SZAKDOLGOZAT

Márton Brigitta

2018

SZENT ISTVÁN
EGYETEM

Dr.Dombay Gábor PhD.
intézetigazgató, főiskolai tanár

YBL

YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST
Építőmérnöki Intézet
Cím: 1146 Budapest, Thököly út 74.
Tel.:+36-1-252-1270
e-mail: epitomernoki.intezet@ybl.szie.hu

SZAKDOLGOZAT KIÍRÁS
2017/18

Márton Brigitta

Nappali Építőmérnök szakos
hallgató részére

A feladat címe: Friss aszfaltkeverékek vizsgálata

Belső konzulens: Dr. Macsinka Klára egyetemi docens

Külső konzulens: Tóth Szilvia minőségirányítási vezető, INNOVIA Kft.

A szakdolgozat beadási határideje: 2018. január 5. (péntek) $12^{\underline{00}}$

Budapest, 2018. január 3.

Dr. Dombay Gábor
intézetigazgató

SZENT ISTVÁN
EGYETEM

Dr.Dombay Gábor PhD.
intézetigazgató, főiskolai tanár

YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST
Építőmérnöki Intézet
Cím: 1146 Budapest, Thököly út 74.
Tel.:+36-1-252-1270
e-mail: epitomernöki.intezet@ybl.szie.hu

Részletes feladatkiírás

Márton Brigitta

Nappali Építőmérnök
hallgató részére

Friss aszfaltkeverékek vizsgálata

RÉSZLETES FELADATKIÍRÁS

Bevezetés, a szakdolgozat témájának ismertetése

Általános útpályaszerkezetek ismertetése

Eltérő aszfaltkeverékek és a keveréktervezés bemutatása

Aszfaltkeverékek laboratóriumi vizsgálata és helyszíni mérések

Értékelés, összefoglalás

Budapest, 2018. január 3.

Dr. Macsinka Klára
belső konzulens

SZENT ISTVÁN EGYETEM YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR

Szakdolgozat

Friss aszfaltkeverékek vizsgálata

Márton Brigitta [redacted]

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés 5
2. Aszfalt története 6
3. Pályaszerkezetek típusai 8
3.1 Merev útpályaszerkezet 8
3.1.1 Merev útpályaszerkezet felépítése 10
3.1.1.1 Földmű 10
3.1.1.2 Burkolatalap 10
3.1.1.3 Szerkezeti kialakítás 10
3.2 Félig merev pályaszerkezet 11
3.2.1 Félig merev útpályaszerkezet felépítése 12
3.2.1.1 Földmű 12
3.2.1.2 Burkolatalap 12
3.2.1.3 Aszfalt rétegek 12
3.3 Hajlékony pályaszerkezet 13
4. Különböző alaprétegek beépíthetősége 14
4.1 Kötőanyag nélküli szemcsés alapréteg 14
4.2 Hidraulikus kötőanyagú stabilizációs réteggel készült pályaszerkezetek 14
4.3 Soványbeton alapréteg 14
5. Aszfaltkeverékek 15
5.1 Aszfaltbeton (AC) 15
5.1.1 Alkalmazott kötőanyagok 16
5.1.1.1 Penetráció 17
5.1.1.2 Lágyuláspont 18
5.1.2 Alkalmazható homok 19
5.1.2.1 Természetes homok 19
5.1.2.2 Zúzott homok 19
5.1.3 Kőanyagok 20
5.1.3.1 Természetes anyagok 20
5.1.3.2 Zúzott kőtörmelék 20
5.2 Masztix aszfalt (ZMA/ SMA) 21
5.2.1 Kötőanyaggal szembeni követelmények 21
5.2.2 Töltőanyag 22
5.2.3 Homok 22
5.2.4 Kőanyagok 22

