

AZ Aszfalt

A Magyar Aszfalttípari Egyesülés

hópa

hivatalos lapja

XX. ÉVFOLYAM 2015/2. szám



Asphalt 100% recyclable



Az aszfalt 100%-ban
újrahasznosítható

A PENTA Kft.
felújított
aszfaltkeverő
telepe (GÖD)

2015
december



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 szerkesztőségén keresztül ingyenesen

ISSN 1217-7830

TARTALOMJEGYZÉK

Balázs Júlia – Hideg remix eljárások hazai alkalmazása a külföldi gyakorlat tükrében.....	4
Diviki Gábor – Aszfaltburkolat-felújítási technológiai útmutató tervezői szemmel 1.0.....	7
Kovács Ádám T. – REMIX technológia alkalmazása az országos közutak felújításai során.....	17
Szabó Martin – 21-es főút négy nyomúsítása a 9+750 – 15+050 és 17+000 – 21+520 km. szelvények között – gyakorlati tapasztalatok a kivitelezés során.....	20
Szvboda Krisztián – Aszfaltkeverékek bitumentartalmának égetéses és oldószeres meghatározásának összehasonlítása.....	25
Magyari Zsófia – Települések közti hiányzó útkapcsolatok feltárása és elemzése.....	28
Béki Gergő – „Budapest útjai”.....	34
Tompa Richárd – Saját porok minőségi jellemzői.....	36
Nádasi Réka – Habosított és normál bitumenekkel gyártott aszfaltkeverékek összehasonlító vizsgálata.....	40
Némethy Miklós – Közúti hidak aszfaltburkolatának víztelenítése szivárgókkal.....	46
Lipót Ádám – Az Árpád híd pályaszerkezetének átépítése az 1-es villamos vonal felújítása kapcsán.....	49
Székesi Szofi – Zúzalékvasas masztixaszfalt összetételének vizsgálata különböző tömegbemerésekkel.....	52
Soós Zoltán – Cellulózrost alapú modifikáció hatása az aszfaltkeverék teljesítményére.....	55
Horváth Éva Szilvia – Hidak rekonstrukciós célú felmérése lézerszkenneléssel.....	60
Orbán Róbert – Túlsúlyos járművek és a burkolatok.....	66
Igazvölgyi Zsuzsanna – Soós Zoltán – Aszfaltkeverékek vízáteresztő képességének laboratóriumi vizsgálata.....	72
Pisch Zsuzsanna – Ipoly-híd tanulmányok eredményei.....	78
Tabáni Tibor – Hírek, „Vigyázzó szemetek Párizsra vessétek”.....	82
Az EAPA versenyjog betartására vonatkozó irányelve Elfogadandó a General Council Assembly 2016-os ülésén.....	84

Kedves Kollégák!

A mostani lapunkat elsősorban a **Fiatl Mérnökök Fórumán** elhangzott előadások anyagából állítottam össze. Kérem, élvezzék a fiatal mérnökeink biztos tudását, a lelkesedését, amely talán nem csak a Fórumon résztvevők számára volt érezhető, hanem a cikkek olvastán is feldereng.

Az idei nyertesek – akiknek a cikke előtt megjegyeztem a helyezésüket –, most is értékes díjakat nyertek. A **közönység díjas**, és a **harmadik helyezett** előadó ingyenesen részt vehet a februári konferenciánkon, amely már a 17. alkalom lesz. Ez a konferencia már nyugodtan nevezhető nemzetközinek, hiszen a külföldi neves előadók száma meghaladja a magyarokét. Francia, német, cseh, szlovén, belga, spanyol, osztrák előadókat várunk, a legkülönbözőbb aktuális témák kibontására. A konferencia előzetesét a lapunk 2. oldalán részletesen is olvashatják. A **második helyezett** fiatal velünk jöhet a jövő évi – immár szokásos – külföldi tapasztalat cserére, amelyet szándékom szerint a német építőgép

