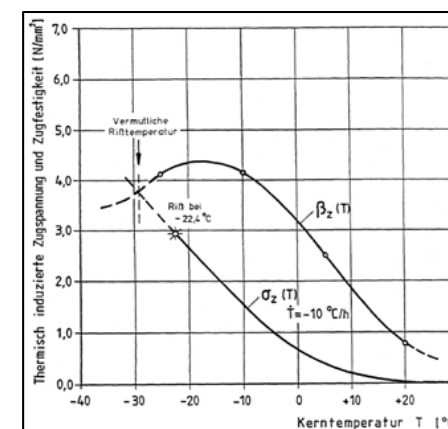
1. ábra: Nyomvályúk



2. ábra: Deformált triaxiális minták [1]

Hazai kutatások [1] [2] arra az eredményre vezettek, hogy a maradó alakváltozást (nyomvályút, 1. ábra) a bitumennek az optimális értéket meghaladó túlادagolása okozza. Az eredmény mechanikailag korrekt igazolása szerint a kötőanyagban túlnyomás keletkezik, ha az az optimális mennyiséget meghaladja [1]. Az optimális bitumentartalomnál tömörítéskor a befogadó hézag minimális [3]. Az ezt meghaladó bitumentartalom azt eredményezi, hogy a nagyszámú (több millió) ciklikus terhelés hatására a kőváz hajlamossá válik további tömörödéssre, hézagainak térfogata tovább csökkenne. Ennek következtében a kővázra nehezedő nyomás egy része, de akár teljes egésze, átadódhat a nyírással szemben nem ellenálló bitumenre. A szemcsés anyagok mechanikájában (talajmechanika) e jelenség régen (TERZAGHI óta) ismert. A kísérleti igazolás eredménye látható a 2. ábrán. A magasságában nagyobb mértékben rövidült minta kötőanyagtartalma meghaladta az optimális mennyiséget. Az optimális kötőanyag tartalom meghatározásának módját több mint tíz éve magyar szabadalom védi [3]. Az aszfalttervezés azonban a mai napig a szabványosított Marshall módszer szerint történik, mely az optimális bitumentartalom meghatározásának szempontjából nem egyértelmű, vagyis nem nyújt védelmet a maradó alakváltozási hajlammal szemben, mert általában a bitumen túlادagolásához vezet. A Marshall módszer kidolgozásának idején feltételezhetően még nem voltak ismertek a modern talajmechanika eredményei. Németországban Richter jutott tapasztalatai alapján hasonló eredményre, melyeket Magyarországon is bemutatott [4].

A második fontos megfigyelés és kísérleti eredmény szerint az aszfalt a lehülés következtében összehúzódik, amit a bitumen lehülés okozta zsugorodására vezetnek vissza.



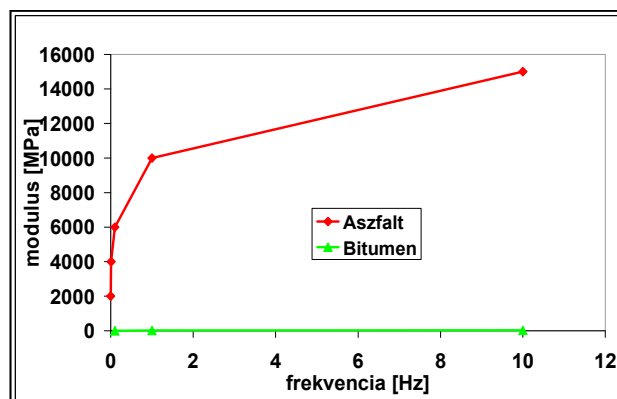
3. ábra: Hőmérsékletfüggő feszültség és szilárdság



4. ábra: Húzott repedések

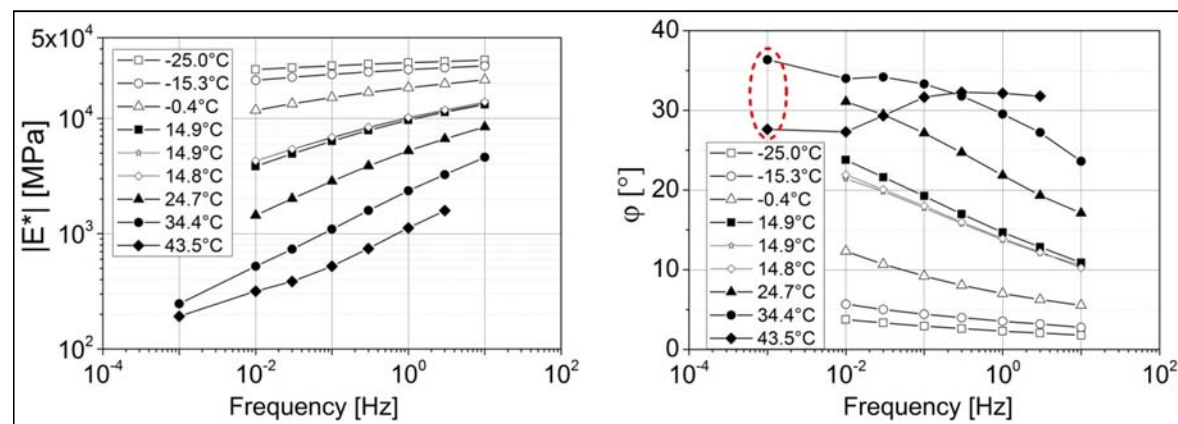
Arand már a 80-as években megmutatta, hogy lehülés következtében az aszfalt elszakad, ha összehúzódását lehülés közben korlátozzuk [5]. A 3. ábrán egy ilyen kísérleti eredmény látható. A jobb oldali görbe a hőmérsékletfüggő, egytengelyű húzószilárdság. A bal oldali görbe a 20 °C-nál kezdődő lehűtés indukálta húzófeszültség. Az indukált feszültség -30 °C-nál

eléri a szilárdságot, ezért körülbelül 4 MPa feszültségnél a hasáb alakú aszfaltminta elszakad. Az aszfaltok fáradásánál a lehülés okozta húzó sajátfeszültségeket *Arand* szerint figyelembe kell venni [6]. A ciklikus forgalmi terhelés és a sajátfeszültségek egymásra halmozódása okozza a 4. ábrán látható, a felszínről induló húzott repedéseket. A tapasztalat szerint az ilyen típusú repedések a nagy modulusú aszfaltokra jellemzőek. Hazánkban az aszfaltok laboratóriumi fáradását „magas” hőmérsékleten (15–20 °C) végezzük, ezért az alacsony hőmérsékletű fáradás vizsgálatára ez a módszer alkalmatlan.



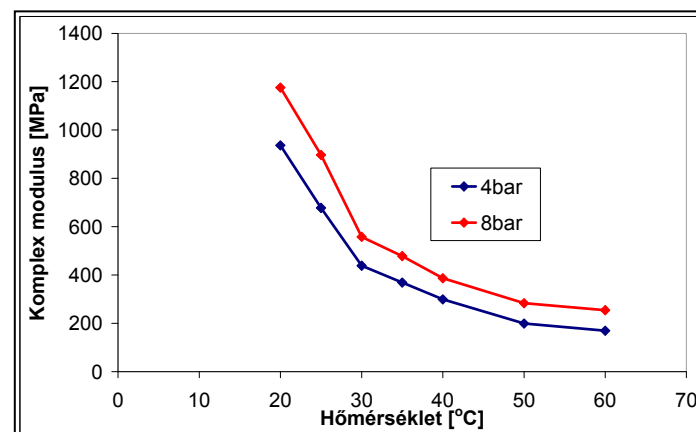
5. ábra: Aszfalt és bitumen modulus 15 °C-on [7]

A lehülés okozta izotróp sajátfeszültség következménye az aszfalt merevsége is [2]. Az 5. ábrán az aszfalt és a bitumen modulusa látható különböző frekvencián, 15 °C hőmérséklet mellett [7]. Az aszfalt modulusa olyan nagy a bitumenéhez képest, hogy a bitumen modulusa gyakorlatilag ábrázolhatatlan az aszfalt modulusa mellett. Talajmechanikai ismereteink birtokában tudjuk, hogy nyomás nélkül a kőváz modulusa is zérus. A modulus ugyanis első közelítésben arányos a szemcsék közötti nyomással. Az aszfalt mért modulusa vegyi folyamatok hiányában csak úgy magyarázható, hogy a bitumen lehülés okozta térfogati zsugorodása a kővázat előfeszíti, vagyis a kőváz szemcséi közötti nyomást a bitumen lehülése indukálja.

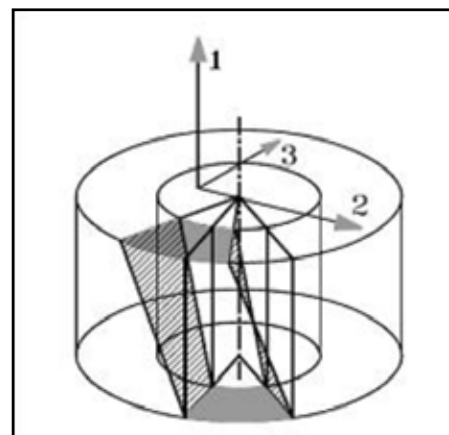


6. ábra: Aszfalt modulusa különböző frekvencián és hőmérsékleten [7]

A harmadik megfigyelés az aszfalt viszkózus viselkedésére vonatkozik. A 6. ábrán látható komplex modulusokat egytengelyű harmonikus terhelés alkalmazásával mérték [7]. A komplex modulus imaginárius része fejezi ki az aszfalt viszkózus merevségét. Ez a magyarázata a sebesség- (frekvencia) és hőmérséklet függőségnek. Szokás feltételezni, hogy a komplex modulusra érvényes a hőmérséklet és a frekvencia „ekvivalenciájának” elve, mely szerint a különböző hőmérsékleten mért modulusok a frekvencia megfelelő megváltoztatásával átszámíthatók egy közös hőmérsékletre. A szerző 7. ábrán látható mérési eredménye cáfolja ennek az elvnek az érvényességét [1]. A komplex modulus megmérésére az „1” tengely irányában ható (8. ábra), különböző nyomások alkalmazása mellett történt a torziós mintán. A „2” és „3” jelű tengelyek irányában a deformáció zérusra volt korlátozva, ezért a minta feszültségállapota térbeli (3D). A 7. ábrán látható, hogy növekvő nyomással a komplex merevség is nő. A modulus ezért nemcsak a hőmérsékletnek és a sebességnek (frekvenciának) a függvénye,



7. ábra: Aszfalt modulus különböző nyomásoknál [1]



8. ábra: Torziós minta [1]

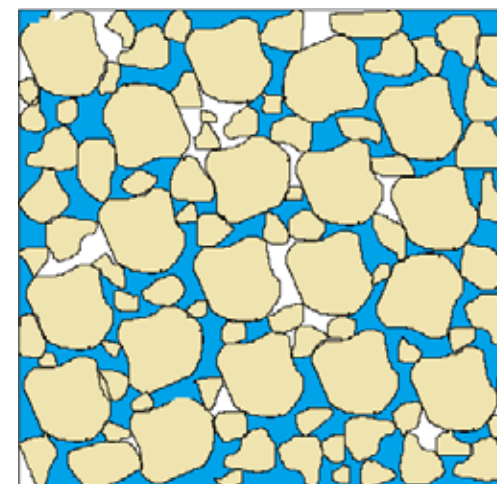
hanem a nyomásnak is. Egytengelyű harmonikus terhelésnél igaznak tűnhet az ekvivalencia elve, mert abban az esetben nem állíthatók be különböző nyomások, a nyomásfüggés tehát nem derül ki. A talajmechanikából tudjuk, hogy szemcsés anyagok merevsége és szilárdsága nem vizsgálható kielégítően egytengelyű feszültségállapotban.

A fenti rövid összefoglalás minden pontja tartalmaz olyan lényeges részletet, mely az aszfaltútépítés szakmai körében nem feltétlenül ismert, ugyanakkor fontos befolyással bír az aszfaltból kialakítandó fizikai modellre.

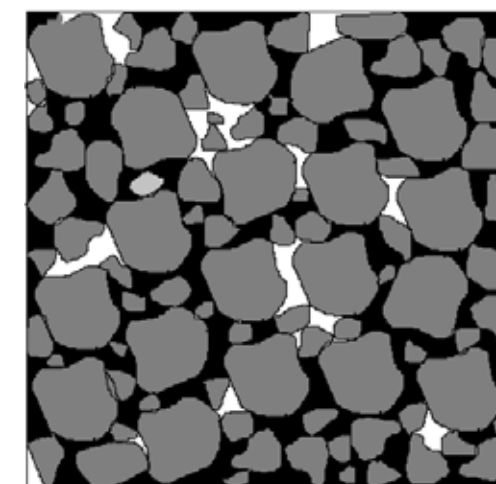
3. Meglévő modellek áttekintése

A továbbiakban olyan modellekről lesz szó, melyek valamilyen szempont szerint kiindulásként szolgáltak a szerző által javasolt viszko-hypoplasztikus anyagtörvényhez. A szerző e cikkben tehát nem törekedett az összes, meglévő anyagtörvény megemlítésére. Az itt felsorolt modellek az aszfalt teljes körű viselkedésének leírására nem alkalmasak, hanem csak az előző pontban leírt jellemző viselkedés egyes összetevőinek modellezésére képesek.

Közös jellemzője a modelleknek, hogy a hengerelt aszfaltban a *kőváz valóban egy térbeli vázszerkezet szerepét játssza*, szemben az öntött aszfalttal, ahol a kőváz részben „úszik” a bitumenben, ezért a modulus és a szilárdság szempontjából csak a „töltelék” szerepét veszi át.



Nedves homok



Hengerelt aszfalt

9. ábra: A nedves talaj (homok) és a hengerelt aszfalt analógiája

A hengerelt aszfalt és a homok analógiáját reprezentálja a 9. ábra. Az analógia a következő szempontok alapján áll fenn:

- A homok (talaj) és az aszfalt ásványi eredetű szemcsékből áll.
- A nedves homok esetében a szilárdságot eredményező kohéziót a víz felületi húzófeszültsége (a szemcsék között kialakuló meniszkusz) hozza létre. Az aszfaltnál ennek a bitumen lehülés okozta zsugorodása felel meg, mely a szemcsék egymáshoz szorítását okozó izotróp sajátfeszültséget okozza.
- Finom szemcsés talajok (iszap, anyag) viszkózus tulajdonsággal is rendelkeznek, kenőanyagként talajok esetében a víz szolgál, míg az aszfalt esetében ezt a szerepet a bitumen játssza azáltal, hogy megkeni a szemcsék érintkezési felületeit.

A meglévő aszfalt modellek mindegyikének alapját a *talajokra kidolgozott képlékenységi modellek* képezik.

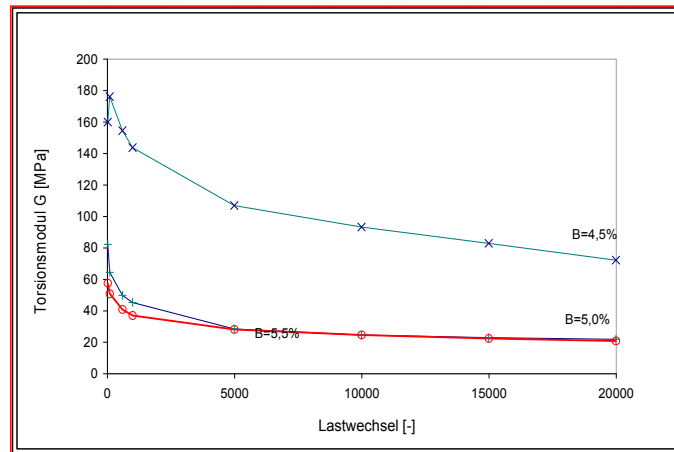
Aschenbrenner, *Brodersen* és a szerző a létező modellek közül a talajmechanika *hypoplasztikus* modelljének *von Wolffersdorff* által megfogalmazott változatát használták [1] [8] [9] [15]. A nem viszkózus „alapmodell” anyagparamétereit *Herle* szerint határozták meg [12]. Említést érdemel *ter Huerne* munkája, aki a *Cam Clay* modellt [14], az első, talajokra kidolgozott képlékeny modellt használta az aszfalt tömörítésének numerikus szimulációjára [13]. A *Cam Clay* modell azért kerül itt megemlítésre, mert egy adott feszültségállapotban a képlékeny deformációk iránya gyakorlatilag megegyezik a hypoplasztikus modellel számított iránnyal. E körülményt felhasználja *Niemunis* a viszko-hypoplasztikus anyagtörvény kidolgozásában [22].