5.3 Öntött aszfalt (MA) 22
6. Megfelelő aszfaltkeverék kiválasztása 23
7. Aszfaltok összetétele 25
7.1 Ásványi adalékanyag 25
7.1.1 Zúzottkövekkel szembeni követelmények 25
7.1.1.1 Los-Angeles eljárás 26
7.1.1.2 Micro- Deval módszer 27
7.1.1.3 Magnézium- szulfátos kristályosítási vizsgálat 28
7.1.1.4 Metilénkék vizsgálat 28
7.1.2 Töltőanyag 29
7.2 Szénhidrogén alapú kötőanyagok 30
7.2.1 Útépítési bitumen 31
7.2.2 Higított bitumen 31
7.2.3 Bitumenemulzió 32
7.2.4 Modifikált bitumen 33
7.3 Habosított bitumen 34
8. MSZ EN szabvány változásai 35
9. Keveréktervezés 36
9.1 Kopórétegként építhető aszfaltok 37
9.1.1 Aszfaltbeton 38
9.1.2 Masztixaszfalt 40
9.2 Kötőréteg 42
9.2.1 Aszfaltbeton 43
9.3 Alapréteg 45
9.3.1 Aszfaltbeton 46
10. Labor bemutatása 47
11. Alkalmazott vizsgálatok bemutatása 48
11.1 Laboratóriumi vizsgálatok 48
11.1.2 Bitumentartalom meghatározása 48
11.1.1 Szemeloszlás meghatározása 50
11.1.2 Marshall vizsgálat 51
11.1.3 Marshall hézagmentes testsűrűség- Piknométeres vizsgálat 54
11.2 Helyszíni mérések 55
11.2.1 Fúrt minta 55
11.2.2 Hosszirányú pályaegyenetlenség mérése mozgóbázisú mérőkerékkel-ÚT-02 típusú mérőberendezéssel 57

11.2.3 Makró érdesség 58
12. Mérések pontosságának jelentősége 59
12.1 Bitumentartalom esetében 60
12.1.1 AC32 (mF) -25/55-65 60
12.1.2 SMA-11 (mF) 25/55-65 64
12.2 Testsűrűség esetében 66
12.2.1 AC 32 (mf) 25/55-65 66
12.2.2 SMA 11 (mf) 25/55-65 68
12.3 Hézagmentes testsűrűség esetében 70
12.3.1 AC 32 (mf) 25/55-65 70
12.3.2 SMA 11 (mf) 25/55-65 72
12.4 Hézagtartalom esetében 74
12.4.1 AC 32 (mf) 25/55-65 74
12.4.1.1 Testsűrűség változása esetében 75
12.4.1.2 Hézagmentes testsűrűség változása esetében 78
12.4.2 SMA 11 (mf) 25/55-65 81
12.4.2.1 Testsűrűség esetében 82
12.4.2.2 Hézagmentes testsűrűség esetében 85
13. Nem megfelelő aszfalt jelei vizsgálati eredmény nélkül 92
14. Összefoglalás 94
Irodalomjegyzék 96

1. Bevezetés

Szakdolgozatom fő témájának egy olyan anyagot választottam, amely egész életemben jelen volt. Így nem is volt kérdés számomra, hogy írásomat az aszfalt köré építem fel. A téma leszűkítésében nagy segítségemre volt külső és belső konzulensem is. Hosszas beszélgetések után végül az aszfaltkeverékek bemutatása mellett döntöttünk.

Dolgozatom első felében egy rövidebb bemutatást készítettem az aszfaltokról és a különböző pályaszerkezetekről, melyet hosszú utána járás előzött meg. Igyekeztem egy minél átfogóbb képet nyújtani, egészen a kezdetektől. Második felében, vagyis a fő részben különböző aszfaltkeverékeket ismertetek, s az aszfaltkeverékekre, s azok összetételére, tulajdonságaira vonatkozó vizsgálatok végzése során a pontosság fontosságát és jelentőségét szemléltetem. Az elvégzett vizsgálatok alapján bemutatom annak jelentőségét, hogy az építendő aszfaltburkolat jellemzőit, tartósságát hogyan befolyásolja az aszfaltkeverékek minősége.

Nagy szerencsémre olyan munkahelyem van, ahol lehetőségem nyílik az aszfalt megismerésére, s a témához szükséges vizsgálatok elvégzésére. Fontosnak tartottam megfigyeléseim alatt, hogy ne csak azt tudjam bemutatni egy- egy keverék megváltozásakor, hogy milyen változást lehet észlelni laboratóriumi mérések során, s hogy ez milyen mérési eredményt hoz, hanem azt is, milyen jeleket vesznek észre a kint, aszfaltot bedolgozó emberek az út építése során.

2. Aszfalt története

Az aszfaltot már több ezer éve ismeri az ember, s sok gyakorlati célra használta már akkor is.