gyártóknál tett látogatásokkal próbálunk tanulságossá tenni. Az **első helyezett** pedig a HAPA vendégeként részt vehet a szakmánk legrangosabb rendezvényén, az EAPA négy évente megrendezett nagy kongresszusán, melyet 2016. június 1–3 között rendeznek Prágában. Erre a kongresszusra a lapunk 27. oldalán külön is felhívjuk a figyelmüket, de a rendezvény honlapján a www.eecongress2016.org címen már regisztrálni is lehet. Jó alkalom lehet a magyar mérnökök számára a részvétel, mert Prága közelsége könnyen elérhetővé teszi a rendezvényt. Még egy cikkre hívom fel a figyelmüket, amelyet a lapunk 84–86. oldalain olvashatnak. Az EAPA tagjainak a versenyjog betartására irányuló magatartás kódexet ismerteti, melynek elemeit a HAPA a tagjaival kötött együttműködési szerződésében már beépítette. A tisztességes piaci magatartást a HAPA minden rendezvényén hangsúlyozza.

Veress Tibor

Saját porok minőségi jellemzői

Tompa Richárd

Központi laborvezető,
Colas Északkő Bányászati Kft.

Tudományos segédmunkatárs,
MTA-ME Műszaki
Földtudományi Kutatócsoport



1. Az útépitési alapanyagok bányászatáról

A nemfémű ásványi nyersanyagok bányászata képviseli Magyarországon a teljes bányászati termelés nagyobbik szeletét, amelynek aránya a rendszerváltás óta folyamatosan növekszik. A 2000-es évek közepén „csúcsra járatott” termelés az elmúlt időszakban, a pénzügyi válságnak köszönhetően, erősen visszaesett. A 2005. évi 100 millió tonnát is meghaladó termelés 2012-re 40 millió tonna alá csökkent. Ebből az építő- és díszítő ipari nyersanyagok termelése meghaladja a 8 millió tonnát. Ezen kategóriába sorolhatók az útépitési alapanyagok, aggregátumok is [1].

Az útépitési célú felhasználásra gyártott kőanyagokkal szemben a követelmények az elmúlt időszakban jelentősen megváltoztak az új európai termékszabványok bevezetésével. Ez különösen igaz az aszfaltkeverékek követelményeire. Az útépitésben használatos technológiák, ide értve az aszfaltgyártást, speciális igényeket támasztanak az alkalmazott kőzetekkel szemben.

Az egyik legfontosabb igény a zúzottkővek saját porának minősége, amely jelentős hatást gyakorol az aszfaltkeverékekre.

2. Szabályozás, szabványok

Az MSZ EN 13043 „Kőanyag-halmazok (adalékanyagok) utak, repülőterek és más közforgalmú területek aszfaltkeverékeihez és felületi bevonataihoz” című szabványban előírást találunk, az „ártalmas finomszemek” vizsgálatát illetően. A 2013-as változatban kisebb módosítást is tapasztalhatunk a korábbi (2003) kiadáshoz képest a besorolások terén (1. táblázat).

13043:2003 (6. táblázat)		13043:2013 (27. táblázat)	
Megengedett metilénkéék érték (MB _F) szerinti osztályok			
MB _F - érték (g/kg)	Osztály (MB _F)	MB _F - érték (g/kg)	Osztály (MB _F)
-	MB _F NT*	≤ 7	MB _F 7
≤ 10	MB _F 10	≤ 10	MB _F 10
≤ 25	MB _F 25	≤ 25	MB _F 25
> 25	MB _F megadott	> 25	MB _F megadott
Nincs követelmény	MB _F NR	Nincs követelmény	MB _F NR

* nincs vizsgálati követelmény

1. táblázat: Metilénkéék osztályok az EN 13043 szabvány alapján [5]

Itt – leegyszerűsítve – a duzzadó agyagásvány tartalmat ellenőrizzük. A metilénkéék érték szerinti besorolás akkor szükséges, ha az aggregátum finomrész-tartalma 3–10% közé esik, amit számszerűen – metilénkéék értéként (MB_F) – kell megadni a szabványban található táblázat alapján, a vizsgálathoz kapcsolódó előírásokat az MSZ EN 933-9 „Kőanyag-halmazok geometriai tulajdonságainak vizsgálata 9. rész: A finomszemtartalom meghatározása. Metilénkéék módszer” című szabvány taglalja [7].