Aschenbrenner és *Brodersen* viszkoplasztikus modellje [8] [9] az aszfaltot a komponensek (kötőanyag és kőváz) térfogati arányainak megfelelően, a kontinuummechanikai „keverési elve” szerint állítja össze. Két szempontból nem tekinthetők sikeresnek:

- az aszfalt kellő merevségének hiánya és a
- az anyagi komponensek egymásra hatásának megfogalmazása

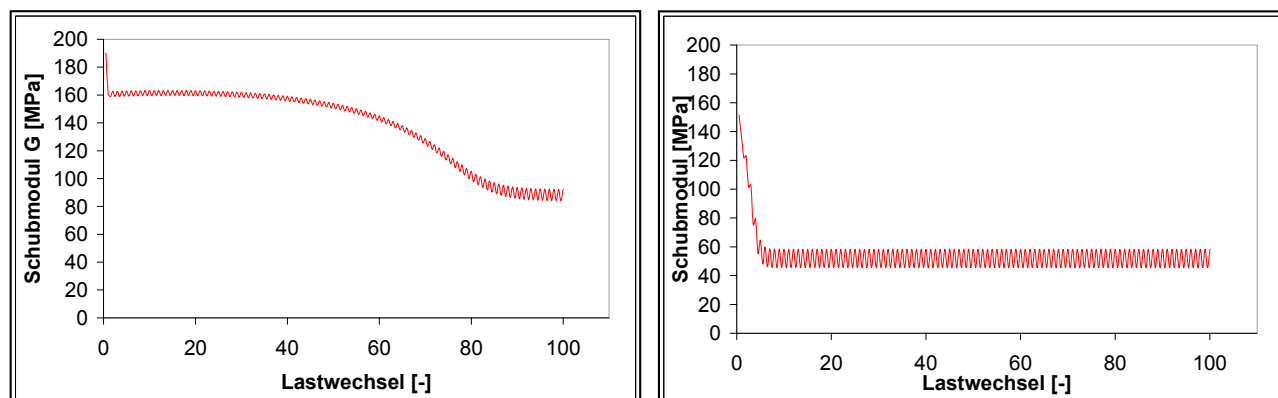
miatt. Az első szempont szerinti elégtelen viselkedés azzal támasztható alá, hogy *merevsége messze nem érte el a kísérletileg igazoltat* [9]. Ennek nyilvánvaló oka a *bitumen lehülés okozta zsugorodásának figyelmen kívül hagyásában keresendő* (lásd a 2. pont második megfigyelése). A másik hiányosság azt eredményezi, hogy a képlékeny kőváz és a viszkózus aszfalt egymásra hatásaként *nem következik be a merevség kísérletileg kimutatható radikális csökkenése, ha a bitumentartalom meghaladja a szerző által definiált optimális értéket* (lásd a 2. pont első megfigyelése). Ez abból eredhet, hogy a modellben *nem érvényesül Terzaghi hatékony feszültségekre vonatkozó elve*.

A 2. pont első megfigyelésének megfelelően a szerző a hypoplasztikus anyagtörvény segítségével, numerikus szimulációval meg kívánta mutatni, hogy az optimális meghaladó bitumentartalom kísérletileg igazolt merevségcsökkenését (lásd 10. ábra) a választott anyagtörvény le tudja írni.



10. ábra: Mért modulusok különböző bitumentartalmaknál [1]

A sikeres numerikus szimuláció eredménye a 11. ábrán látható. A szimuláció fizikai háttere a következő:



B=4,5%

B=5,5%

11. ábra: Számított modulusok különböző bitumentartalmaknál [1]

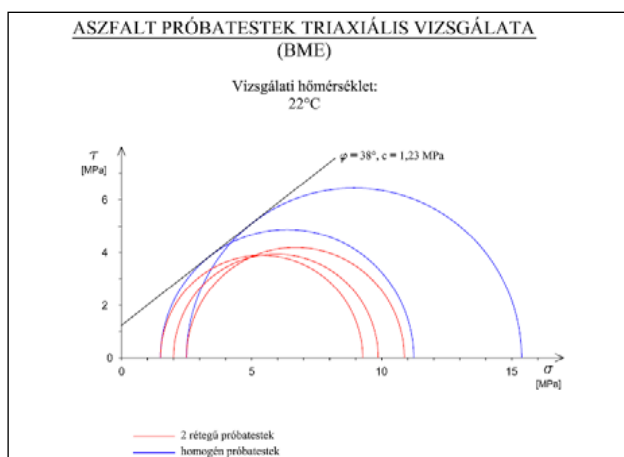
A ciklikus nyírás hatására tömörödés, vagyis a hézagterefogat csökkenése jön létre. A hézagterefogat csökkenése nyomást indukál a bitumenben, mely annál nagyobb, minél nagyobb a hézag bitumentelítettsége. TERZAGHI hatékony feszültségek elve szerint a szemcséket összeszorító hatékony nyomás a teljes nyomás és a pórusfolyadékban uralkodó nyomás különbsége: $\sigma_{hatékony} = \sigma_{teljes} - u$, ahol $u = \text{pórusnyomás}$. A pórusnyomás növekedése tehát a szemcséket összeszorító, hatékony nyomás csökkenésével jár együtt. Mivel a modulus arányos a hatékony nyomással, ezért a pórusnyomás növekedése csökkenő merevséggel jár, ami pedig növeli az alakváltozást és így a maradék rész akkumulációját is.

A hypoplasztikus anyagtörvény alapváltozata túl gyors deformáció akkumulációt okoz, ezért az intergranuláris nyúlással bővített változatot kell használni [16]. A bővítés kis ciklikus deformációk esetén lehetővé teszi a reverzibilis (elasztikus) deformációkat, ezért csökkenti a maradék alakváltozások akkumulációjának sebességét.

A szerző által alkalmazott hypoplasztikus anyagtörvény nem rendelkezik viszkózus tulajdonságokkal. Az előző fejezet harmadik megfigyelésének szimulációjára tehát alkalmazatlan. A hőmérsékletfüggő izotróp sajátfeszültségek figyelembevétele viszont lehetséges.

A meglévő modellek közül utolsóként *Bonnier* modellje [10] és a *delfti egyetem ACRE* modellje [11] kerülnek megnevezésre, melyek viszkoplasztikus modellek és figyelembe veszik az aszfalt lehűlés okozta izotróp sajátfeszültségét is.

Bonnier modelljének képlékeny határfeltétele gyakorlatilag egyezik a *Mohr-Coulomb* határfeltétellel [10], míg az *ACRe* modellé a *Desai* féle képlékenységi feltétel [18], melyet szintén talajra fejlesztettek ki. Mindkét modell estében a *Norton*-féle folyási hatványfüggvényt használták a viszkózus folyás sebességének meghatározásához. A *Desai* féle képlékenységi feltétel ugyanúgy, mint a *Cam-Clay*-modell az úgynevezett „Cap-modellek” csoportjába tartozik, mert a hidrosztatikus nyomás irányában lezártak, vagyis a tömörödés (pórustérfogat csökkenés) következtében nő a deformációs ellenállás. Mindkét modell:



12. ábra: Triaxiális szilárdsági eredmények [17]

- viszkózus,
- és a képlékeny határfeltétel hőmérsékletfüggő.

A képlékeny határfeltétel egyik összetevője a *kohézió*. A szerző triaxiális kísérleti eredménye látható a 12. ábrán. Látható, hogy a kohézió értéke 22 C°-nál kb. 1 MPa. Mindkét modell bevezeti a „pszeudonyomás” p fogalmát, mely közvetlen kapcsolatban áll a kohézióval c :

$$p = c / \tan \varphi ; \text{itt: } \varphi \text{ a belső súrlódás szöge.}$$

Bonnier a kohéziót hőmérsékletfüggővé (T : abszolút hőmérséklet) teszi [10]. Az összefüggés azonban *Di Benedetto*-tól származik:

$$c = c_r \exp \left(3200 \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_r} \right) \right), \text{ itt az } r \text{ index a referencia (mért) értékre utal.}$$

Mindkét összefüggés egyidejű érvényessége egyet jelent a hőmérsékletfüggő pszeudonyomással, vagyis a lehűlés okozta izotróp sajátfeszültséggel. Ez megfelel a 2. pont második megfigyelésének.

Bonnier a *Norton* féle folyási szabályt a következő formában adja meg [10]:

$$\dot{\epsilon}^{vp} = \frac{1}{\tau} (\sigma - \sigma_{sct})^\beta \quad \text{ha: } \sigma > \sigma_{sct}.$$

Itt:

$\dot{\epsilon}^{vp}$: viszkoplasztikus folyási sebesség,

τ : hőmérsékletfüggő időparaméter,

β : kúszási hatványkitevő (anyagállandó),

σ_{sct} : szekunder kúszás feszültségküszöbe.

A hőmérsékletfüggő időparaméterre τ a következő összefüggést adja [10], mely *Di Benedetto*-tól származik:

$$\tau = \tau_r \exp \left(16500 \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_r} \right) \right).$$

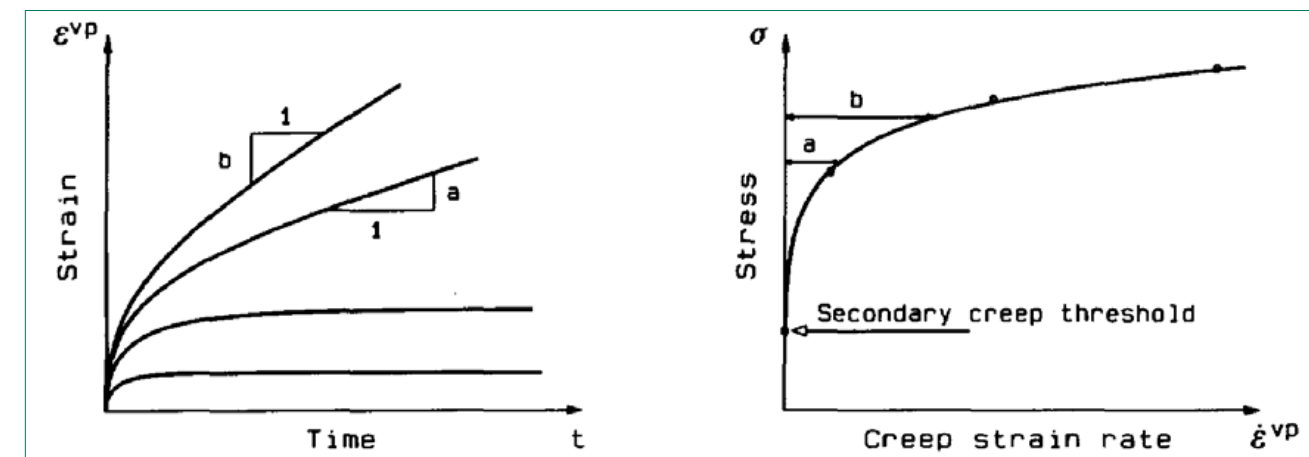
A vizsgált aszfaltra *Bonnier* a kúszási hatványkitevő értékére a következőt adja: $\beta = 4$. Az időparaméter a hőmérséklet függvényében az alábbi értékeket veszi fel:

$$\tau_r = 163000 \text{ sec} \quad T_r = 278 K^\circ (5 C^\circ)$$

$$\tau_r = 4400 \text{ sec} \quad T_r = 296 K^\circ (23 C^\circ)$$

$$\tau_r = 180 \text{ sec} \quad T_r = 314 K^\circ (41 C^\circ).$$

Az *ACRe* modell viszkózus szabálya analóg a *Bonnier* által magadotthoz. A szabály számszerűsítésére konstans sebességű (szekunder) kúszási kísérletek szolgálnak, melynek elve a 13. ábrán látható.



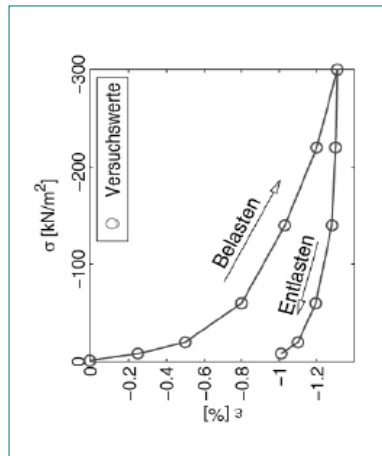
13. ábra: Szekunder kúszás különböző állandó feszültségen, egy adott hőmérsékleten [10]

Bonnier modellje az alkalmazott képlékenységi feltétel miatt nem alkalmas a ciklikus nyírás indukálta pórusnyomás vizsgálatára, vagyis a nyomvályú szimulációjára. Az *ACRe* modellt tömörödéssel ugyan használták, de nem került sor annak vizsgálatára a bitumentartalom függvényében (2. pont, első megfigyelés).

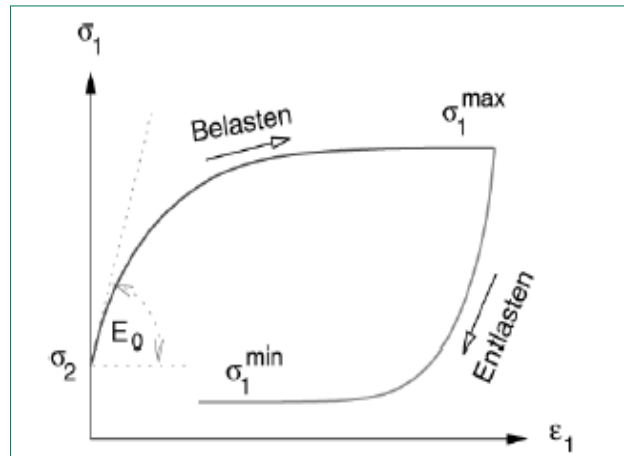
4. A viszko-hypoplasztikus modell rövid ismertetése

4.1. A hypoplasztikus (nem viszkózus) modell

A 14. ábrán talaj kompressziós diagramjai láthatóak. Az ödométerben történő tömörítés a bal oldali ábrán látható. A triaxiális kompresszió a jobb oldalin. Az x tengelyen mindkét esetben a tengelyirányú rövidülés, az y tengelyen a tengelyirányú nyomás van felhordva. A diagramokon jól látható, hogy:



Kompresszió ödométerben [19]



Triaxiális kompresszió [20]

14. ábra: Az ödométeres és triaxiális kompresszió $\sigma - \varepsilon$ diagramjai

- azok nem egyenesek, hanem görbék, melyek egyenes szakaszokkal közelíthetők,
- a terhelés növelésének és csökkentésének görbéi nem fedik egymást, úgyhogy egy terhelési ciklus után maradó (képlékeny) alakváltozás keletkezik.
- A diagramok közötti különbség, hogy míg a triaxiális kompresszió görbéje elér egy olyan „határállapotot” (törés), ahol a terhelés σ_1 tovább nem növelhető további tengelyirányú rövidülés ε_1 ellenére sem, addig az ödométeres tömörítés-kor ilyen határállapot nem érhető el, a terhelés a tömörődéssel egyre inkább növelhető.

A hypoplasztikus leírás háromdimenziós formája képes egyetlen egyenlet formájában ezeket a megfigyeléseket összefoglalni [15] [22]. Skaláris mennyiségeket tartalmazó egyenletben ez nem lehetséges. Az ödométeres tömörítésre a:

$$\dot{\sigma} = C_1 \sigma \dot{\varepsilon} + C_2 \sigma |\dot{\varepsilon}| \quad (1)$$

közelítés, a triaxiális kompresszióra pedig a hasonló:

$$\dot{\sigma}_1 = C_3 (\sigma_1 + \sigma_2) \dot{\varepsilon}_1 + C_4 (\sigma_1 - \sigma_2) |\dot{\varepsilon}_1| \quad (2)$$

egyenlet alkalmazandó [20].

A jelölésekkel kapcsolatban a következők érvényesek:

- az idő szerinti változások (derivált) jelölései: $\dot{\sigma} = \frac{d\sigma}{dt}$, $\dot{\varepsilon} = \frac{d\varepsilon}{dt}$.
- $C_1 \dots C_4$: a kísérleti eredmények alapján kalibrálandó konstansok,
- σ_1, σ_2 : a főfeszültségek (σ_2 az oldalirányú, állandó nyomás a triaxiális kompresszióban)
- $|\dot{\varepsilon}| = |\dot{\varepsilon}_1|$: a tengelyirányú deformáció sebesség abszolút értéke.

Az ödometrikus kompresszió esetében a kísérleti eredmény alapján kalibrálandó konstansok a következőre adódnak:

- $C_1 = -\frac{1+e_0}{2} \frac{C_s + C_c}{C_s C_c}$, $C_2 = -\frac{1+e_0}{2} \frac{C_c - C_s}{C_s C_c}$, ahol:
- C_c : a „kompressziós index”, C_s : a „duzzadási index”,
- $e_0 = e(t=0)$: kezdeti hézagtényező.