Már az Ókorban is ismerték, ahol virágkorát élte, ám ez a későbbi időkben feledésbe merült, s majd csak később, a XVIII. században került újra előtérbe. Aszfaltból használható útburkolatokat legelőször a XIX. század közepe táján kezdtek el építeni.

Több ország irodalmában is írnak az aszfalttermékekről, ám mindegyiknél más- más névvel kerül elő.

Az asszír és babiloni irodalomban *iddu*, *kupru*, *amaru* és *asphaltu* megnevezéssel találhatjuk meg a szilárd aszfaltot, míg a félig szilárd, s folyékony termékeket *naptu*, *saman-iddli*-ként említik meg. [3]

A héber irodalomban ezzel szemben a szilárd termékeket *kopher*, s *hemar* névvel, míg a félig szilárd és folyékony aszfaltokat *nepht* néven említik meg. [3]

A görög- latin irodalomban több féle alternatívát is fellelhetünk a szilárd termékek megnevezésére, ilyen az *asphaltos*, *bitumen*, *maltha*, *pix*, *pissasasphaltos*, *pittasphaltos*, *pittolium*, *ampelitis*, s *bitumen indiacum*. Ezek közül pár, már nagyon hasonlít, hanem meg is egyezik, a ma is használt elnevezéséhez. A félig szilárd és folyékony termékeket *oleum petrae*, *naphtha*, *nafta*, *bitumen liquidum*, *petroleum*, *kerozen* szavak rejtik. [3]

Vannak olyan filozófusok, akik úgy gondolják, hogy maga a bitumen megnevezés 2 latin szó összefésüléséből származik. A *pix*-ből, melynek jelentése földiszurok, s a *tumens*ből, ami fortyogót, s izzadót jelent. [3]

Babilonban volt a világon a legelső út, amely aszfaltburkolattal készült 604 és 625 között. Metcalfe volt az, aki először 3 réteggel építette útjait. Ekkor még az első réteg nagy kövekből állt össze, a második feltárt útanyagot tartalmazott, s a harmadik, legfelső réteg kavicsréteg volt. Az út közepét ívesre építette. Metcalfe már ekkor figyelembe vette mennyire káros tud lenni egy építmény számára a víz. Az íves kialakítással sikeresen le tudta vezetni a pályaszerkezetről, s az belefolyhatott az út mellett lévő árokba, ami elvezette a csapadékot mindenféle kár nélkül. [1]

Thomas Telford 1757-ben tökéletesítette az útépítést azzal, hogy a forgalom nagyságától függően tervezte meg az egyes rétegek vastagságát.

John Loudon McAdam nevéhez fűződnek a „makadám utak", melyek azzal a céllal épültek, hogy stabil utat biztosítsanak a gyalogos és lovas forgalom számára.

Az 1800-as évek végén épült utak kizárólag kőből, kavicsból és homokból épültek fel. Ebben a szerkezetben a kötőanyagot a felszíni homok, s a víz keveréke adta. Ezzel egy olyan stabilizációs réteg alakul ki, amely tökéletes volt a lovas és gyalogos forgalom számára. Amikor később kezdtek megjelenni a világban egyre jobban az autók, s velük együtt a gépjármű forgalom, már nem felelt meg ez a fajta kötőanyag a pályaszerkezetben, s keresni kellett egy olyat, amely el tudja viselni a nagyobb terheket hosszabb idejű tönkremenetel nélkül. Ez a kötőanyag a bitumen lett.

Az első bitumenes járdák Washingtonban épültek meg 1868-ban, melynél kötőanyagként kőszénkátrányt alkalmaztak. A finomított ásványolaj aszfalt az 1870-es évek közepén jelent meg.

A laboratóriumi tesztelést 1900 előtt még nem ismerték.