Napjainkban az útépitésben használatos, a duzzadó agyagásvány tartalomhoz kapcsolódó előírást, az e-ÚT 05.01.13 (ÚT 2-3.602:2008) „Kölisztek. Kőanyag-halmazok utak, repülőterek és más közforgalmú területek aszfaltkeverékeihez és felületi bevonataihoz” című kiadvány tartalmazza, amely annak értékét MBF10 értékben maximalizálja [2], igaz ez a követelmény kizárólag az aszfaltkeverékbe kölisztként bekerülő termékek esetén igaz.

Az aszfaltkeverékek kővázaként szolgáló aggregátumokkal szemben, Magyarországon nincs előírt követelmény az MB vagy MBF értékét illetően; kellő tapasztalat hiányában az megadandó értéként szerepel a szabályozásban. A magyarországi Colas csoport francia anyavállalatán keresztül viszont ismeretes, hogy a francia gyakorlatban kiemelt jelentősége van a vizsgálatnak, melyhez értelemszerűen alkalmazási határértéket is társítanak.

A hazai viszonyok között legnagyobb tömegben alkalmazott aszfaltbetonok esetén az e-ÚT 05.02.11 (ÚT 2-3.301-1) terméktípusonként rögzíti a minimálisan alkalmazandó idegen köliszt, nevezetesen mészköliszt, mennyiségét; egyúttal kiköti, hogy ennek mennyiségébe az alkalmazott kőanyag elszívott saját pora beleszámítható, ha a kőváz mészkőből vagy dolomitból áll. Alapanyaggyártói logika szerint hasznosabb lenne a kritériumokat minőségjellemzőkkel és ezekre vonatkozó határértékekkel közelíteni, köztípus szerinti megkülönböztetés helyett. Ennek indokoltságát erősítik egyrészt az ásványvagyongazdálkodási törekvések, másrészt a keverő telepek sajátporokkal kapcsolatos általános problémái, illetve a hazaitól eltérő, sok esetben a saját porokat nagyobb arányban alkalmazó nemzetközi alkalmazási tapasztalatok.

3. A metilénkéék vizsgálati eljárás (MSZ EN 933-9 szabvány alapján)

A módszer elve az, hogy a megfelelően előkészített vizsgálandó anyag szuszpenziójához folyamatosan metilénkéék oldatot adagolunk és az agyagásványok adszorpcióját az adagolás során, szűrőpapíron ellenőrizzük, hogy kimutassuk a szabad festék jelenlétét. Amint erről meggyőződünk, egy egyszerű számítással megkapjuk a metilénkéék értéket (MB, MB_p), ami az adszorbeált festék grammnyi mennyisége vizsgált frakció 1kg-jára vonatkoztatva.

A használt eszközök tetemes mennyisége (büretta, szűrőpapír, üvegbot, keverőszerkezet, mérleg, stopperóra, vizsgálószita, főzőpohár üveglombik,

szárítószekrény, hőmérő, spatula, exszikkátor), a keverési sebesség beállítás, a vizsgálat idejének és a festék mennyiség folyamatos dokumentálása és a csöppentés a vizsgáló személy teljes időtartam alatti leterheltségét jelenti és jelentős hibaforrást rejt magában [4].

3.1. A metilénkék

Maga a metilénkék egy heterociklusos aromás kémiai vegyület, $C_{16}H_{18}N_3SCl$ molekuláris formában, amit kémiai és biológiai (orvosi) célokra is használnak. Szobahőmérsékleten szilárd, szagtalan, sötétzöld por, ami vízben oldva kék folyadékot eredményez [3].

A metilénkék egy hatékony kationos festék, amelynek a fényelnyelő képessége 660-670nm közötti hullámhosszon maximális (1. ábra) [3].

Az agyagásvány tartalom vizsgálatához a 10 g/l-es koncentrációjú metilénkék oldatot is el kell készíteni. A szabvány megadja az elkészítés pontos módját is annak C mellékletében, illetve a tárolás körülményeit is [4].

3.2. A minta előkészítése

A szabvány 2000. évi, a 2009. évi, majd 2013-as kiegészítésének kiadása között minimális különbségek vannak. Magában a vizsgálati módszerben nem történtek változások.