A konstansok értékeit az (1) egyenletbe helyettesítve adódik:

$$\dot{\sigma} = -\frac{1+e_0}{2} \frac{C_s + C_c}{C_s C_c} \sigma \dot{\varepsilon} - \frac{1+e_0}{2} \frac{C_c - C_s}{C_s C_c} \sigma |\dot{\varepsilon}| \quad (3)$$

Vezessük be a következő előjel megállapodást:

- összenyomódás (terhelés növelés): $\dot{\varepsilon} < 0$
- duzzadás (terhelés csökkenés): $\dot{\varepsilon} > 0$.

Terhelés növelésekor az (1) egyenlet ($\dot{\varepsilon} < 0$):

$$\dot{\sigma} = (C_1 - C_2) \sigma \dot{\varepsilon} = -\frac{1+e_0}{C_c} \sigma \dot{\varepsilon}, \quad (3a)$$

terhelés csökkentésekor ($\dot{\varepsilon} > 0$):

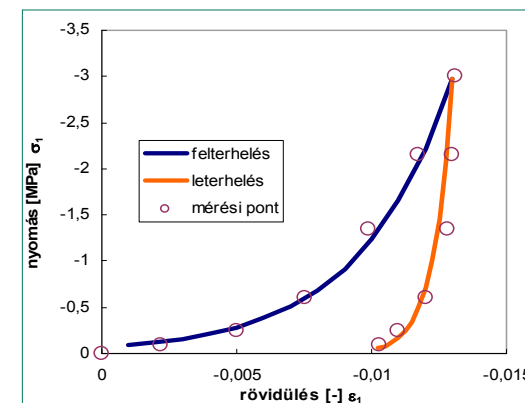
$$\dot{\sigma} = (C_1 + C_2) \sigma \dot{\varepsilon} = -\frac{1+e_0}{C_s} \sigma \dot{\varepsilon}. \quad (3b)$$

Mindkét egyenlet mindkét oldalát dt -vel megszorozva, továbbá a differenciális kis mennyiségeket differenciákkal helyettesítve kapjuk:

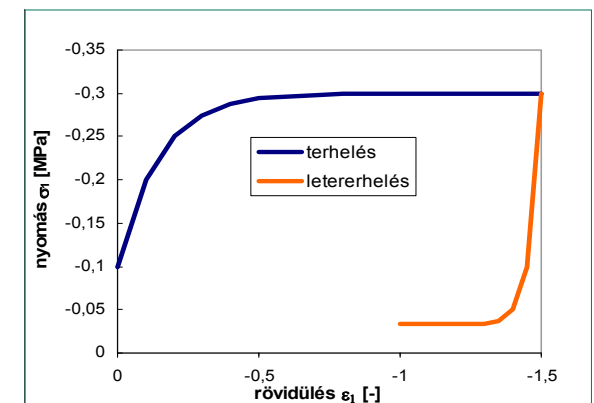
$$\dot{\varepsilon} < 0 \text{ esetén: } \frac{\Delta \sigma}{\Delta \varepsilon} = -\frac{1+e_0}{C_c} \sigma,$$

$$\dot{\varepsilon} > 0 \text{ esetén: } \frac{\Delta \sigma}{\Delta \varepsilon} = -\frac{1+e_0}{C_s} \sigma.$$

A differenciahányadosok a modulus definíciójának felelnek meg, ami nem más mint a bal oldali képen látható görbe meredeksége, miszerint a modulus nem állandó, hanem függ magától a nyomástól. Az irányváltás következtében a görbék meredeksége különböző, melyet a deformáció sebesség $\dot{\varepsilon}$ abszolút értékével $|\dot{\varepsilon}|$ lehet elérni. A $C_1 = -775$, $C_2 = -433$ konstansokkal 15. ábrán látható görbe állítható elő [20].



15. ábra: Az ödométeres kompresszió (1) egyenlettel történő közelítése



16. ábra: A triaxiális kompresszió (2) egyenlettel történő közelítése

A triaxiális kompressziós kísérlet feltételei: kezdetben a minta feszültségállapota hidrosztatikus ($\sigma_1 = \sigma_2$), a továbbiakban a cellanyomást konstans értéken tartjuk ($\sigma_2 = \text{const.}$), miközben a dugattyú mozgásának szabályozásával, konstans sebességgel ($\dot{\varepsilon}_1 = \text{const.} < 0$) tengely irányban összenyomjuk a mintát. Így a minta keresztirányban egyre inkább kitér és eléri a „törési” határállapotot. A határállapot elérésével a tengelyirányú nyomás tovább nem növelhető ($\dot{\sigma}_1 = 0$). A határállapotban fennáll a következő összefüggés:

$$\frac{1}{2}(\sigma_1 - \sigma_2) = \frac{1}{2}(\sigma_1 + \sigma_2) \cdot \sin \varphi, \quad (4)$$

Itt φ a belső súrlódási szög. A belső súrlódási szög megállapítása mellett megmérjük a kezdeti, hidrosztatikus állapotban a modulus értékét (lásd 14. ábra, jobb oldali kép, a diagram meredeksége az y tengelynél):

$$E_0 = \frac{\Delta\sigma_1}{\Delta\varepsilon_1}.$$

A konstansok kalibrációja a kísérleti eredménnyel ($\varphi = 30^\circ$, $E_0 = 1\text{MPa}$, $\sigma_2 = 0,1\text{MPa}$) az alábbiak szerint végezhető el. A (2) egyenlet a tengelyirányú deformáció sebesség abszolút értéke miatt a terhelés és leterhelés különböző irányai miatt két egyenletet reprezentál:

$$\dot{\varepsilon}_1 < 0 \text{ esetén: } \dot{\sigma}_1 = C_3(\sigma_1 + \sigma_2)\dot{\varepsilon}_1 - C_4(\sigma_1 - \sigma_2)\dot{\varepsilon}_1$$

$$\dot{\varepsilon}_1 > 0 \text{ esetén: } \dot{\sigma}_1 = C_3(\sigma_1 + \sigma_2)\dot{\varepsilon}_1 + C_4(\sigma_1 - \sigma_2)\dot{\varepsilon}_1.$$

A kalibrációhoz elegendő az első egyenlet ($\dot{\varepsilon} < 0$). A kezdeti feltételből ($\sigma_1 = \sigma_2$) közvetlenül adódik:

$$C_3 = \frac{E_0}{2\sigma_2}.$$

A törési határállapotban $\dot{\sigma}_1 = 0$ és $\dot{\varepsilon} \neq 0$, továbbá (3) miatt:

$$0 = C_3(\sigma_1 + \sigma_2) - C_4(\sigma_1 + \sigma_2)\sin\varphi.$$

A másik állandó értéke ebből:

$$C_4 = \frac{E_0}{2\sigma_2 \sin\varphi}.$$

A (2) egyenlet végső alakja így:

$$\dot{\sigma}_1 = E_0 \frac{p}{\sigma_2} \dot{\varepsilon}_1 + E_0 \frac{p}{\sigma_2} \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sin\varphi(\sigma_1 + \sigma_2)} |\dot{\varepsilon}_1|, \quad \text{ahol } p = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2}. \quad (5)$$

A konkrét számértékekkel a (5) egyenlet segítségével a 16. ábrán látható diagram állítható elő. A hypoplasztikus egyenlettel kapcsolatban összefoglalva megállapítható:

- az egyenlet differenciál- (differencia) egyenlet, vagyis a deformáció változása $\dot{\varepsilon}$ ($\Delta\varepsilon$) és a feszültség változása $\dot{\sigma}$ ($\Delta\sigma$) között teremt kapcsolatot, az egyenletet numerikusan integráljuk,
- a feszültségváltozás és a modulus arányos magával a feszültséggel σ , p ,
- a maradó alakváltozást a deformáció sebesség abszolút értékének segítségével állítja elő.

Az itt tárgyalt két eset a háromdimenziós hypoplasztikus modellben egy egyenletben foglalható össze [15] [22]. A háromdimenziós modellben a deformáció sebesség és a feszültségváltozás nem skaláris mennyiségek, hanem tenzorok.

A skaláris mennyiségeket tartalmazó (3) és (5) egyenletek közös matematikai formája:

$$\dot{\sigma}_1 = L(\sigma) \cdot \dot{\varepsilon}_1 + N(\sigma) \cdot |\dot{\varepsilon}_1| \quad (6)$$

Az $L(\sigma)$ és $N(\sigma)$ feszültségállapot függő kifejezésben szereplő σ szimbólum különböző feszültségállapotokat reprezentál az ödometrikus illetve a triaxiális kompresszió esetében. A kifejezéseket meghatározó konstansok is különböznek.

4.2. A viszko-hypoplasztikus modell egydimenziós változata

A 3. pontban említett *legkorszerűbb* képlékeny modell a *hypoplasztikus modell*, melynek deformáció sebességfüggő változata is van [21] [22]. A *viszko-hypoplasztikus* modellbe a *Norton-féle folyási szabály* van beépítve. A *szerző e modellt választja* az aszfalt viszkoplasztikus leírására.

Az (5) és (6) egyenletekből következik, hogy triaxiális kompresszió esetében érvényes:

$$L = E_0 \frac{p}{\sigma_2} \quad \text{és} \quad N = E_0 \frac{p}{\sigma_2} \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sin\varphi(\sigma_1 + \sigma_2)}.$$

Az (5) egyenlet az új jelölésekkel a következő formában írható:

$$\dot{\sigma}_1 = L \left(\dot{\varepsilon}_1 - \left(-\frac{N}{L} |\dot{\varepsilon}_1| \right) \right). \quad (7)$$

A hidrosztatikus kezdeti feszültségállapotban $\sigma_1 = \sigma_2$ miatt $\frac{N}{L} = 0$, míg a törési határállapotban (4) miatt $\frac{N}{L} = 1$.

Kezdetben a minta viselkedése „reverzibilis”, törési határállapotban „ideálisan képlékeny”, mert: $\dot{\sigma}_1 = L(\dot{\varepsilon}_1 - \dot{\varepsilon}_1) = 0$.

A képlékeny (maradó) alakváltozások sebességét a $\dot{\varepsilon}_1^{pl} = \left(-\frac{N}{L} |\dot{\varepsilon}_1| \right)$ kifejezés adja, melyet egyben viszkózus tulajdon-

sággal ruház fel a viszko-hypoplasztikus elmélet *Niemunis* által kidolgozott változata ($\dot{\varepsilon}_1^{pl} = \dot{\varepsilon}_1^{vis}$) [21] [22]. Ezért az egydimenziós viszko-hypoplasztikus egyenlet (az index elhagyva):

$$\dot{\sigma} = L(\dot{\varepsilon} - \dot{\varepsilon}^{vis}). \quad (8)$$

Norton folyási szabályát *Niemunis* a következő változatban alkalmazza [21] [22]:

$$\dot{\varepsilon}^{vis} = \dot{\gamma} \left(\frac{\sigma}{\sigma_e} \right)^n = \dot{\gamma} \left(\frac{1}{OCR} \right)^n, \quad \text{ahol:} \quad (9)$$

n : kúszási hatványkitevő,

$\dot{\gamma}$: viszkoplasztikus referencia sebesség

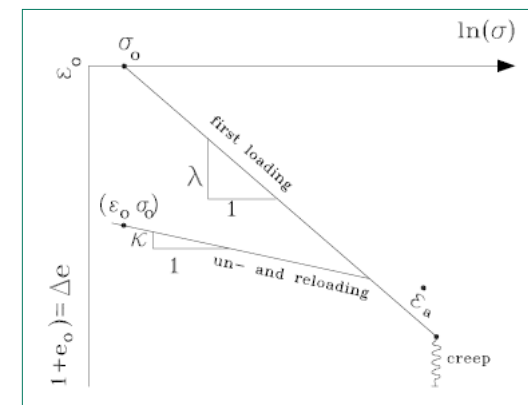
σ_e : a *Hvorslev-féle* ekvivalens nyomás (terhelés)

σ : az aktuális nyomás (terhelés)

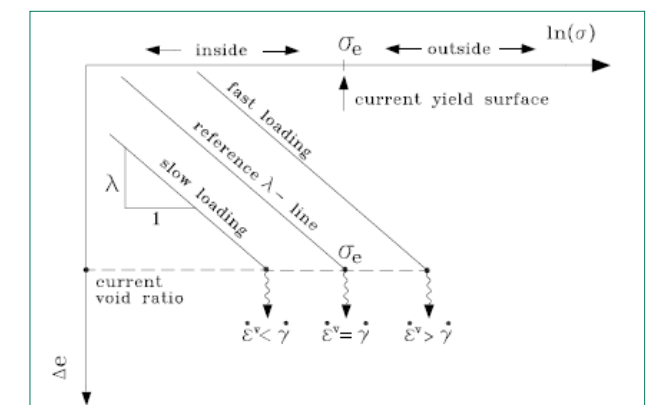
OCR : túlkonsolidációs tényező.

A kúszási hatványkitevő n anyagállandó, a viszkoplasztikus referenciasebesség $\dot{\gamma}$ hőmérsékletfüggő. Ha az aktuális terhelés σ egyenlő az ekvivalens értékkel σ_e , akkor a viszkoplasztikus kúszási sebesség $\dot{\varepsilon}^{vis}$ egyenlő a referencia sebességgel $\dot{\gamma}$.

A viszkoplasztikus szemcsés anyag ödométeres tömörítése példa a viszkoplasztikus anyagtörvény egydimenziós változatára.



17. ábra: Ödométeres tömörítés hagyományos ábrázolásban [21]



18. ábra: Különböző sebességű tömörítés [21]

A 17. és a 18. ábrák megfelelnek a 15. és a 14. ábra bal oldali diagramjának. A különbség az, hogy az utolsó diagramok a talajmechanikában megszokott módnak felelnek meg. A nyomás tengelyen annak logaritmusát $\ln(\sigma)$, a másik tengelyen (itt y tengely) pedig a hízagtényező változása Δe van ábrázolva. A 17. ábrán az első (képlékeny) felterhelés és a (rugalmas) leterhelés egyenesei láthatóak. Az első felterhelés meredeksége λ (kompressziós index), a rugalmas leterhelését K (duzzadási index).

A 3. pontban a *Bonnier* által használt *Norton* folyási szabály *Perzyna* „overstress” (túlterhelés) elvére épül: a viszkoplasztikus folyás intenzitása arányos a túlterhelés és a folyási feszültség (küszöb) különbségének hatványával, amennyiben a túlfeszültség nagyobb a folyási feszültségnél ($\sigma > \sigma_e$) [10]. Az elasztikus tartományban ($\sigma < \sigma_e$) tehát nincs viszkózus tulajdonság. E szabály módosítása a (9) egyenlet, melyben nem a terhelések különbsége, hanem aránya szerepel. Az ödométeres terhelés esetében a 18. ábrán látható ekvivalens nyomás σ_e jelenti a folyási feszültséget, mely az állandó összenyomódási referencia sebesség $\dot{\gamma}$ egyenesén fekszik. A (3a) egyenletnek megfelelően az összenyomódási sebesség $\dot{\varepsilon}$ és az ekvivalens nyomás σ_e között fennáll az alábbi összefüggés:

$$\dot{\sigma}_e = \frac{1+e_0}{\lambda} \sigma_e \dot{\varepsilon}. \quad (10)$$

A (8) egyenletben szereplő L rugalmas modulus a (3b) egyenletnek megfelelően:

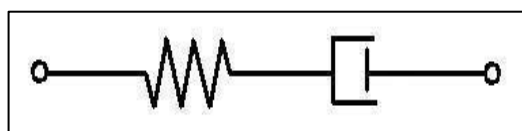
$L = \frac{1+e_0}{\kappa} \sigma$, ezért a (8) egyenlet végső alakja:

$$\dot{\sigma} = \frac{1+e_0}{\kappa} \sigma (\dot{\epsilon} - \dot{\epsilon}^{vis}). \quad (11)$$

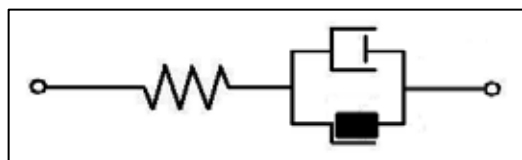
A (9), (10) és (11) egyenletek együttese alkotja az ödométeres viszkózus tömörítés modelljét, mely azonos a viszko-hypoplasztikus anyagtörvény egydimenziós változatával. A Norton szabály módosításának köszönhetően a viszkózus viselkedés akkor is megmarad, ha az igénybevétel kisebb, mint az ekvivalens nyomás ($\sigma / \sigma_e < 1$), tehát a rugalmas tartományban is [21] [22].