1. ÁBRA-ASZFALTOZÁS RÉGEN

2. ÁBRA- ÚTÉPÍTÉS A KEZDETEKBEN

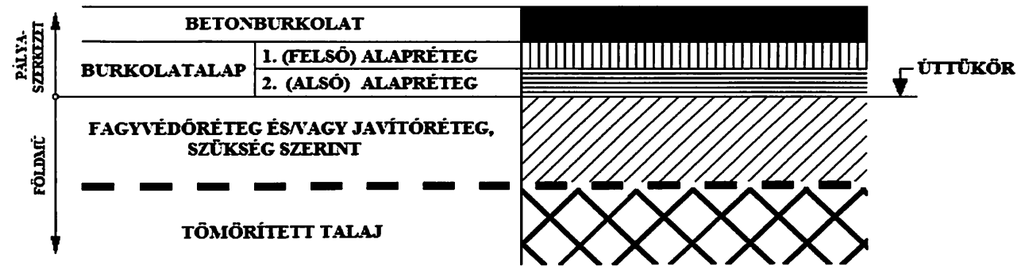
3. Pályaszerkezetek típusai

Három pályaszerkezeti típust különbözetünk meg egymástól: merev, félig merev és hajlékony. Mindegyiknek megvannak a saját maga előnyei és hátrányai, s az adott körülmények döntik el, hogy melyiket alkalmazzuk.

3.1 Merev útpályaszerkezet

Felépítését tekintve ez a fajta szerkezet Ckt, illetve beton rétegekből áll. Nem lelhető fel benne aszfalt réteg, így ennek köszönhetően az így kialakult pályaszerkezet sokkal nagyobb teherbíró képességgel bír, mint az aszfaltos/ rugalmas pályaszerkezetek.

Nagy forgalmi terhelésű útszakasz építése esetén merev pályaszerkezetet érdemes tervezni. Ilyen pl.: az M0-ás autópálya, a repterek, s a buszpályaudvarok. Az M0-ás autópálya az ország legforgalmasabb útja, így célszerű volt bizonyos szakaszait merev szerkezetből megépíteni.



3. ÁBRA-MEREV PÁLYASZERKEZET FELÉPÍTÉSE [24]

Előnye:

- a terhelést jobban szétosztják a szilárdságuk miatt, így az alsóbb rétegekben kisebb igénybevétel keletkezik
- magas élettartam; $\geq 30 é v$
- gazdaságosabb fenntartás hosszú távon
- terhelosztó hatása miatt olcsóbb az alépítmény
- kis alakváltozás
- ellenáll az oldószereknek
- tartós érdesség a felületén
- világos színnel rendelkezik, mely előnyt jelenthet az autóvezetőknek sötétben vagy akár esős időben is

- fényvisszaverő tulajdonsággal bír, mely miatt a globális felmelegedés mértéke csökkenthető

Hátránya:

- a betonlemezek közötti hézagok, melyek kellemetlen utazást okozhatnak
- a hézagok rendszeres karbantartást igényelnek
- télen a csúszós utak elkerülése végett használt sózás kárt tehet a burkolatban
- javítása és felújítása költséges, hely igényes
- speciális üzemetetési- és fenntartási technológia kell hozzá
- a beton újrafeldolgozása körülményesebb, több gonddal jár, mint az aszfalté [2]

- fényvisszaverő tulajdonsággal bír, mely miatt a globális felmelegedés mértéke csökkenthető

Hátránya:

- a betonlemezek közötti hézagok, melyek kellemetlen utazást okozhatnak
- a hézagok rendszeres karbantartást igényelnek
- télen a csúszós utak elkerülése végett használt sózás kárt tehet a burkolatban
- javítása és felújítása költséges, hely igényes
- speciális üzemetetési- és fenntartási technológia kell hozzá
- a beton újrafeldolgozása körülményesebb, több gonddal jár, mint az aszfalté [2]

3.1.1 Merev útpályaszerkezet felépítése

3.1.1.1 Földmű

Merev pályaszerkezet esetében nagy figyelmet kell szentelni az egyenletes tömörségre, hiszen merev szerkezetnél kisebb feszültség jut a talajra, mint a hajlékonynál, ellenben mélyebbre jut. Ezért ennél a tömörségi követelményeket a pályaszerkezet alatti 1,00 méteres mélységre is elő kell írni, ám a teherbírási követelmények megegyeznek a hajlékony pályaszerkezetével. [14]

3.1.1.2 Burkolatalap

Ckt-4 minőségű hidraulikus kötőanyagú keverékből vagy soványbetonból készülhet, melyet 150 mm-es vastagságban alkalmazunk alsóbb rendű utak esetében, míg felsőbb rendűeknél 200 mm-es vastagságban terítjük el. Amennyiben nem Ckt-4-et szeretnénk alkalmazni alaprétegként, használhatunk C12/15 soványbeton útalapot, mely R igénybevételű és K-R forgalmi terhelés esetén alkalmazható. A burkolat és az alapréteg közé kötőanyag nélküli kiegyenlítő réteget, homokot vagy bitumenes homokot nem helyezhetünk el.