Az MB érték vizsgálata esetén legalább 200g 0/2-es frakciójú anyag előkészítése (B melléklet), MB_F esetén ebből 30g 0/0,125 frakciót veszünk górcső alá (A melléklet) (M1). A frakció leválasztását a megfelelő vizsgálószítával elvégezhetjük [4].

3.3. A szuszpenzió elkészítése

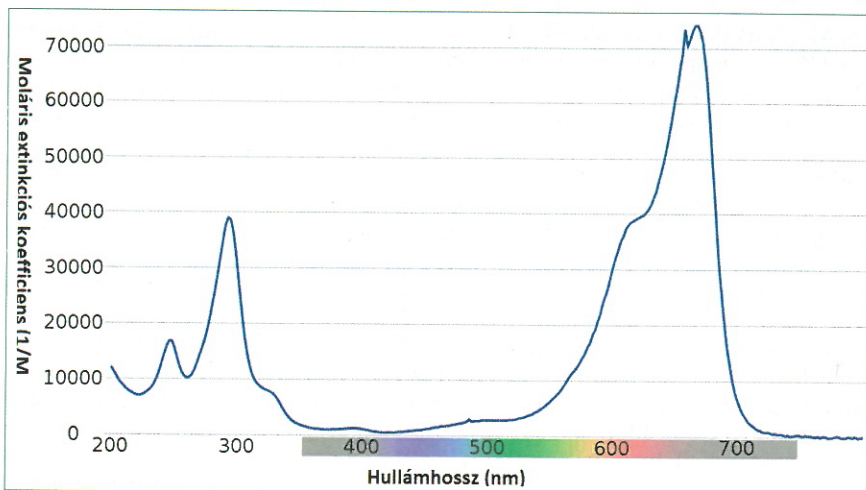
Főzőpohárba 500 ml $\pm 1\%$ desztillált vagy ioncserélt vizet rakunk, majd hozzáadjuk a jól előkészített vizsgálati anyagot és elkeverjük. A keverőszerkezetet 600 1/min $\pm 10\%$ fordulatszámra állítjuk, hogy a forgólapat a pohár aljától kb. 1 cm magasságban helyezkedik el.

Ha készen vagyunk, akkor a szuszpenziót a beállított fordulatszámra 5 percig keverjük, majd a vizsgálat további részében 400 1/min $\pm 10\%$ fordulaton folytatjuk [4].

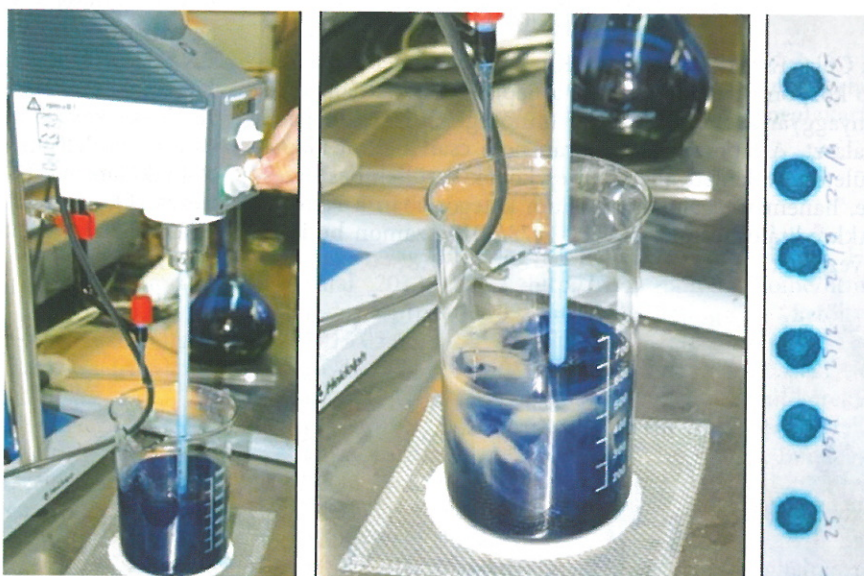
3.4. A foltvizsgálat

A 600 fordulaton való 5 percig tartó keverés után 5ml metilénkék oldatot adagolunk a főzőpohárba a bürettából, és a fordulatszámot lecsökkentjük 400 fordulatra. 1 perc után üvegpálcával csöppentünk a szűrőpapírra és az így képződő foltban elkülöníthető egy belső sötétkék és egy külső nedves zóna. A festett szuszpenzió cseppje olyan legyen, hogy a sötétkék zóna 8-12 mm átmérő közé essen (2. ábra).