Használható anyagtörvényről csak akkor beszélhetünk, ha létezik annak a háromdimenziós megfogalmazása. A hypoplasztikus és a viszko-hypoplasztikus anyagtörvények ilyenek. A háromdimenziós változatokat részletesen tárgyalják von Wolffersdorff [15] és Niemunis [22] munkái.

4.3 A Maxwell modell és a viszko-hypoplasztikus modell hasonlósága



19. ábra: Maxwell modell

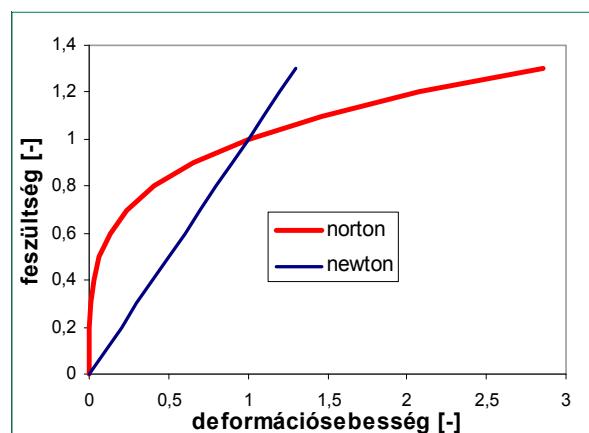


20. ábra: Bingham modell

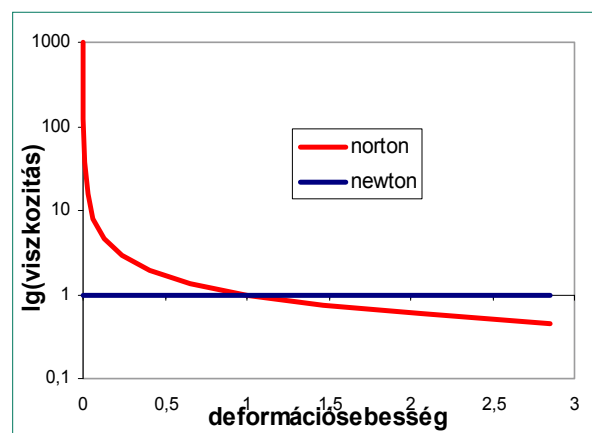
A 19. ábrán a Maxwell modell látható, mely egy rugalmas és egy viszkózus elem sorba kapcsolása, differenciálegyenlete:

$$\dot{\sigma} = E(\dot{\epsilon} - \frac{\sigma}{\mu}), \quad (12)$$

ahol E a rugalmas modulus, μ az úgynevezett dinamikus viszkozitás. Ez az egyenlet hasonló a (11) egyenlettel. A különbség az, hogy míg (12) ben a viszkozitás állandó ($\mu = \text{const}$), addig (11) -ben a viszkózus deformáció sebesség a feszültség n -edik hatványával arányos $\dot{\epsilon}^{vis} \approx \sigma^n$, vagyis a viszkozitás nem állandó, hanem csökkenő feszültséggel és deformáció sebességgel nő. Ezeket a viszonyokat mutatják a 21. és 22. ábrák.



21. ábra: Norton és Newton folyási szabálya



22. ábra: Viszkozitások

Mindaddig, amíg a feszültség, illetve a deformáció sebesség nem túl kis érték, addig a (12) egyenletet intervallumonként hasonlóan tekinthető a (11) -el, csak változó viszkozitást kell (12) -be helyettesíteni.

Harmonikus terhelésnél a Maxwell modell komplex modulusa [23]:

$$S^* = |S^*| \cos \delta + i |S^*| \sin \delta, \\ S^* = E \cos^2 \delta + i \omega \mu \sin^2 \delta, \text{ ahol:}$$

S^* : a komplex modulus,
 δ : a fáziszög,
 ω : a frekvencia.

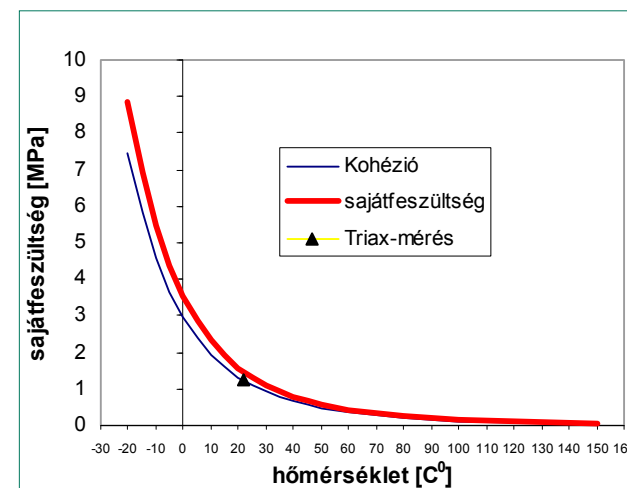
Fennáll továbbá a következő összefüggés is [23]: $\tan \delta = \frac{\sin \delta}{\cos \delta} = \frac{E}{\omega \mu} = \frac{1}{\omega t_r}$, ahol:

$$t_r = \frac{\mu}{E} \text{ a relaxációs idő.}$$

Ezekkel az összefüggésekkel megállapítható, hogy korlátlanul növekvő frekvenciával csökken a fáziszög és a komplex merevség a rugalmas állandó értékéig nő: $\omega \rightarrow \infty \Rightarrow \delta \rightarrow 0 \Rightarrow S^* \rightarrow E$. Zérushoz közelítő frekvenciával dominál a viszkózus viselkedés, a merevség a zérushoz tart: $\omega \rightarrow 0 \Rightarrow \delta \rightarrow \pi/2 \Rightarrow S^* \rightarrow 0$.

Az első megállapítás igaz a (11) egyenlettel képviselt viszko-hypoplasztikus anyagtörvényre is, a második azonban nem, hiszen a csökkenő frekvencia csökkenő sebességet is jelent. A 22. ábra szerint zérushoz tartó sebességnél gyorsabban nő a viszkozitás, mint ahogy csökken a sebesség, ezzel együtt nő a relaxációs idő, ami miatt csökken a fáziszög. Nagyon kis frekvenciánál a viszko-hypoplasztikus modell a Bingham modellre (lásd 20. ábra) kezd hasonlítani, amely rugalmasan viselkedik ($\delta \rightarrow 0$), ha az igénybevétel kisebb a képlékeny elem (σ_y) folyási feszültségénél: $\sigma < \sigma_y$.

5. Alkalmazás aszfaltra



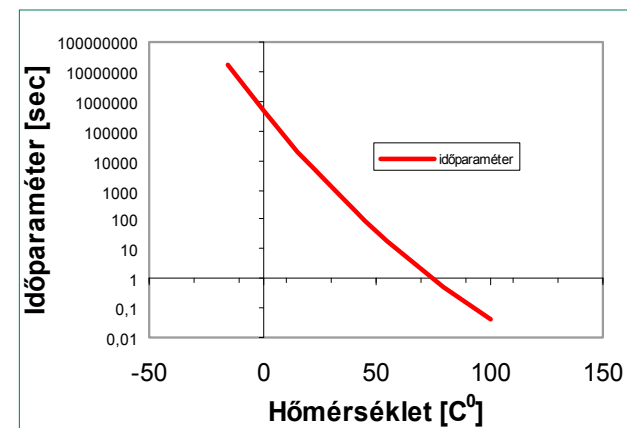
23. ábra: Hőmérsékletfüggő sajátfeszültség

A megfigyelések szerint (2. pont) a mechanikai viselkedésre döntő befolyást gyakorol a hőmérséklet. A hőmérséklet szerint döntendő el, hogy a hypoplasztikus modellek melyik változatát célszerű egy adott probléma numerikus szimulációjára alkalmazni.

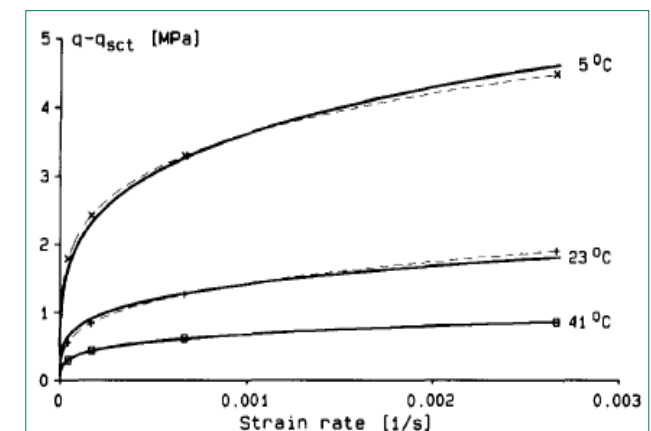
Benedetto és Bonnier munkáiból ismert [7] [10], hogy magas hőmérsékleten a viszkozitás erősen lecsökken (3. pont). A csökkenés mértéke olyan nagy, hogy akár elhanyagolhatóvá válik. A hengerlással történő betömörítés véges elemes, numerikus szimulációjához Huerne a képlékeny (nem viszkózus) Cam-Clay anyagtörvényt alkalmazta [13]. A nyomvályú kialakulásának vizsgálatok a szerző bizonyította a szintén nem viszkózus hypoplasztikus anyagtörvény alkalmazhatóságát [1]. A pórusnyomás figyelembevételével sikerült elérni a magas hőmérsékleten bekövetkező, bitumen túladagolás okozta, ciklikus terhelés következtében fellépő merevségcsökkenést és a maradó alakváltozások fokozott akkumulációját (lásd a 10. és 11. ábrákat).

A meglévő modellek áttekintésekor láttuk, hogy Bonnier és az ACRE modelljei figyelembe veszik a szilárdság (kohézió) és a modulus kiszámításakor a lehűlésből adódó izotróp sajátfeszültséget [10] [18]. Bonnier megadta a Benedetto-tól származó, az abszolút hőmérséklettől való függést (3. pont). A szerző saját triaxiális kísérletével (lásd a 12. ábrát) megállapította, hogy 22 C° -nál a kohézió értéke egy AC 11 aszfaltbeton esetében 1,23 MPa. A belső súrlódási szög (~40°) figyelembevételével kiszámította a hőmérsékletfüggő izotróp sajátfeszültséget, mely a 23. ábrán látható. Ellenőrzésként össze lehet hasonlítani az Arand által mért húzószilárdsággal [5], mely a 3. ábrán látható. A 20 és -10 C° közötti hőmérsékleti intervallumban az egyezés kielégítőnek mondható. A kérdés az, hogy a nem viszkózus hypoplasztikus modell, figyelembe tudja-e venni a lehűlés okozta izotróp sajátfeszültséget. A válasz az egyértelmű igen. A 4.1 pontban megállapítást nyert, hogy mindkét egydimenziós modell modulusa a feszültségállapot, illetve az izotróp nyomás függvénye. Az izotróp sajátfeszültséget, mint bemeneti adatot nemcsak az egydimenziós, hanem az általános háromdimenziós esetben is természetes módon figyelembe lehet venni [15] [20].

Utolsónak a viszko-hypoplasztikus anyagtörvény vizsgálata maradt. A 3. pont tartalmazza a Bonnier által felhasznált, de Benedetto-tól származó „időparaméter” τ hőmérsékletfüggését [10]. E függvény látható a 24. ábrán.



24. ábra: Hőmérsékletfüggő időparaméter



25. ábra: Hőmérsékletfüggő kúszás [10]

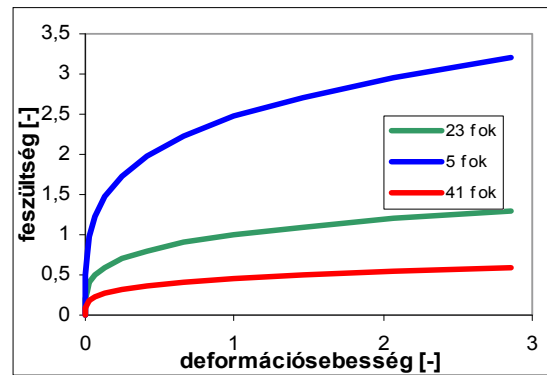
A 25. ábrán kúszási kísérleti eredmények láthatóak [10]. A szerző él azzal a feltételezéssel, hogy a *Niemunis* által használt (9) egyenlettel definiált szabály paraméterei megfelelnek a *Bonnier* által használt szabály megfelelő paramétereinek, vagyis:

$$\beta = n = 4 = \text{const} \quad \text{és} \quad \frac{1}{\tau} \approx \dot{\gamma}.$$

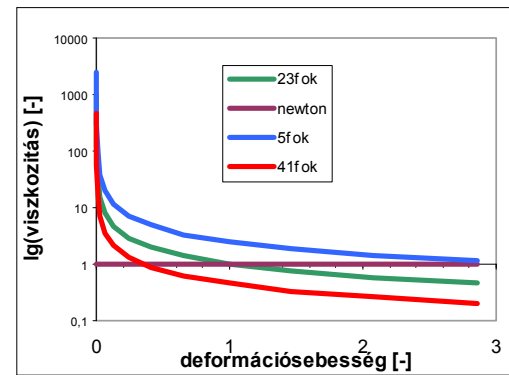
A második összefüggés szerint a referenciasebesség ugyanúgy függ a hőmérséklettől, mint az időparaméter reciproka. E feltételezésekkel (9) segítségével kiszámítható, hogy azonos deformációs sebességek eléréséhez különböző hőfokokon milyen aránya lesz a deformációs terhelésnek (feszültségnek):

$$\dot{\varepsilon}^{\text{vis}} = \frac{1}{\tau_1(T_1)} \left(\frac{\sigma_1(T_1)}{\sigma_e} \right)^n = \frac{1}{\tau_2(T_2)} \left(\frac{\sigma_2(T_2)}{\sigma_e} \right)^n \Rightarrow \sigma_2(T_2) = \sigma_1(T_1) \sqrt[n]{\frac{\tau_2(T_2)}{\tau_1(T_1)}}. \quad (13)$$

Ezzel az összefüggéssel reprodukálhatóak a 25. ábrán látható kísérleti eredmények. A számítás eredménye látható a 26. ábrán.

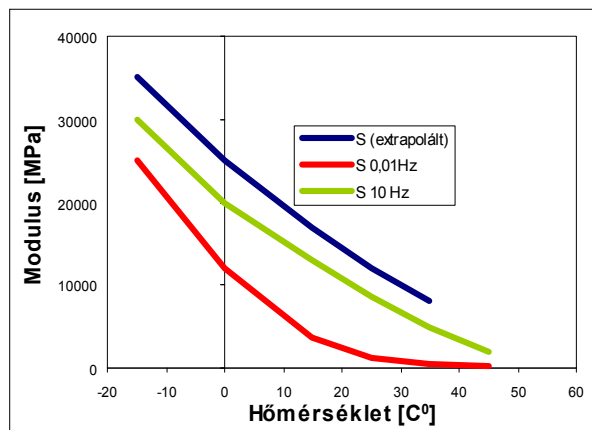


26. ábra: Reprodukált kúszási eredmények

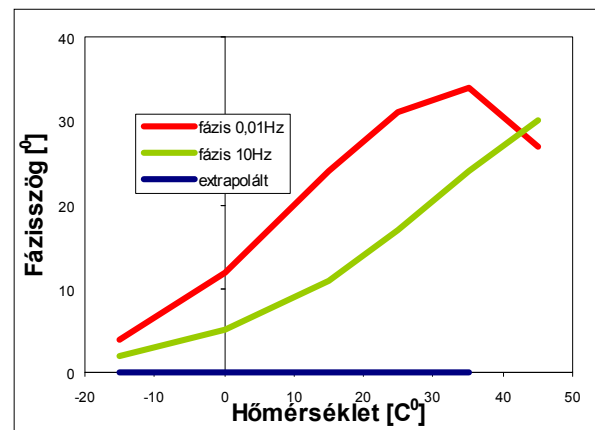


27. ábra: Hőmérsékletfüggő viszkozitás

A 27. ábrán a viszkozitás hőmérséklet- és sebességfüggése látható. A Maxwell modell analógiájának segítségével összehasonlítható a viszko-hypoplasztikus anyag törvény viselkedése a 6. ábrán látható kísérleti eredménnyel.



28. ábra: Hőmérséklet és frekvenciafüggő Modulus



29. ábra: Hőmérséklet és frekvenciafüggő fázis szög

A 28. és 29. ábrák a 6. ábrának felelnek meg, csak az ábrázolásmód más. A szerző azzal a feltételezéssel élt, hogy a korlátlanul nagy frekvenciához tartozó, úgynevezett „glazmodulus” (sötétkék vonal, „extrapolált” megnevezéssel) hőmérsékletfüggő.

Megállapítható:

- Növekvő hőmérséklettel minden frekvencián csökken a modulus.
- Növekvő frekvenciával nő a modulus és 35 C°-ig csökken a fázis szög.
- 35 C° felett a legkisebb frekvencián csökken a fázis szög.