A betonlemez és a hidraulikus kötőanyagú alapréteg összekötését a két réteg közé helyezett elválasztó réteggel kell megakadályozni. Ez lehet bitumenemulzió, aszfaltréteg vagy polietilén, esetleg más anyagú fólia. A párazáró rétegként alkalmazott bitumenemulziós bevonat is alkalmazható elválasztó rétegként, ha az alapréteget teljes felületét bevonja a bitumen. Ha fóliát terítünk a két réteg közé, akkor figyelnünk kell, hogy ne alakuljon ki alatta levegő és gyűrődésmentes legyen. [14]

3.1.1.3 Szerkezeti kialakítás

Kompozit burkolatok esetében a merevlemezt folytonos vasalással, míg a kopóréteget az alakváltozással szemben fokozottan ellenálló keverékből építjük.

A rétegvastagságokat az alábbi 1. számú táblázatból kell meghatározni. [14]

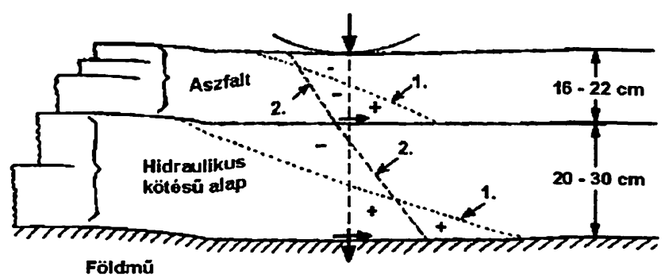
Megnevezés	Rétegvastagságok az alábbi forgalmi terhelési osztályban, mm		
	E $TF_{100} = 3–10\times10^6$	K $TF_{100} = 10–30\times10^6$	R $TF_{100} > 30\times10^6$
mZMA-11/NM aszfalt kopóréteg	40		
SAMI réteg (5.6. pont)	legfeljebb 2		
CP 4/2,7–32 minőségű folytonosan vasalt betonlemez	230	260	
CK_t–4 alapréteg	200		
Védőréteg	A földmű felső 1 m vastag rétegének terve szerint		

1. TÁBLÁZAT- KOMPOZIT ÚTPÁLYASZERKEZET FELÉPÍTÉSE [14]

3.2 Félig merev pályaszerkezet

Itt már megjelenik a beton/ hidraulikus kötőanyag mellett az aszfalt is, ezért is nevezzük félig merevnek. A soványbeton/Ckt teljesen merev szerkezeti réteget képez a szerkezet alján, míg az aszfalt egy rugalmas réteget biztosít az utunk tetején. Félig merev utak esetén a nagyobb munkát a soványbeton / Ckt végzi, hiszen az veszi fel a nagyobb terheket. Az aszfaltra azért van szükség, hogy rugalmassága által biztosítani tudja számunkra a megfelelő utas kényelmet, s emellett nagy előnye, hogy egyszerűbb, könnyebb javítást, karbantartást tesz lehetővé.

Nagyobb forgalmú utak esetében gazdaságos és előszeretettel használt pályaszerkezet.



4. ÁBRA- FÉLIG MEREV SZERKEZET FELÉPÍTÉSE [2]

Előnye:

- könnyebben javítható (keletkezett kátyúk rövid idő alatt javíthatók)
- komfortos utazás
- alaprétegéhez sokféle helyi/közeli anyag felhasználhat

Hátránya:

- alaprétegként beépített hidraulikus anyagokban termikus repedések keletkezhetnek, melyek megjelenhetnek az aszfalt rétegekben is. [2]

3.2.1 Félig merev útpályaszerkezet felépítése

3.2.1.1 Földmű

Egy út szerkezetének földmű része merev, félig merev és rugalmas útpálya építése esetén is megegyezik, így ide ugyanaz vonatkozik, mint amit a 3.1.1.1-es részben írtam a merev szerkezetek földmű részében.