Az percnkénti csöppentgetést mindaddig folytassuk folyamatosan adagolva a már említett 5ml festékanyagot, amíg a belső zóna körül egy világoskék, kb. 1 mm vastagsá-



1. ábra: A metilénkék abszorbciós spektruma [3][6]



2. ábra: „Hagyományos” metilénkék vizsgálat

gú, gyűrű alakul ki tartósan, jelezve, hogy a duzzadásra hajlamos agyagásványok már nem képesek több metilénkét felvenni.

A gyűrű megjelenése után 5 percig – anélkül hogy további festéket adnánk hozzá – percnként egy-egy foltot teszünk, és ha a gyűrű továbbra is fennmarad, akkor végére értünk a vizsgálatnak.

Amennyiben ez nem következik be és a gyűrű 4 percen belül eltűnik, akkor még 5ml, ha csak az 5. percen, akkor csak 2ml festéket adagoljunk és természetesen folytassuk az eljárást mindaddig, míg a gyűrű 5 percen túl látható marad [4].

3.5. Az adszorbeált festék mennyiségének meghatározása

A vizsgálat befejeztével az összes felhasznált festékanyag térfogatát, ami az 5 percig megmaradó gyűrűhöz szükséges, ml-ben megadva jegyezzük fel (V_1).

$$MB = \frac{V_1}{M_1} 10, \text{ illetve } MB_F = \frac{V_1}{M_1} 10$$

M_1 – a vizsgálati anyag tömege grammban megadva
 V_1 – a bejuttatott festékanyag térfogata milliliterben megadva [4]

3.6. Metilénkék körvizsgálatokról

A Colas Északkő Kft. vizsgálólaboratóriuma, több más állami és piaci laboratóriummal együtt (összesen 17 db), 2012-ben, körvizsgálatot végzett 3 db mintán, MB és MBF értékeket mérve, valamint központilag biztosított (KTI) és saját szűrőpapírok segítségével.

A körvizsgálatokból megállapítható, hogy a használt szűrőpapírtól függetlenül az elvégzett vizsgálatok eredményei jelentősen szórnak, így mindenképpen üdvözlendő lenne egy közös, jelentősen pontosabb vizsgálati mód alkalmazása.

Bár hazánkban jellemzően még nem, de például Franciaországban az útépítési kőanyagokon, napi szinten végeznek ilyen vizsgálatokat azok beépítését megelőzően és az adatok alapján döntenek az adott ásványi anyag aszfaltipari alkalmazhatóságáról, illetve annak esetleges korlátairól.

4. A Colas Északkő Kft. Központi Laboratóriuma

A Colas Északkő Bányászati Kft. Tállyai üzemében található központi labor fejlesztése a napjainkban aktuális alapanyaggyártás során fennálló minőségi kihívásokra jelent választ. A laborfejlesztés során nem csak a labor alapterülete növekedett, illetve új eszközök kerültek beszerzésre, hanem vizsgálólaboratórium kategóriában a Nemzeti Akkreditáló Testület NAT-1-1778/2015 számon be is jegyezte azt.



3. ábra: Az összeállított vizsgálóberendezés [8]

4.1. Laborfejlesztés és vizsgálatok

Az új helyiséggel bővülő laborba, a régiék mellett, új vizsgálósziták és szitarázó, piknométerek, szárítószekrény, mérlegek beszerzése mellett a francia Controlab, a világ egyik legnagyobb, anyagtesztelő és vizsgáló eszközöket fejlesztő, gyártó és forgalmazó cégének egy új fejlesztése, a félautomata metilénkék vizsgálóberendezés került megvásárlásra az országban elsőként. Az eszközzel gyorsabbá, pontosabbá és objektívvá válik a duzzadó agyagásvány tartalom meghatározása.