Az első megállapítás a viszko-hypoplasztikus modellel könnyen összhangba hozható: a (11) egyenletből tudjuk, hogy a modulus arányos a nyomással. A Maxwell modellben ez a (12) egyenletben szereplő rugalmas modulus, mely a hőmérsékletfüggő izotróp saját feszültség miatt növekvő hőmérséklettel a 23. ábrán látható módon csökken.

A második megállapítás megfelel a 4.3 pontban tett, a Maxwell modellre vonatkozó megállapítással: „korlátlanul növekvő frekvenciával csökken a fázis szög és a komplex merevség a rugalmas állandó értékéig nő: $\omega \rightarrow \infty \Rightarrow \delta \rightarrow 0 \Rightarrow S^* \rightarrow E$ ”.

A harmadik megállapítást úgy lehet magyarázni, hogy a növekvő relaxációs idővel csökken a fázis szög, mert $\tan \delta = \frac{1}{\omega t_r}$.

De a relaxációs idő: $t_r = \frac{\mu}{E}$. Növekvő hőmérséklettel a viszkozitás is és a modulus is csökken. Ha azonban növekvő

hőmérséklettel a modulus jobban csökken, mint a viszkozitás, akkor nő a relaxációs idő és ezért csökkenhet a fázis szög.

Belátható, hogy kvalitatívan a viszko-hypoplasztikus modell megfelel a megfigyeléseknek. A megfelelőség kvantitatív bizonyítása csak a modellparaméterek mérés útján történő meghatározása és a numerikus szimuláció elvégzése után lesz majd megvalósítható.

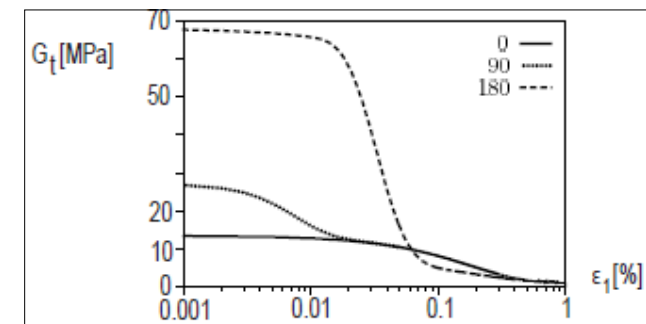
6. Elméleti és gyakorlati következmények

A javasolt viszko-hypoplasztikus anyag törvénnyel kapcsolatban elméleti és gyakorlati természetű következményeket kell figyelembe venni.

Elméleti következmények

a)

A 3. pontban a nem viszkózus hypoplasztikus anyag törvénnyel kapcsolatban már szóba került, hogy „kis” deformációs amplitúdójú ($\varepsilon \leq 10^{-4}$), ciklikus terhelésnél nem az „alapváltozatot”, hanem az *intergranuláris deformációval módosított* kell használni [16]. Ez a módosítás a viszko-hypoplasztikus anyag törvény esetében is létezik [22].



30. ábra: A torziós modulus G_t nagysága a deformáció nagyságának függvényében

Ciklikus deformáción azonosan ismétlődő szakaszokból összetett deformációt értünk. A szakaszokat állandóan irányváltások követik. Az irányváltások a 30. ábrának megfelelően lehetnek 180, 90 fokosak (0 fokos „irányváltás” monoton terhelést jelent). Minden irányváltáskor megnő a merevség. Ha az azt követő egyirányú deformáció egy bizonyos nagyságot nem halad meg, pld. 180 fok esetében $\varepsilon < 0,01\% = 10^{-4}$, és utána újra irányváltás következik és ciklikusan így tovább, akkor a nagy merevségen túl azt tapasztaljuk, hogy a deformációk reverzibilisek, vagyis nem maradnak, tehát nem akumulálódnak. Ha az egyirányú deformáció tízszer akkora, akkor a merevség leesik a tizedére és a deformáció képlekeny volta miatt akumulálódik. Harmonikus terhelés esetén is ciklikus deformációról van szó, az amplitúdó sem nagyobb, mint a fent nevezett. Maradó deformációt általában nem tapasztalunk. A leírt jelenséget „small-strain” viselkedésnek is hívják. Mikro mechanikailag úgy képzeljük el, hogy a „kis deformációk” a szemcsék kontaktusainak deformációját jelentik, míg a nagyobb deformációknál a szemcsék egymáshoz való helyzete is változik, ezért a modulus kisebb és a mozgások nem reverzibilisek, hanem képlekenyek. E kísérleti tényeket beépítették a hypoplasztikus anyag törvényekbe [16] [22]. Többek között ezért is tekinthetők ezek fejlettnek.

b)

A 2. pontban a viszkózus viselkedéssel kapcsolatban szó volt a komplex modulus meghatározásának módjáról egytengelyű ciklikus feszültségállapot segítségével. Nemcsak a hypoplasztikus elmélet, hanem a szerző mérése is bizonyítja, hogy a modulus mindig a nyomás, vagy a feszültségállapot függvénye. Ebből azonban következik, hogy az aszfaltnak nem lehet „mestergörbéje”, mert az feltételezi, hogy a modulus csak a frekvencia és a hőmérséklet függvénye. A bitumennek lehet mestergörbéje, de annak modulusa nem nyomásfüggő. A nyomásfüggőség az aszfalt esetében a kőváz, mint térbeli váz szerkezet miatt lép fel.

Az aszfalt modulusa nem anyagállandó, hanem az állapotra jellemző mennyiség. A modulusra vonatkozó uralkodó „egytengelyű” szemlélet semmibe veszi a szemcsés anyagok mechanikáját. Nemcsak a szilárdság, hanem a modulus sem vizsgálható aszfalt esetén egytengelyű terheléssel. Az építőmérnökök képzésében ez a talajmechanikai alapok részét képezi.

Gyakorlati következmények

a)

A 2. pont tartalmazza, hogy a maradó alakváltozásokat a bitumen túladagolása okozza. A nyomvályúval szemben ellenálló aszfaltok állíthatók elő, ha bitumentartalmuk „optimális”, tömörségük pedig a lehető legnagyobb [2] [4]. Az optimális bitumentartalom meghatározását magyar szabadalom védi [3]. A szabadalom szerint meghatározott optimális bitumen-tartalom leginkább az amerikai SHRP eljárás szerint meghatározott értékhez hasonlít.

Az aszfalttervezés a mai napig a *Marshall módszer* szerint történik, amely azonban az optimális bitumentartalom meghatározásának szempontjából *nem egyértelmű*. A nyomvályú ellen mostanáig kizárólag a különleges kötőanyaggal tudnak védekezni. A modifikált bitumenek azonban a tapasztalat szerint nem rendelkeznek a megfelelő élettartammal. A modern bitumenek *fáradásának és öregedésének vizsgálatára azonban nem fordítanak kellő gondot*.

Richter és a szerző véleménye szerint a lágy bitumenek alkalmazásával kiküszöbölhető a repedésérzékenység, megfelelő ellenállás a maradó alakváltozással szemben az optimális bitumentartalommal és nagy tömörséggel érhető el [2] [4].

b)

Kísérleti tény, hogy az aszfalt merevsége a terhelés frekvenciájával nő. Érvényes ez az olyan terhelésre is, amikor az aszfaltot be akarjuk tömöríteni. Közismert, hogy a tömörítéssel szintén gondok vannak. Annak ellenére így van ez, hogy a modern oszcillációs hengerekkel igen komoly technikai megoldásokat alkalmaznak a feladat elvégzésére. A szerző a hengerek működését *két szempont szerint sem tartja megfelelőnek*:

- Az alkalmazott terhelési frekvencia olyan magas, hogy a viszkózus hatás miatt a *deformációs ellenállás (komplex modulus) túl nagy*.
- A *deformációk* az előbbi ok miatt *túl kicsik (small-strain viselkedés)*.

A szerző olyan eljárason dolgozik, amelyik e két rossz körülményt ki kívánja küszöbölni. Ehhez meg kell nyerni az ipar támogatását.

Irodalomjegyzék

- [1] Gajári Gy.: Modellierung bleibender Verformungen des Asphalts mit einem hypoplastischen Stoffgesetz der Bodenmechanik (Az aszfalt maradó alakváltozásainak modellezése a talajmechanika egy hypoplasztikus anyagtvényével). Doktori disszertáció, Drezda 2012
- [2] Gajári Gy.: Az anyagi komponensek szerepe az aszfalt mechanikai viselkedésében Az Aszfalt XXV. Évfolyam, 2017/1. szám
- [3] A 227471 lajstromszámú magyar szabadalom (Jogutódlás: Szabadalmi Közlöny és Védjegyértéktő 2012.07.30.): „Eljárás útépítési aszfalt maradó alakváltozással szembeni ellenállásának javítására”, Közzététel: Szabadalmi Közlöny és Védjegyértéktő 2009.04.28.
- [4] E. Richter.: Nagytömörű aszfalt (HVA). Az Aszfalt XXVI. évfolyam, 2018/1. szám
- [5] W. Arand, G. Steinhoff, J. Eulitz, H. Milbradt: Verhalten von Asphalten bei tiefen Temperaturen. Institut f. Straßenwesen der TU Braunschweig, AIF-Forschungsvorhaben Nr. 5699, (1986), T-2060, Fraunhofer IRB Verlag
- [6] W. Arand: Ermüdung von Asphalten bei Kälte (Aszfaltok fáradása alacsony hőmérsékleten) TPA konferencián (2007 április 5) elhangzott előadás
- [7] 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>
- [8] L. Aschenbrenner: Mehrkomponenten-Modell zur Beschreibung des Deformationsverhaltens von Asphalt. TU Braunschweig, Inst. F. Statik. (doktori disszertáció) 2006
- [9] B.O. Brodersen: Modellierung des thermo-mechanischen Verbundverhaltens von Asphalt in Straßenaufbauten. TU Braunschweig, Inst. F. Statik. (doktori disszertáció) 2012
- [10] P. G. Bonnier. Testing, modelling and numerical analysis of the mechanical behaviour of bituminous concrete. Proefschrift, TU Delft, 1993
- [11] T. O. Medani, A. Scarpas, M. H. Kolstein, A. Bosch, A. A. A. Molenaar. Estimation of the ACR material model parameters of mastic asphalt for orthotropic steel deck bridges. Faculty of civil engineering and geosciences, TU Delft
- [12] Herle, I. : Hypoplastizität und Granulometrie einfacher Korngerüste, Institut für Bodenmechanik und Felsmechanik der Universität Fridericiana in Karlsruhe, Heft 142, Karlsruhe 1992
- [13] H. L. ter Huerne. Compaction of asphalt road pavements, using finite elements and critical state theory. Proefschrift. University of Twente, Enschede 2004
- [14] A. Schofield & P. Wroth. Critical state soil mechanics McGraw-Hill London 1968
- [15] P.-A. von Wolffersdorff. Ein hypoplastisches Stoffgesetz für granulare Materialien mit einer plastischen Fließbedingung für kritische Zustände, 5. Oktober 1995.
- [16] A. Niemunis and I. Herle. Hypoplastic model for cohesionless soils with elastic strain range. Mechanics of cohesive-frictional materials, Vol.2, 279-299 (1997)
- [17] A szerző által végzett kísérletek a BME számára, 2007.
- [18] X. Liu & A. Scarpas. 3D finite element modeling of polymer modified asphalt base course mixes. Advanced testing and characterization of bituminous materials. Loizos, Partl, Scarpas, & Al-Qadi (eds). 2009 Taylor&Francis Group, London, ISBN 978-0-415-55854-9
- [19] W. Fellin: Ein erster Einblick in die Hypoplastizität, ÖIAZ, 144. Jg., Heft 11-12/1999, S. 434-436
- [20] W. Fellin: Hypoplastizität für Einsteiger, Bautechnik 77 (2000) Heft 1 S. 10-14.
- [21] A. Niemunis, S. Krieg: Viscous behaviour of soil under oedometric conditions, 19.01.1995
- [22] A. Niemunis. Extended hypoplastic models for soils, Dissertation submitted for habilitation, Bochum, January 2002
- [23] Gajári Gy.: Az aszfalt reológiai jellemzőinek számítása dinamikus hajlítási kísérletből, Közúti és mélyépítési szemle, 54. évfolyam, 8. szám 23-31. old. 2004

VIATOP® Das Pellet Egy rejuvenátor hatékonyságának vizsgálata

Bernd Abele



Termék Manager JR&S
Útépítési Ágazat



Felelős személyek:



Dr.-Ing. D. Gogolin



T. Lümekmann, B. Sc.

Ingenieurgesellschaft PTM Dortmund mbH

1. Az aktuális helyzet és a megbízás tárgya

Ma már jelentős a kitermelt visszanyert aszfalt újrahasznosításának az aszfalt-útépítésben betöltött szerepe. Figyelembe véve a ma beépített összes aszfaltretegben a hozzáadott bontott aszfalt granulátum magas-nagyon magas szintjét, a bitumen öregedésének jelentősége növekszik.

Ismerve az – esetenként már – kétszeresen újrahasznosított aszfalt (második generációs aszfaltgranulátum) arányát, sürgősen tenni kell a bitumenes kötőanyag meghatározó tulajdonságainak, például viszkoelasztikus tulajdonságainak (ridegség), vagy tapadás-képességének elvesztése ellen.

Ezen problémák megoldása a használt bitumen megújításában rejlik, azaz a bitumen eredeti tulajdonságainak lehető legmagasabb szintű visszaállításában, úgynevezett rejuvenátorok használatával. A bontott aszfaltokban lévő

használt bitumen megújítása a nagy értékű útépitések során jobb hasznosítást, az aszfalt előállításához szükséges friss kötőanyag mennyiségének tekintetében pedig jelentős csökkenést jelentene. A Rettenmayer & Söhne GmbH and Co. KG megbízta az Ingenieurgesellschaft PTM Dortmund mbH céget, hogy részletesebben vizsgálja meg az „Additive 2.0” adalékanyag, mint rejuvenátor tulajdonságait.

2. A vizsgálati program és a vizsgálatok leírása

Először egy 50/70 alapbitument választottunk ki, mint alap-kötőanyagot. A használt rejuvenátor az Additive 2.0 adalékanyag volt, amit a Rettenmayer & Söhne GmbH and Co. KG biztosított.

A vizsgálatok négy lépésből álltak:

- 1. lépés:** Elegendő mennyiségű előregedett bitumen visszanyerése valamennyi vizsgálat számára (RTFOT és PAV)
Az Additive 2.0 viselkedésének vizsgálata penetráció, valamint gyűrűs-golyós lágyuláspont vizsgálat alapján, aztán az Additive 2.0 hozzáadása után mindkét öregedési szintre vonatkozóan.
- 2. lépés:** Az Additive 2.0 viselkedésének vizsgálata dinamikus nyíró rheométer (DSR), illetve hajlító

gerendás rheométer (BBR) használatával, majd a rejuvenátor hozzáadása után mindkét öregedési szintre vonatkozóan.

- 3. lépés:** Az Additive 2.0 viselkedésének vizsgálata forgatott palackos vizsgálattal az alapbitumenen, majd a rejuvenátor hozzáadása után a második öregedési szintre vonatkozóan.
- 4. lépés:** Különböző töltőanyagoknak (mészke és diabáz) az Additive 2.0 viselkedésére gyakorolt hatásának vizsgálata.

A vizsgálati program folyamatára formájában az 1. ábrán látható.

2.1. Az előregedett bitumen megújítása

A 15 – 9068 – 01 projekt során végzett előzetes vizsgálatok eredményeképpen az alábbi laboratóriumi módszert használtuk a kötőanyag megfiatalításakor:

- az előregedett alapbitumen melegítése kb. 170 °C-ra
- a rejuvenátor és a kötőanyag keverési ideje: 15 perc
- keverési sebesség: 500 rpm

A keveredéshez az alábbiakban leírt lapátos keverőt használtuk:

A keverékeket egy 1000 ml-es alacsony formátumú főzőpohárban készítettük, 750 ml-es adagonként, a 3. ábrán bemutatott vizsgálati módon.



2. ábra: Lapátos keverő a rejuvenátor keveredéséhez

2.2.4. Dinamikus nyíró rheométer (Dynamic shear rheometer/ DSR)

A bitumenes keverékek reológiai tulajdonságait dinamikus nyíró rheométerrel (DSR) tudjuk mérni és vizsgálni. Ehhez kötőanyag-mintát rögzítünk sűrűlő illeszkedéssel egy rögzített (mozdulatlan) lemez és egy oszcilláló lemez között, és deformáljuk. Szinuszos rezgések alkalmazásával a DSR-méréseket használhatjuk a kötőanyag viszkoelasztikus tulajdonságainak leírására, két jelentős mért alapvető paraméterrel: a komplex nyírási modulus-szal G^* , és a fázistolódási szöggel δ (röviden: fázisszög). A G^* és δ a DIN EN 14770 szabvány alapján vannak meghatározva (30 °C–90 °C) egy -10 °C–150 °C-ra kiterjesztett hőmérsékleti tartományon belül. A vizsgálatok során 25 mm átmérőjű mintát használunk.