3.2.1.2 Burkolatalap

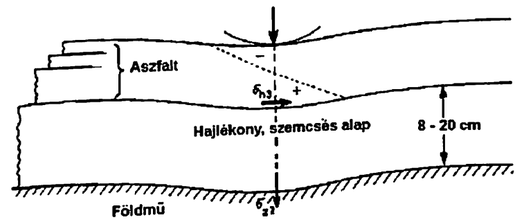
Alaprétegként Ckt-t alkalmazhatunk 150-300 mm-es vastagságban, esetleg ZK-t vagy sóványbetont stb.. A Ckt egy hidraulikus kötőanyagú stabilizációs réteg, mely megfelelő alapot nyújthat az utunk számára. Bedolgozásakor nagy figyelmet kell szentelnünk a megfelelő utókezelésre, vagyis behúzása után fontos, hogy a szükséges mennyiségű vizet megkapja, s így egy merev, nagy stabilitású alapot tudjon képezni. Ha nem kapja meg a kellő utókezelést, a cement szilárdulása elmarad, és akkor nem fogja tudni biztosítani a terhek felvételét, s az építmény egy nagyobb vagy folytonos nagy terhelések esetén tönkremegy. Fontos az utókezelésen kívül, hogy a bedolgozást követő 6-24 órán belül (időjárás függvényében) megtörténjen a Ckt réteg feszültségmentesítése.

3.2.1.3 Aszfalt rétegek

Az útalap megépítését követően 7-14 nap múlva elkezdhetjük az aszfalt rétegek építését. Általában 2-3 aszfaltréteg kerül rá, alul egy alapréteg, majd ezt követően egy kötő és kopó réteget terítünk. Minél feljebb megyünk a rétegekben, annál kisebb szemcseátmérőjű aszfaltot alkalmazunk. Alaprétegként beépíthetünk AC 16, AC 22 és AC 32 típusút, kötő rétegnek AC 11 és AC 22, kopó rétegnek pedig AC 11, AC 16, SMA 8, SMA 11 és MA 8, MA 11 jelzésűt alkalmazhatunk. Ez utóbbi két aszfalttípust inkább járdák és belső terek/ parkolók építésénél használják. Fontos, hogy minden egyes réteg közé bitumenemulziót szórjunk, amely biztosítja a 2 réteg közti megfelelő tapadást, így meggátolja, hogy elmozduljon egymáson a két réteg.

3.3 Hajlékony pályaszerkezet

A harmadik pályaszerkezeti típusba azok tartoznak, melyek kötőanyag nélküli vagy bitumenes alaprétegre épített aszfalt rétegekből állnak. Rugalmasságának köszönhetően ennek a legnagyobb a teher alatti lehajlása, alakváltozása, ám ezt sokáig el tudja viselni anélkül, hogy bármiféle károsodás megjelenne rajta. Általában kisebb forgalommal rendelkező utak esetében alkalmazzák.



5. ÁBRA- RUGALMAS PÁLYA FELÉPÍTÉSE [2]

Előnye:

- utazáskényelmileg jó
- reflexiós repedések hiánya
- könnyedén, egyszerűen fenntartható és javítható

Hátránya:

- maradó alakváltozásra való hajlam, s ennek következtében a nyomvályú képződés
- kevés helyen építhető gazdaságosan [2]

A hajlékony pályaszerkezetet napjainkban már csak esetenként, kisebb rendű, belterületi utakon, lakóövezetekben alkalmaznak.

4. Különböző alaprétegek beépíthetősége

Nem csak szerkezetileg, alaprétegüket tekintve is több féle pályaszerkezetről beszélhetünk.

4.1 Kötőanyag nélküli szemcsés alapréteg

Az e-ÚT 06.03.51 és e-ÚT 06.03.52 előírásainak kell megfelelnie. Lehet:

- *M22, mechanikai stabilizáció*
    - amely A és B terhelési osztályú utak alaprétegeibe építhető, ha legalább 40 % zúzott anyagot tartalmaz
- *MZA, szakaszos szemmegoszlású makadám rendszerű zúzottkő réteg*
    - A, B és C terhelési osztályok esetén építhető két rétegben
    - Amennyiben a földmű felső rétege kötött talaj, úgy a zúzottkő alap alá, minimum 100 mm vastagságban kell megtervezni a védőrétegekre vonatkozó műszaki előírások alapján, vagy geotextíliát kell alkalmaznunk
- *M56, M80 mechanikai stabilizáció*
    - A, B, C, D, E és K forgalmi terhelési osztályba építhető. De a D és E osztályba csak akkor alkalmazhatjuk, ha legalább 40 % zúzott anyagot tartalmaz. K terhelési osztályhoz viszont el kell érnie a 70%-os zúzott anyag tartalmat
- *FZKA, folytonos szemmegoszlású zúzottkő alap*
    - Minden terhelési osztályban alkalmazhatjuk

4.2 Hidraulikus kötőanyagú stabilizációs réteggel készült pályaszerkezetek

Elsősorban szemcsés anyagból készül.