A teszt során nemcsak annak jelentős időigénye alól szabadul fel a vizsgálatot végző személy, hanem kiküszöbölődnek az időmérés és a festékoldat adagolása során fellépő hibák, valamint a meglehetősen szubjektív foltvizsgálat értékelése is egyértelművé válik.

4.2. A vizsgálóeszköz bemutatása

A laborfejlesztés során beszerzett, Controlab által gyártott, félautomata metilénkék vizsgálóberendezés (T0054) az MB/MB_F értékek mérésére alkalmas, természetesen az EN 933-9 (és a francia NF P94-068) szabvány alapján. A hagyományos vizsgálathoz hasonlóan itt is rendelkezésre áll egy keverő berendezés (1), főzőpohár (2) mintának és a desztillált víznek, egy-egy üveg a festékanyagok és a flokkulánsnak (3) és természetesen maga a mérőberendezés (4), egy rozsdamentes acél borítású, kezelőpanellel ellátott, 220 V váltakozó feszültségen működő eszköz (3. ábra).

A gép méri az injektált metilénkék oldat mennyiségét az agyagok szaturációjáig, amit a spektrofotometria elve alapján ellenőriz. A teszt pontos és bármikor megismételhető és annak elindítása után a vizsgáló személy szabaddá válik, bármilyen más tevékenységet végezhet.

A laboráns a főzőpohárban összeállítja a vizsgálati mintából a szuszpenziót. Az eszközt bekapcsolva az automatikusan elvégzi a mérőcella kalibrálását, majd amint azzal végzett, a tesztet is.

A teszt elkészültével kijelzőn feltűnik a mért érték, majd elvégzi az optikai érzékelő felületen a tisztítási ciklust minden egyes teszt után [8].

A vizsgálat folyamata

Az eszköz a főzőpohárban kevert vizsgálati mintához automatikusan adagolja a festékanyagot, illetve egy perisztaltikus szivattyú segítségével végzi a mintavételezést.

A minta ezt követően az koloriméterre kerül, ami megméri az oldat által elnyelt fény mennyiségét 660 nm hullámhosszon.

Amint a küszöbértéket eléri (amikor a legnagyobb a fényelnyelés az adott hullámhosszon), még 2 vizsgálatot végez ugyanazon mennyiségű metilénkék jelenlétében. Ha az érték nem változik, akkor megkapjuk a végeredményt, ha változik, akkor további festékanyag adagolá-

sával újabb elemzést végez, mint ahogy a hagyományos vizsgálat esetében is [8].

5. Eddigi tapasztalatok

A Colas Északkő Kft. bányáinak NZ 0/2 (NZ 0/4) termékeit, a berendezéssel vizsgálva, a korábbi – hagyományos módon mért – értékeihez konvergáló eredményeket kaptam.

Ezen felül egy jól homogenizált tállyai NZ 0/2 mintán elvégzett mérésorozaton meghatároztam a berendezés szórását, reprodukálhatóságát, ismételhetőségét (2. táblázat).

Láthatóan a berendezés meglehetősen nagy pontossággal dolgozik. Ezzel valószínűleg kiküszöbölhető lenne a körvizsgálat során is megmutatózó nagyfokú pontatlanság.

A továbbiakban tervezem, azonos mintán, a foltvizsgálat és a félautomata berendezés eredményeit összevetni. A porok ásványtani vizsgálatát is célszerűnek tartanám elvégezni, hogy meghatározzuk, pontosan milyen ásványok adják a MB/MB_F értéket (röntgen, szonda). Továbbá célszerű lenne aszfaltüzemből visszanyert porok (porleválasztó által leválasztott) metilénkék vizsgálata, illetve az elszennvedett hőstressz okozta változások felmérése, már ha van ilyen jellegű változás.

6. Konklúziók

A saját porok minősége bányánként meglehetősen változó. Egyes bányákon belül az anyag geológiájától és a bányaműveléstől függ, hogy mennyire állandó a minőség.