A komplex nyírási modulus G^* egyenértékű a vizsgált minta kényszerített deformációval szembeni ellenállásával.

A δ fázisszög leírja az alkalmazott oszcillációs szinuszos feszültség és az így kapott teljesítmény közötti időbeli eltolódást a kötőanyag-mintában. Így a minta rugalmas és viszkozus részeinek mérésére szolgál.

A reológiai jellemzők meghatározására szolgáló vizsgálati paramétereket az 1. táblázatban soroljuk fel.

2.2.5 Hajlító gerendás rheométer merevségvizsgálat (Bending beam rheometer/ BBR)

A hajlító gerendás rheométerrel (BBR) végzett vizsgálat célja meghatározni a bitumen mechanikai viselkedését és



3. ábra: Lapátos keverő a rejuvenátor keveredéséhez

kifejezetten a maradó deformációt alacsony hőmérsékleti tartományban. A gerenda-elméleten alapuló mérési módszer magába foglalja a kötőanyag-gerenda közepének állandó egyirányú terhelését hideg fürdőben, a kapott alakváltozás (kúszó alakváltozás) és az alkalmazott erő folyamatos mérésével. A terhelés és az alakváltozás alapján meghatározható a hajlítási görbe merevsége S_m a DIN EN 14771 szabványnak megfelelően.

2.2.6. Forgatott palackos vizsgálati módszer (Rolling bottle test)

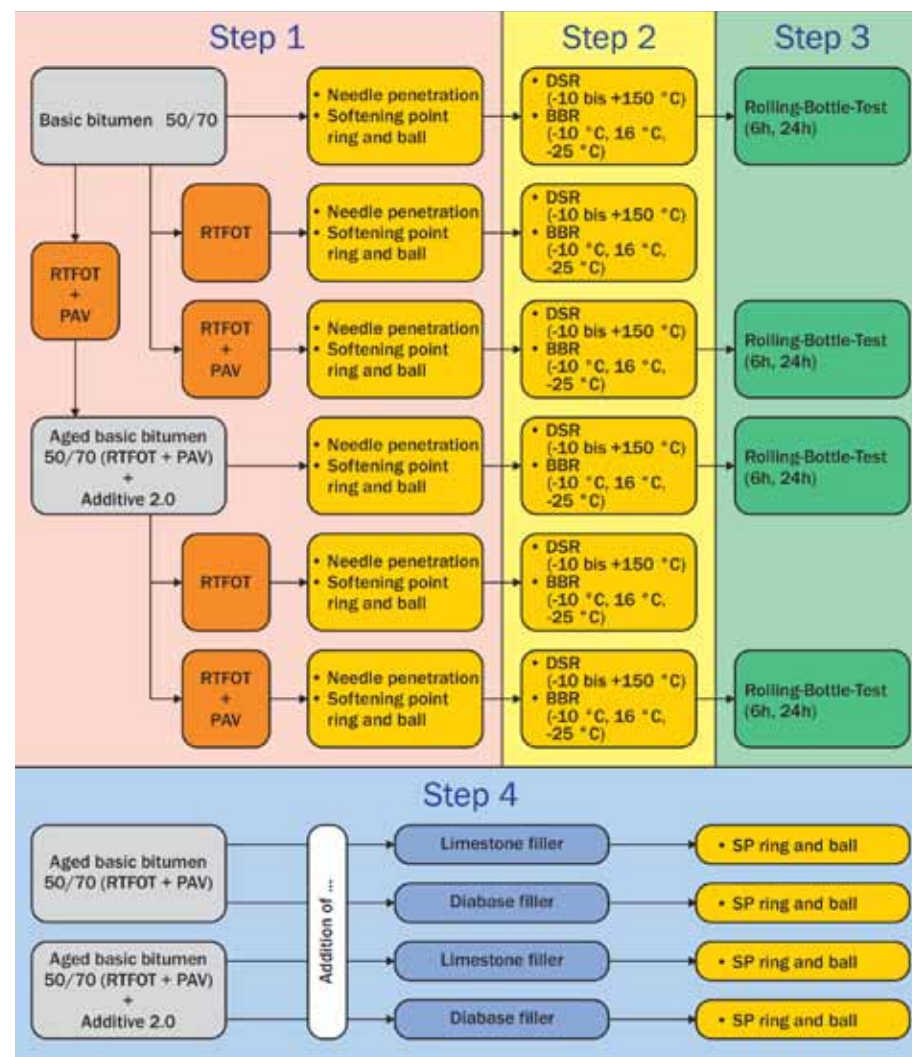
A forgatott palackos módszer, a bitumen vagy bitumenes kötőanyag és az ásványi adalékanyagok közötti tapadási viselkedés meghatározására szolgáló módszer alkalmazása a DIN EN 12697-11 szabványban foglaltak szerint történik.

Az adalékanyag 8/11, vagy 5/8 szemcseméret-osztályait a kötőanyag teljesen bevonja, és az üvegpalackokban meghatározott időközönként forgó mechanikai feszültségnek vannak kitéve. A fennmaradó bevonódási mértéket minden meghatározott időintervallum végén vizuálisan becsüljük meg.

A fennmaradó befedettségi mértéket százalékban adjuk meg.

2.3. Öregítési eljárás

Kétféle öregítési módszer áll rendelkezésünkre. A rövid távú öregítés (RTFOT módszer) szimulálja azt az öregedési folyamatot, amin a kötőanyag a



1. ábra: A vizsgálati program folyamatábrája

2.2. A kötőanyag vizsgálatai

2.2.1. Penetráció (Needle penetration)

A penetrációs vizsgálat alkalmazásával a kötőanyag fizikai viselkedése állapítható meg közepes hőmérsékleti tartományban a DIN EN 1426 szabvány szerint.

2.2.2. Gyűrűs-golyós lágyuláspont vizsgálat (Softening point ring and ball)

A gyűrűs-golyós lágyuláspont vizsgálat megmutatja a határhőmérséklet tartományból a viszkozus állapotba történő átmenetet a DIN EN 1427 szabvány szerint.

2.2.3. Δ gyűrűs-golyós módszer

A Δ gyűrűs-golyós módszert használjuk a DIN EN 13179-1 szabványnak megfelelően egy töltőanyag tulajdonságainak meghatározására. Először a kezdeti bitumen gyűrűs-golyós értékét határozzuk meg, ezt követi a kezdeti bitumen meghatározott mennyiségű töltőanyaggal összekevert vizsgálata. A két érték közötti különbség a Δ gyűrűs-golyós érték.

A Δ gyűrűs-golyós értéket ebben a projektben úgy határoztuk meg, hogy kizárjuk a töltőanyagok az Additive 2.0-ra gyakorolt hatását.

Measuring system	Plate/Plate
Test type	path-controlled/oscillating
Specified deformation	0.5 to 1.0 %
Test temperature range	-10 to 60 °C / 60 to 150 °C
Test intervals	10 °C
Test frequencies	1.59 Hz
Tempering time between test intervals	15 min
Specimen diameter	8 mm / 25 mm
Gap width	1 mm

1. táblázat: A reológiai jellemzők meghatározására szolgáló vizsgálati paraméterek DSR vizsgálattal

gyártási és feldolgozási folyamat során megy keresztül. A hosszú távú öregítés (PAV módszer) pedig azt az öregedési folyamatot szimulálja, amin a teljes élettartama alatt megy keresztül.

2.3.1. RTFOT módszer (Rolling Thin Film Oven Test)

A RTFOT öregítési eljárást a DIN EN 12607-1 szabvány szerint végezzük el.

Egy kötőanyagmintát üvegedényekben meghatározott hőmérsékletre melegítünk egy szárítószekrényben meghatározott ideig. Az edények forgatása vékony kötőanyag-filmréteget eredményez, amely állandó légáramnak van kitéve. Ezt az eljárást 75 percig végezzük 163 °C hőmérsékleten.

2.3.2. PAV módszer (Pressure Aging Vessel)

A PAV öregítési eljárást a DIN EN 14769 szabvány szerint végezzük el.

A vizsgálóberekben rögzített film formájában lévő kötőanyagmintát meghatározott időtartamra, meghatározott hőmérsékleten, meghatározott nyomásnak tesszük ki.

Ezt az eljárást 20 órán keresztül végezzük 100 °C-on, 21 bar nyomással.

3. A vizsgálatok eredményei

3.1. Penetráció

A 4. ábra összefoglalja az Additive 2.0 penetrációs vizsgálatának eredményeit.

A kezdeti penetrációs vizsgálatok eredménye azt mutatja, hogy az 50/70 alapbitumen a RTFOT és a PAV eljárás után kifejezett keményedést mutat, azaz a penetráció lecsökken. A friss kötőanyag penetrációs eredménye 50 1/10 mm, RTFOT után 32 1/10 mm, RTFOT és PAV után csak 19 1/10 mm. Ez megfelel egy RTFOT és PAV utáni 31 1/10 mm-es Δ értéknek.

Az Additive 2.0 rejuvenátor hozzáadásának eredménye a kötőanyag öregítés utáni megújulása. A bitumen keménysége csökken, amint azt a megnövekedett penetráció is jelzi. 3% Additive 2.0 hozzáadása megnöveli a penetrációt 19 1/10 mm-ről 22 1/10 mm-re. Az RTFOT és PAV öregítési eljárásból származó öregedés jelei sokkal kevésbé látványosak, mint az eredeti kötőanyagban.

Összefoglalva, a penetráció az Additive 2.0 hozzáadását követően növekszik. Így a kötőanyag lágyabb lesz. Az öregítési lépések után kapott penetrációs értékek azt mutatják, hogy az a kötőanyag, amihez Additive 2.0 adalékanyagot



4. ábra: Penetrációs vizsgálat

Binder	Ring and ball [°C]	Δ Ring and ball [°C]
50/70 (aged) pure	68.2	-
50/70 (aged) with limestone filler	85.6	17.7
50/70 (aged) with diabase filler	95.2	27.0
50/70 (aged) + 3 % Additive 2.0 pure	57.2	-
50/70 (aged) + 3 % Additive 2.0 with limestone filler	72.8	15.6
50/70 (aged) + 3 % Additive 2.0 with diabase filler	86.6	29.4

1. táblázat: A töltőanyagok merevítő hatásának vizsgálati eredményei

adtunk hozzá, kevésbé öregszik, mint a friss kötőanyag (v.ö. 4. ábra).

3.2. Gyűrűs-golyós lágyuláspont vizsgálat

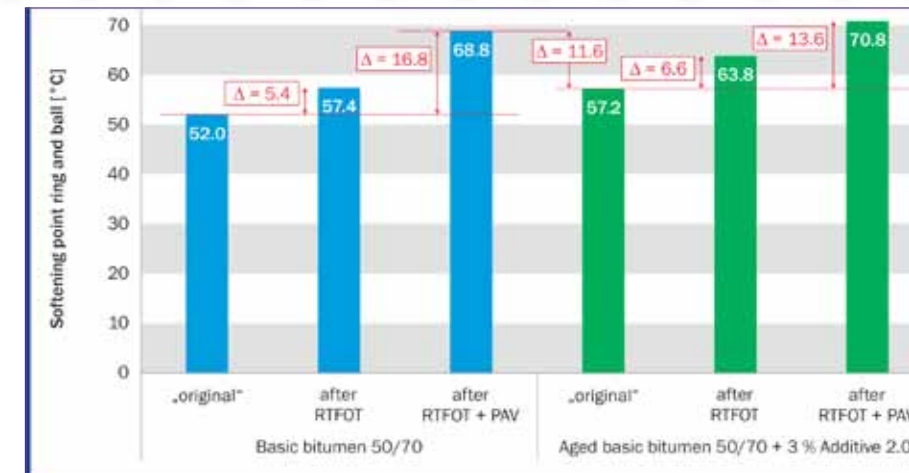
A gyűrűs-golyós lágyuláspont vizsgálat eredményeit az 5. ábra foglalja össze.

A penetráció eredményeihez hasonlóan a gyűrűs-golyós lágyuláspont-vizsgálat eredményei is azt mutatják, hogy az 50/70 alapbitumen felkeményedik az RTFOT, illetve a PAV öregítés során bekövetkező öregedés következtében. A lágyuláspont 52 °C-ról 57,4 °C-ra nő RTFOT után, és 68,8 °C-ra RTFOT és PAV után. Ez egyenértékű 16,8 °C delttal.

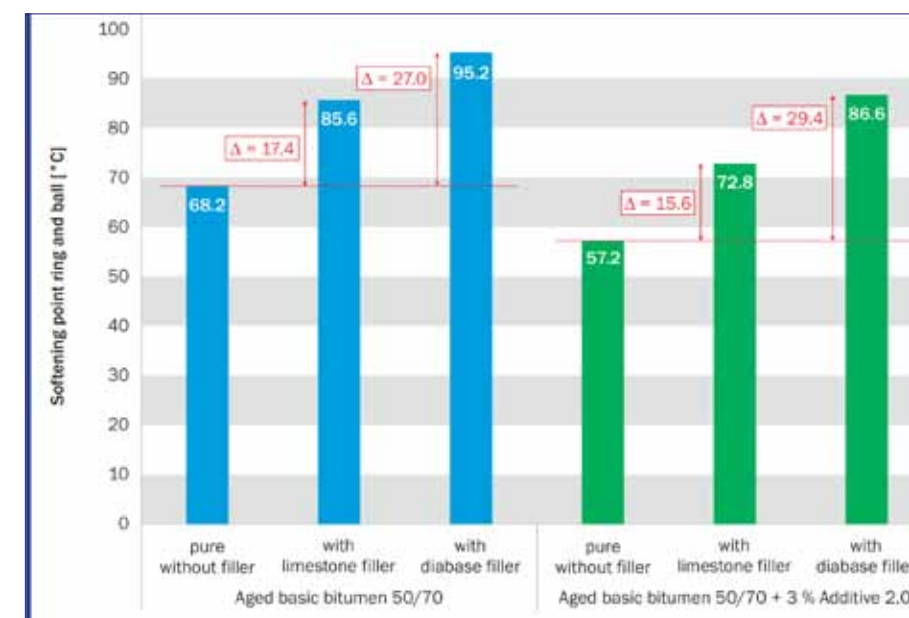
Az Additive 2.0 hozzáadása az öregített bitumen megújulását eredményezi – ahogy már megmutattuk – a lágyuláspont csökkenése által. 3% Additive 2.0 hozzáadása után az érték 68,8 °C-ról 57,2 °C-ra csökken (delta=11,6 °C), azaz majdnem azonos az 50/70 alapbitumen RTFOT öregítése utáni lágyuláspontjával.

Másrészt, az RTFOT és a PAV eljárással végzett ismételt öregítés, 3% Additive 2.0 hozzáadásával a kötőanyag már bemutatott keményedését eredményezte, a lágyuláspont 57,2 °C-ról RTFOT esetén 63,8 °C-ra (delta=6,6 °C), RTFOT és PAV után pedig 70,8 °C-ra történő emelkedése által. Így az RTFOT és PAV után a megfiatalított kötőanyagra kapott delta érték 13,6 °C.

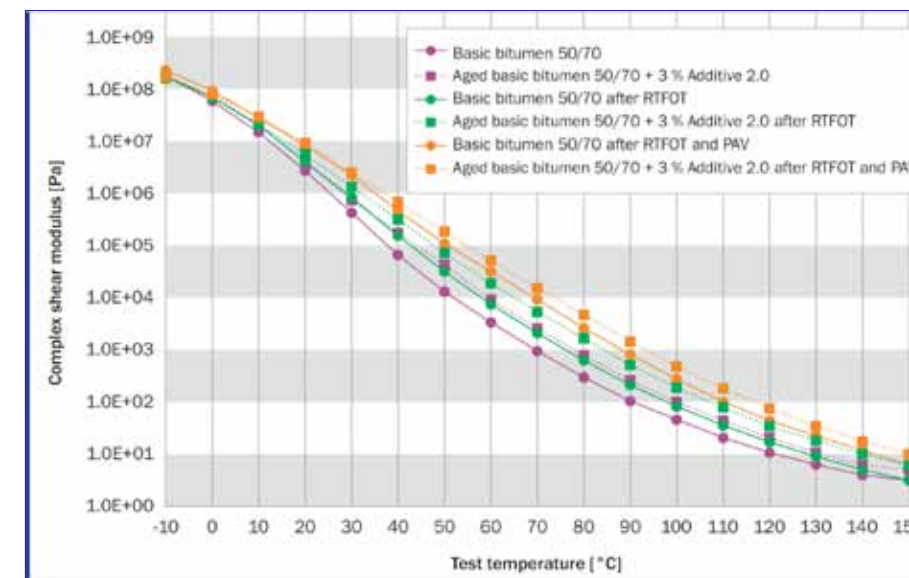
Összegezve, a gyűrűs-golyós lágyuláspont csökkent az Additive 2.0 hozzáadása után. A kötőanyag így megújult, hasonlóan a penetráció eredményeihez. Az öregítési eljárások utáni vizsgálatok eredményei azt mutatják – ahogy a penetrációs vizsgálatok értékei is ezt eredményezték korábban –, hogy a megújult/ megfiatalított kötőanyag kevésbé öregedik a lágyuláspont tekintetében (PAV hosszú távú öregítés), mint a kezdeti bitumen (v.ö. 5. ábra).