Az A, B és C forgalmi terhelési osztályokban lehetséges, hogy talajok stabilizálásával épüljön.

A D, E, K és R terhelések esetén szemcsés anyagból, elsősorban homokos kavicsból és zúzalékból vagy csak zúzalékból kell állnia a stabilizációnak. Ezen osztályok esetén alkalmazhatunk helyszíni keverést is, abban az esetben, ha a keverőtelepen biztosítható a megfelelő szilárdság és az egyenletes minőség.

4.3 Soványbeton alapréteg

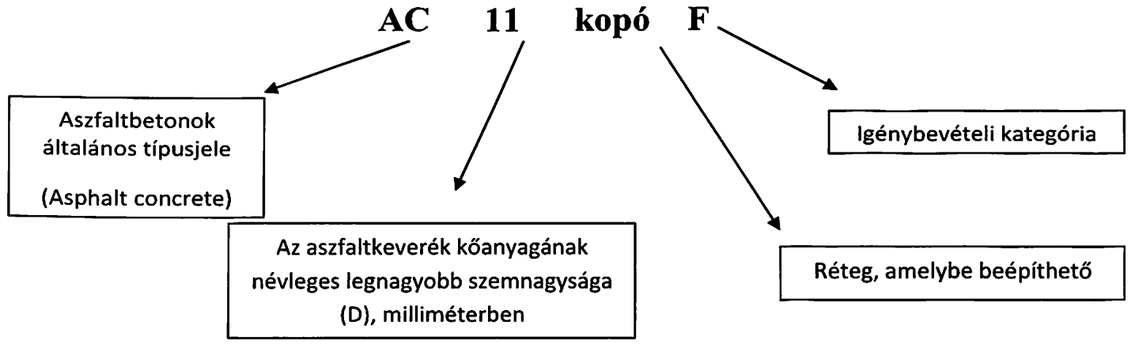
Mindenféle forgalmi terhelés esetén alkalmazható.

Szilárdsága A, B, C, D, E és K forgalmi terhelés esetén legalább C8/10, s R forgalmi terhelés esetén minimum C12/15 soványbetont kell alkalmaznunk. [20]

5. Aszfaltkeverékek

5.1 Aszfaltbeton (AC)

Asphalt Concrete rövidítése az AC, mely egy olyan aszfalt, amiben a kőanyaghalmaz folytonos szemmegoszlású.



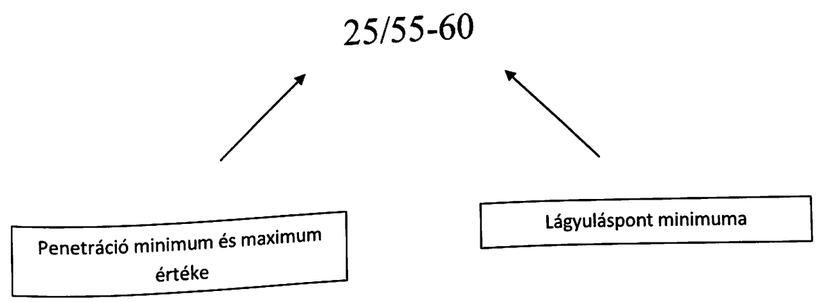
Igénybevételi kategóriák:

- F (fokozott):
  - készülhet modifikált bitumennel, ilyenkor „m" is kerül az F elé
  - nagymodulusú aszfalt esetem NM jelzést kap, s ez esetben is lehet modifikált bitumennel készíteni, ekkor mNM kerül a jelölés végére
- N (normál): ezeknél az aszfaltoknál nem szükséges kiírni az N betűt, elegendő csak az aszfaltbeton jelzést, s a legnagyobb szemnagyságot jelölnünk [16]

5.1.1 Alkalmazott kötőanyagok

A 70/100, 50/70 és a 35/50 –es jelű útépítési bitumeneket szoktuk alkalmazni az MSZ EN 12 591 szabvány szerint. Leggyakrabban ezek közül az 50/70 típust alkalmazzuk. A normál útépítési bitumenek jelzésében csak a penetráció minimális és maximális értéke van feltüntetve, mert a lágyuláspontja a vonatkozó szabványban van meghatározva, pl.: az 50/70-es útépítési bitumennek 46-54°C.