A metilénkék vizsgálat pontos elvégzése elkerülhetetlen, ha látni akarjuk a minőségi ingadozásokat, így az eszköz megfelelőnek látszik a rendszeres és a szabványban rögzített kötelező mennyiségen felül sűrűbben elvégzett ellenőrzésekhez.

A jelenlegi szabályozás minőségi követelmény helyett a kőzet típusának szabályozásával kezeli a por minőségváltozásában rejlő aszfalttechnológiai kockázatokat, amely miatt jelentős többletköltségek keletkeznek a nem alkalmazható vulkanikus porok kiszárítása/elszívása/lerakása miatt.

Alapanyaggyártói oldalról is kívánatos lenne az alkalmazási feltételek minőség alapú megközelítése, melyhez elengedhetetlen, hogy alapanyaggyártói oldalról jól ismert legyen az adott üzem adott termékeinek portartalmának jellemző minősége és minőség ingadozása. Ehhez elengedhetetlen megbízható mérés, és rendszeres vizsgálat, amely megalapozhatja egy aszfalttechnológiai kutatást és ebbe az irányba fejlesztheti a szabályozást.

Amennyiben sikerül felmérni a sajátporok minőség ingadozását, azt követően érdemes aszfalttechnológiai kísérleteket végezni laborban és üzemi körülmények között, hogy a megfelelőséggel szembeni követelmények megfogalmazhatóak legyenek.

A szabályozás továbbfejlesztése az aszfaltgyártók szá-

Vizsgálat száma	1. mérőszemély		2. mérőszemély	
	MB érték	MB _F érték	MB érték	MB _F érték
1.	1,30	3,33	1,35	3,33
2.	1,35	3,33	1,35	3,33
3.	1,25	3,33	1,35	3,33
4.	1,45	3,33	1,40	3,33
5.	1,25	3,33	1,25	3,33
6.	1,20	3,33	1,25	3,33
7.	1,45	3,33	1,35	3,33
8.	1,20	3,33	1,30	3,33
9.	1,25	3,33	1,30	3,33
10.	1,20	3,33	1,35	3,33
Átlag:	1,290	3,330	1,325	3,330
Szórás:	0,087	0,000	0,044	0,000

2. táblázat: Metilénkék vizsgálati eredmények és az eszköz fő metrologiai jellemzői

mára is kiszámíthatóbb, és tervezhetőbb körülményekhez vezethetne, mellyel jelentős energiaköltségek is megtakaríthatóak volnának.

Irodalom

- [1] Ásványvagyon, Magyar Bányászati és Földtani Hivatal 2013. URL: <http://www.mbfh.hu/home/html/index.asp?msid=1&sid=0&hkl=72&lng=1> Letöltve: 2015.02.10.
- [2] e-ÚT 05.01.13 (ÚT 2-3.602:2008 útügyi műszaki előírás) Kőlisztek. Kőanyaghalmozok utak, repülőterek és más közforgalmú területek aszfaltkeverékeihez és felületi bevonataihoz. Magyar Útügyi Társaság, Budapest, 2008. 9 p.
- [3] Methylene blue URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Methylene_blue Letöltve: 2015.02.10.
- [4] MSZ EN 933-9:2009+A1:2013 Kőanyaghalmozok geometriai tulajdonságainak vizsgálata 9. rész: A finomszemtartalom meghatározása. Metilénkék módszer. Brüsszel, 2013. 15 p.
- [5] MSZ EN 13043:2013 Kőanyaghalmozok (adalékanyagok) utak, repülőterek és más közforgalmú területek aszfaltkeverékeihez és felületi bevonataihoz. Brüsszel, 2013. 52 p.
- [6] Prah, Scott: Optical absorption of methylene blue, Oregon Medical Laser Center, URL: <http://omlc.org/spectra/mb/> Letöltve: 2015.02.10.
- [7] Puchard Zoltán 2006: Útépítési Zúzottkövekkel szemben támasztott követelmények, Építőanyag 58. évf. 4. szám, pp. 123-125.
- [8] Semi-automated methylene blue tester (T0054). Controlab, URL: <http://www.controlab.net/component/jdownloads/finish/17-aggregates/73-semi-automated-methylene-blue-tester-t0054/0> Letöltve: 2015.02.10.