5. ábra: Gyűrűs-golyós lágyuláspont vizsgálat eredményei



6. ábra: A töltőanyagok merevítő hatásának vizsgálati eredményei



7. ábra: A komplex nyírási modulus (DSR) vizsgálati eredményei

3.3. A töltőanyag merevítő hatása

A delta gyűrűs-golyós vizsgálat során kapott vizsgálati eredményeket a 2. táblázat és a 6. ábra mutatja.

A vizsgálati eredmények azt mutatják, hogy az a kötőanyag, amihez Additive 2.0 adalékanyagot adtunk, a kezdeti kötőanyaghoz hasonlóan merevebb lesz, ha ahhoz mészkő vagy diabáz töltőanyagot adunk hozzá.

A mészkő-töltőanyag merevítő hatása nagyobb az öregített kezdeti kötőanyaggal, míg a diabáz-töltőanyag merevítő hatása az Additive 2.0-val megújított kötőanyagban némileg nagyobb (v.ö. 6. ábra). Az eredmények azt jelzik, hogy – jelenlegi ismereteink szerint – az adalékanyag és a töltőanyag között nincs kölcsönhatás, azaz az Additive 2.0 megújító hatását nem érinti.

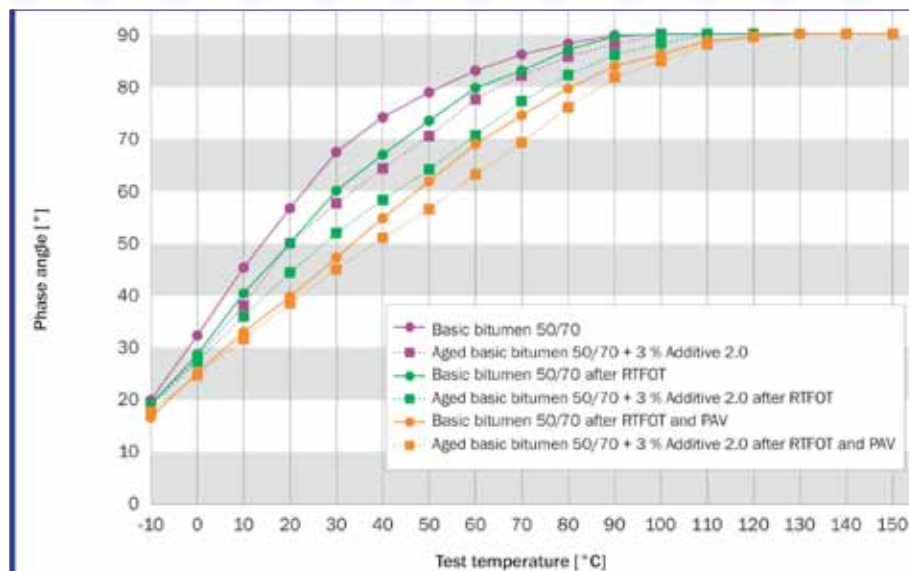
3.4. Dinamikus nyíró rheométer (Dynamic Shear Rheometer/ DSR)

A dinamikus nyíró rheométerrel elvégzett vizsgálatok során kapott eredmények a 7. ábrán (komplex nyírási modulus), ill. a 8. ábrán (fázisszög) láthatók.

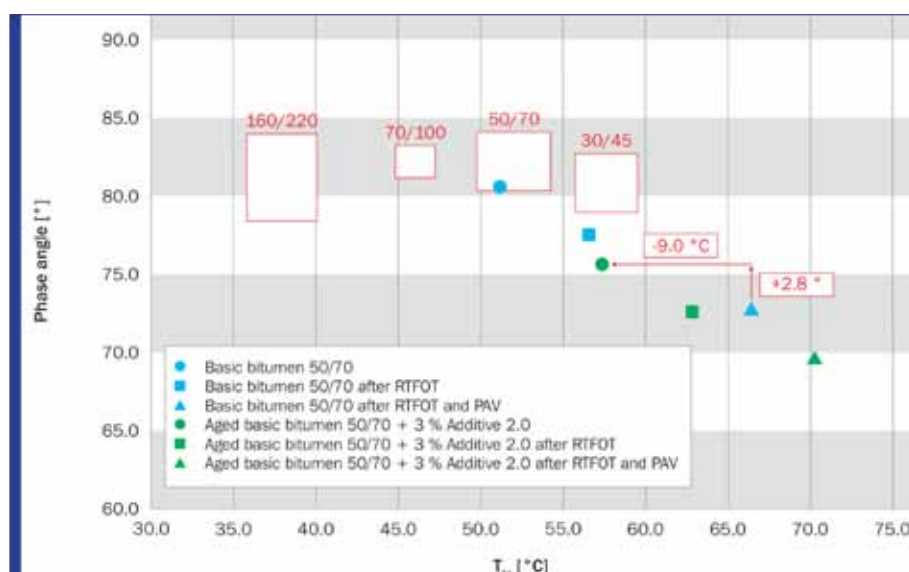
A DSR vizsgálatok azt mutatják, hogy a komplex nyírási modulus nő, ahogy a bitumen öregszik. Az az öregített bitumen, amihez 3% Additive 2.0 adalékanyagot adtunk, a teljes hőmérsékleti tartományban ugyanolyan szinten marad, mint az RTFOT eljárással öregített alapbitumen. Így egyértelmű megújító hatás figyelhető meg. A kötőanyag merevsége csökken az adalékanyag hozzáadásával, és hasonló értékeket ér el, mint az RTFOT eljárással öregített 50/70 alapbitumen.

A komplex nyírási modulus eredményeinél tapasztalt tendenciákat a teljes hőmérséklet-tartományban megfigyeltük.

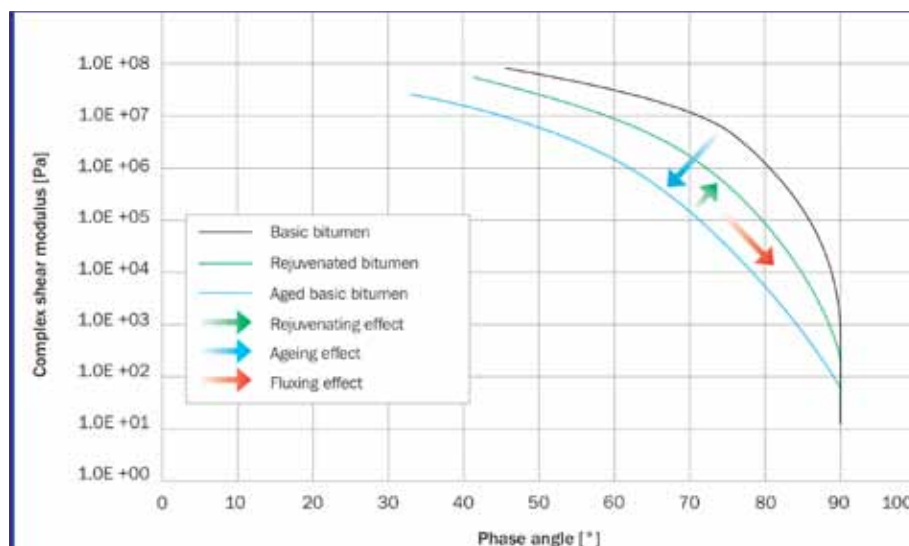
A vizsgálatok azt is megmutatták, hogy a 3% Additive 2.0 adalékanyaggal megújított kötőanyag fázisszöge – hasonlóan a komplex nyírási modulusához – azonos szinten van, mint az RTFOT eljárással öregített alapbitumen. A fázisszög alakulása szintén az Additive 2.0 a kötő-



8. ábra: A fázisszög (DSR) vizsgálati eredményei



9. ábra: Fázisszög az egyenértékű hőmérséklet függvényében (Teq)



10. ábra: A bitumen öregedésének és megújulásának példaszintű bemutatás a Black diagrammon

anyag viszkoelasztikus tulajdonságaira gyakorolt pozitív hatását mutatja.

A 9. ábra az egyenértékű hőmérsékletre vonatkozó DSR értékeket mutatja 15000 Pa nyomáson.

Az ekvivalens hőmérsékletet az alkalmazott komplex nyírási modulus alapján határozzuk meg, a megfelelő gyűrűs-golyós lágyulásponttól függően. A 15000 Pa értékű átlagos nyírási modulus az Ingenieurgesellschaft PTM Dortmund mbH összes, általános használatban lévő kötőanyag-változatot lefedő adatbankjából vettük. Az egyenértékű hőmérsékletet leolvassuk ezen nyírási modulusnál, és a megfelelő fázisszöggel alkalmazzuk. Ezt az eljárást a 9. ábra mutatja be.

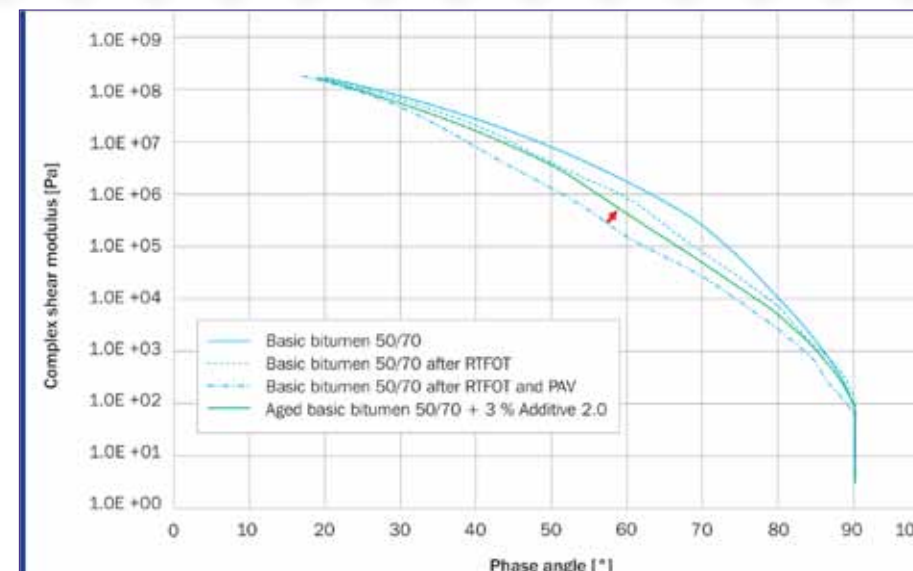
Az ábrában foglaltak az Additive 2.0 fiatalító hatását bizonyítják, mely hatás a fázisszög 2,8°-os növekedését, illetve az egyenértékű hőmérséklet 9,0°C-os csökkenését eredményezi.

A 11. ábra tartalmazza a Black diagrammot, ami a fázisszöget a komplex nyírási modulus függvényében mutatja. Ez lehetővé teszi a kötőanyag állapotának hőmérséklettől független értékelését.

A kötőanyag öregedése eltolja a Black diagramm görbéjét, az öregedés mértéke a fázisszög csökkenéséből látható az állandó komplex nyírási modulusban.

A rejuvenátor egyik fiatalító hatását bizonyítja a fázisszög növekedése állandó nyírási modulusban. A nem öregített kötőanyag eredeti görbéjének irányába történő görbe-eltolódás a bitumen tényleges - azaz reológiai hatékony módon történő - megújulását mutatja. Másrészt a rejuvenátor csupán lágyító hatása nem okozna görbe-eltolódást az eredeti görbe pozíciójának irányába (10. ábra).

Amint az a 11. ábra Black diagrammjából leolvasható, 3% Additive 2.0 hozzáadása reológiai hatékony megújulást eredményez az RTFOT során öregített kezdeti bitumen szintjének irányába.



11. ábra:

Balck diagramm, mint a reológiai hatékony megújítás igazolása

3.5. Hajlító gerendás rheométer (Bending Beam Rheometer/ BBR)

A 12. és 13. ábra összefoglalja a hajlító gerendás merevség-vizsgálat vizsgálati eredményeit.

Az eddigi vizsgálatokhoz hasonlóan a hajlító gerendás rheométerrel kapott eredmények is egyértelmű megújulást mutatnak a 3% Additive 2.0 hozzáadásának eredményeként.

Az öregedési hatást a kötőanyag hajlítási merevségének öregedés miatti növekedése, valamint az Additive 2.0 adalékanyag hozzáadásakor bekövetkező hajlítási merevség

tartományán belüli értéket mutat.

Az m értéke (lásd 13. ábra) a kötőanyag relaxációs kapacitásának kritériuma. A magas érték jó alacsony hőmérsékleti viselkedést feltételez. A szakirodalomban gyakran szerepel egy 0,300-as érték határértékként. A vizsgálati hőmérséklet ezen határértéken történő figyelembe vétele a 3% Additive 2.0 hozzáadásával megfiatalított kötőanyag jó relaxációs viselkedését jelzi (3. táblázat).

A 3% Additive 2.0 hozzáadásával megújított kötőanyag itt is olyan értékeket mutat, amelyek nagyon hasonlítanak az RTFOT eljárás során öregített kezdeti bitumenéhez, amely azonban a legjobb értéket mutatja a -25°C-os vizsgálati hőmérsékleten.

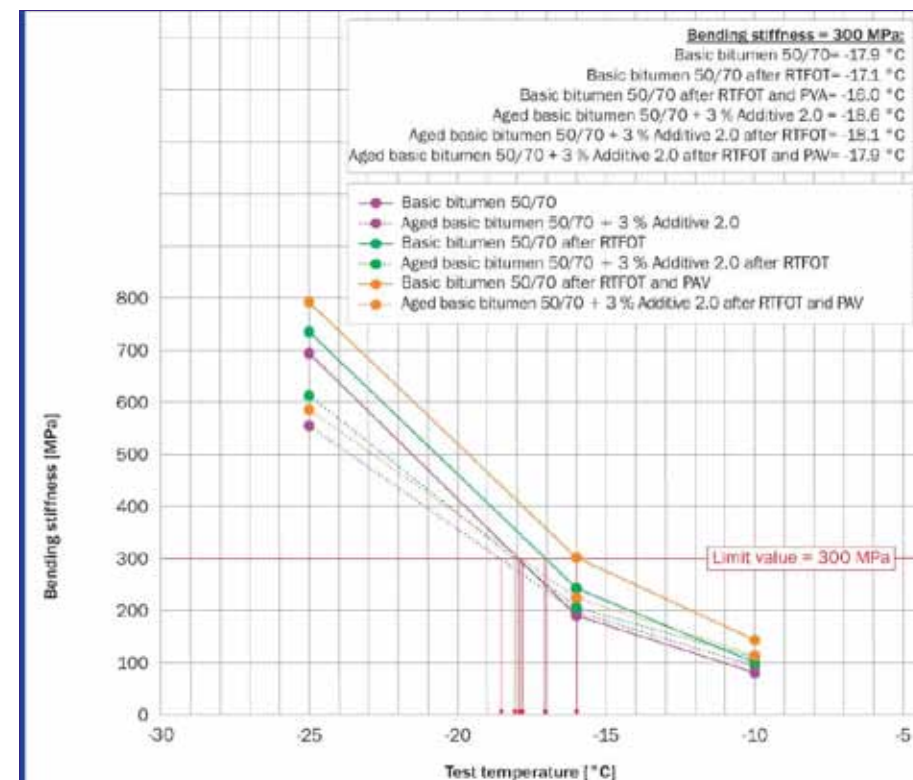
A megújított és újra öregített kötőanyag a hosszú távú öregedésnek kitett alapbitumen tartományán belül van, és a legjobb relaxációs viselkedést mutatja -25°C-os hőmérsékleten.

3.6. Forgatott palackos vizsgálati módszer

A forgatott palackos vizsgálati módszer vizsgálati eredményei a 14. ábrán láthatók.

A tapadás vizsgálatok (forgatott palackos vizsgálat) azt mutatják, hogy a kötőanyag a 3% Additive 2.0 adalékanyag hozzáadása következtében az ásványi aggregátumok iránti affinitást illetően nem mutat változást az alapbitumen paramétereiben.

A kötőanyag ásványi aggregátumok iránti affinitása az adalékanyag hozzáadása és a további, RTFOT és PAV eljárással elvégzett öregítés után is állandó szinten marad.



12. ábra: BBR hajlító merevség-eredmények

Binder	Test temperature at bending stiffness of 300 Mpa [°C]	Test temperature at m-value of 0.300 [°C]
50/70	-17.9	-21.6
50/70 after RTFOT	-17.1	-20.5
50/70 after RTFOT and PAV	-16.0	-14.1
50/70 (aged) + 3 % Additive 2.0	-18.6	-18.8
50/70 (aged) + 3 % Additive 2.0 after RTFOT	-18.1	-19.0
50/70 (aged) + 3 % Additive 2.0 after RTFOT and PAV	-17.9	-13.8

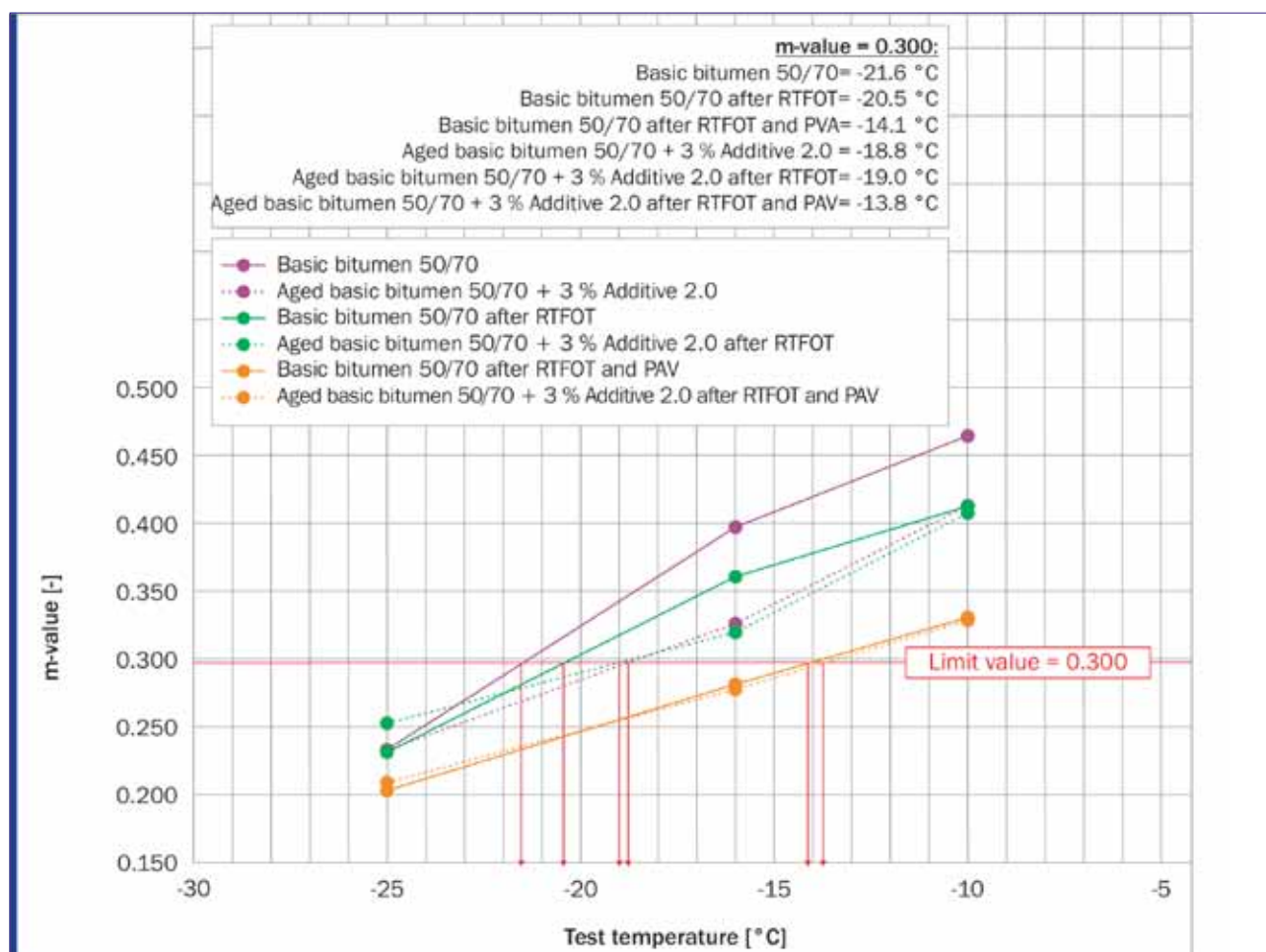
3. táblázat: BBR vizsgálati hőmérséklet 300 MPa hajlító merevség és 0,300 m-érték esetén

4. A vizsgálati eredmények és a perspektíva összefoglalása, jövőbeni kilátások

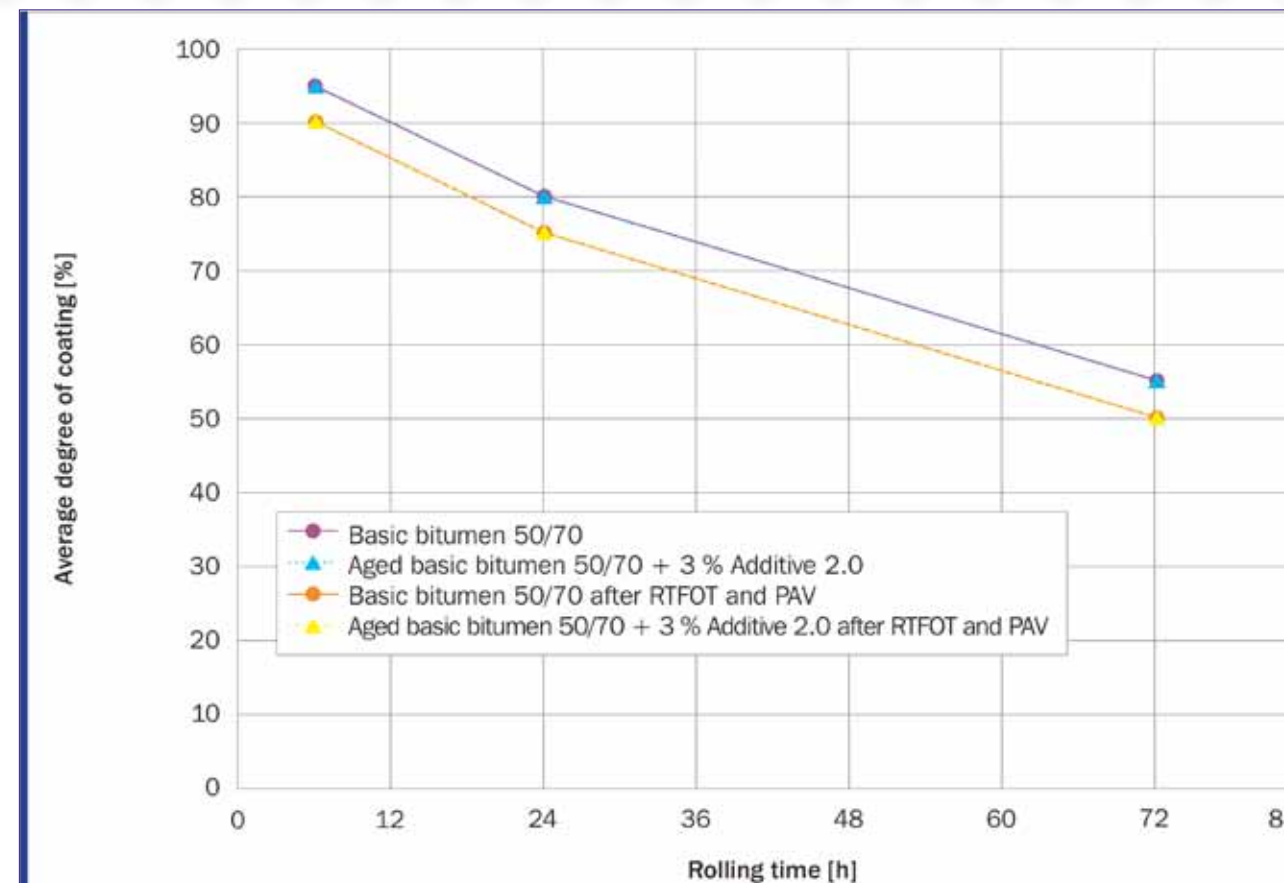
Összefoglalva, a projekt során elvégzett kötőanyag-vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy a J. Rettenmaier & Söhne GmbH & Co. KG által biztosított Additive 2.0 adalékanyag jelentős fiatalító hatást fejt ki a laboratóriumi körülmények között öregített útépítési bitumenre (jelen esetben 50/70 alapbitumen).

A penetrációs és gyűrűs-golyós lágyuláspont-vizsgálat eredményei azt mutatják, hogy az adalékanyag hozzáadásának eredményeként a penetráció jelentősen nő, a lágyuláspont pedig csökken.

A DSR során mért komplex nyírási modulus és fázisszög ér-



13. ábra: BBR m-érték eredményei



14. ábra: A forgatott palackos vizsgálati módszer vizsgálati eredményei

tekei is az adalékanyag kifejezetten fiatalító hatását jelzik. Az adalékanyag csökkenti a komplex nyírási modulus, azaz a merevséget, és növeli a fázisszöget, azaz a viszkózus részeket. Tehát a Black diagramm azt mutatja, hogy a megújító hatás reológiai hatékonyan tekinthető, azaz nem csupán lágyító hatás.

A BBR vizsgálati eredményei is azt támasztják alá, hogy a kötőanyag alacsony hőmérsékleti viselkedése szignifikánsan javul az adalékanyag hozzáadásával. A hajlítási merevség értékei egyértelműen csökkentek az adalékanyag hatására, olyannyira, hogy a -25 °C-os vizsgálati hőmérsékleten mért hajlítási merevség értékei alacsonyabbak, mint a kezdeti bitumen értékei, még ismételt hosszú távú öregítési eljárás (RTFOT és PAV) után is. Az adalékanyag növeli a relaxációs kapacitást is.

A forgatott palackos vizsgálat bizonyította, hogy a 3% adalékanyag hozzáadása nem befolyásolja a kötőanyag és a kő közötti tapadási viselkedést.

A vizsgálati eredményekből származó következtetések összefoglalása:

Az adalékanyag megújító hatása:

- A megújítás reológiai hatékonyan bizonyult
 - nem lágyító, hanem meglehetősen megújító, fiatalító (v.ö. Black diagramm).
- 3% Additive 2.0 hozzáadása visszafordítja a PAV során végbement hosszú távú öregedést.
- A kezdeti eredmények alapján 3% adalékanyag hozzáadásával javulnak az előregedett bitumen alacsony hőmérsékleti tulajdonságai a hajlítási merevség és a relaxációs kapacitás szempontjából (m-érték).

Az adalékanyag öregedési viselkedése:

- Az eddig megszerzett ismeretek megerősítik az adalékanyag hozzáadásával megújított, majd újra öregített kötőanyagban az öregedés bizonyos akadályozását.

Tapadás:

- A forgatott palackos módszer alapján a 3% adalékanyag hozzáadásának nincs negatív hatása a bitumen és az ásványi adalékanyagok, aggregátumok közötti adhéziós viselkedésre.



HAPA TAGVÁLLALATAI

Aszfalt Hungária Kft

H-2225 Üllő,
Belterület, hrsz. 3753.
<https://euroaszfalt.hu>

Budapest Közút Zrt.

H-1115 Budapest,
Bánk bán u. 8-12.
<https://budapestkozut.hu>

Colas Közlekedésépítő Zrt.

H-1113 Budapest,
Bocskai út 73.
<https://colas.hu>

Colas Út Zrt.

H-1113 Budapest,
Bocskai út 73.
<https://colas.hu>

DÉLÚT Kft.

H-6750 Algyő,
Kastélykert u. 171.
Pf: 4
<https://delut.hu>

Duna Aszfalt Út és Mélyépítő Kft.

H-6060 Tiszakécske,
Béke u. 150.
<https://www.dunaaszfalt.hu>

Hazai Építőgép Társulás Zrt.

H- 2351 Alsónémedi,
Ócsai út 2405/4 hrsz.
<https://www.epitogep.com>

He-Do Kft.

H-3261 Pálosvörösmart,
Hagyóka u. 1.
<https://he-do.hu>

MOL Nyrt

H-1117 Budapest,
Október 23. u. 18.
<https://mol.hu>

OMV Hungária Ásványolaj Kft.

H-1117 Budapest,
Október Huszonharmadika utca 6-10.
<https://www.omv.hu>

PENTA Kft.

H-2100 Gödöllő,
Kenyérgyári u. 1/E.
<http://pentakft.hu/>

„SOLTÚT” Kft.

H-6320 Solt,
Kecskeméti u. 34.
<http://soltut.hu>

Swietelsky Magyarország Kft.

H-1016 Budapest,
Mészáros utca 13.
<http://swietelskymagyarorszag.hu>

Úteppark Útépítő és Mélyépítő Kft.

H-8000 Székesfehérvár,
Sóstói u. 7.
<http://uteppark.hu>

VértesAszfalt Kft

H-2800 Tatabánya,
Réti út 174. Fsz. 4.
<http://vertesaszfalt.hu>

HAPA TÁRSULT TAGVÁLLALATAI

Ammann Austria GmbH

Anzing 33, A-4113 St. Martin im Mühlkreis
<https://www.ammann.com/de/>

AUMER Kft.

H-1112 Budapest, Reptéri út 2.
<http://aumer.hu/>

BHG Bitumen Kft.

H-1117 Budapest,
Gábor Dénes utca 2. Infopark D épület
Telefon: + 36 1 358 5061
E-mail: bhg.huauholding.com

BME Út és Vasútépítési Tanszék

H-1111 Budapest, Műgyetem rkp. 3.
<https://epito.bme.hu/ut-es-vasutepitesi-tanszek>

Carmeuse Hungária Kft.

Pf: 40
<http://www.carmeuse.eu/hu/carmeuse-hungaria-kft>

EuroAszfalt Kft

H-2225 Üllő, belterület 3753 hrsz.
<http://euroaszfalt.hu/>

EULAB Kft.

H-2120 Dunakeszi, Székesdűlő 135.
<https://www.eulabkft.hu/>

INNOTESZT Kft.

H-2225 Üllő, Zsarókahegy hrsz. 053/30.
<http://euroaszfalt.hu/leanyvallalat/innoteszt-kft>

INNOVIA Kft.

H-2541 Lábatlan, Dunapart 1605/2 hrsz.

ITERCHIMICA S.R.L.

Via G. Marconi, 21,
24040, Suisio (BG), Italy
<http://www.iterchimica.it/>

KONSTRUKTÍV Kft.

H-1165 Budapest, Nyílvessző u. 24.
<http://www.iterchimica.it/>

Mélyépítő Labor Kft.

H-1144 Budapest, Füredi út 74-76.
<https://www.facebook.com/melyepitolabor/>

Magyar Közút Nonprofit

Zártkörűen Működő Részvénytársaság
H-1024 Budapest, Fényes Elek u. 7-13.
<https://internet.kozut.hu/>

Omya Hungária Mészkefeldolgozó Kft.

H-3300 Eger, Lesrét utca 71.
<https://www.omya.com/>

ÖKO-LOGIKA Kft.

H-1039 Budapest, Batthyány u. 35/A.
www.okologika.hu

Prímaenergia Zrt.

H-1117 Budapest, Budafoki út 56.
Levelezési cím: 3014 Hort, Pf.29.
<https://www.primaenergia.hu/>

Profi-Bagger Kft.

H-2051 Biatorbágy, Tormásirét u. 6.
<https://profi-bagger.hu/>

Rec-Plus Kft.

H-3200 Gyöngyös, Felső-Újvárosi utca 2.
<http://www.recplus.hu/>

Rettenmaier Austria GmbH & Co.KG

A-1230 Wien, Rudolf-Waisenhorn-Gasse 18.
https://www.jrs.de/jrs_de/

Tarnóca Kőbánya Kft.

H-2045 Törökbálint, Torbágy u. 20.
<http://www.tarnoca.hu/>

TPA HU Kft.

H-1097 Budapest, Illatos út 8.
www.tpaqi.com

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.
<https://www.wirtgen-group.com/budapest/hu/>



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

2462 Martonvásár, 0152/1 hrsz

8800 Nagykanizsa, 0632 hrsz – mobil keverő *

7100 Szekszárd, Palánki út 41

2225 Üllő, Belterület 3753 hrsz

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