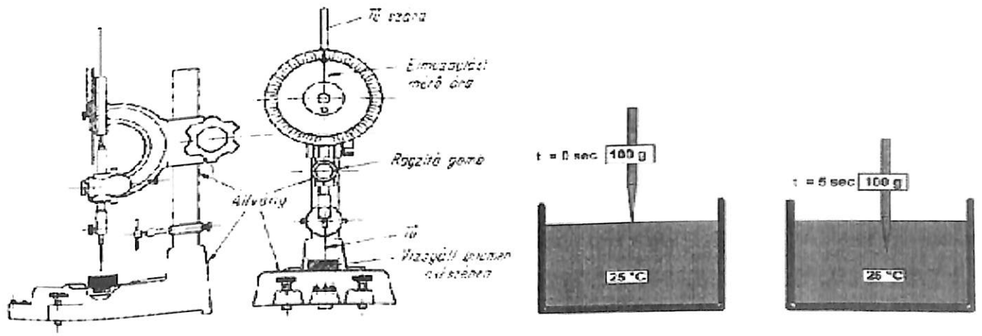
A polimerrel modifikált bitumenek közül a 45/80-60, 25/55-60 és a 25/55-65, valamint a 10/40-65-ös jelűeket, míg alaprétegként az NM-es típusú aszfaltokhoz az MSZ EN 13 924 szabvány szerint 10/20 fokozatút alkalmazunk. Utóbbit csak akkor lehetséges, ha hajlékony pályaszerkezetbe építik be a keveréket. [16]



5.1.1.1 Penetráció

A penetráció a bitumen legfontosabb tulajdonsága, ugyanis minél keményebb a bitumen, vagyis minél kisebb mértékben tud belehatolni a tű, annál kevésbé lesz hajlamos a keréknyomképződésre a réteg, de könnyebben keletkezik rajta repedés, éppen ezért kopó rétegek esetében nem alkalmazunk kemény bitumeneket. [25]

A vizsgálat során megnézzük 25 °C-on egy szabványos tű 5 másodperc alatt milyen mélyen tud belenyomódni a bitumenmintába. A benyomódás mértékét 0,1 milliméterben adjuk meg.



6. ÁBRA- PENETRÁCIÓS VIZSGÁLAT [25]

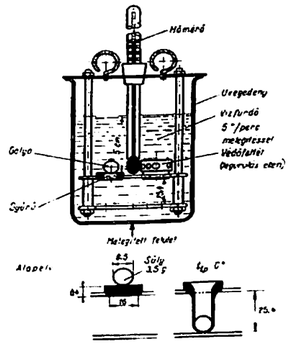
5.1.1.2 Lágyuláspont

A bitumen lágyuláspontja az a hőmérséklet, amely elérése esetén a kötőanyag viszkozitása megváltozik (lágyul), és ilyen hőmérsékleten bekövetkező folyamatos terhelés esetén maradó alakváltozás jön létre.

A vizsgálat során kétperemes kialakítású sárgaréz gyűrűbe öntött bitumenből készített vízszintes mintát folyadékfürdőbe helyezünk. Ellenőrzött körülmények között kezdjük el melegíteni úgy, hogy a felületükre egy- egy acélgolyót helyezünk. Mindkét mintát folyamatosan figyeljük, majd feljegyezzük azt a hőmérsékletet, ahol a bitumen kötőanyagba a rá helyezett golyó 25±0,4 mm mélyre besüllyed. Majd a két hőmérséklet átlagértékét adjuk meg, ha az azok közötti mérési különbség max 0,5 °C. Ha a két mérés között a mérési eredmény különbsége meghaladja a 0,5°C-ot, a vizsgálatot meg kell ismételni.

Lágyuláspont alapján osztályozhatjuk:

- kis viszkozitású „lágy" bitumen: 40-50 °C
- közepes viszkozitású „középkemény" bitumen: 50-60 °C
- nagy viszkozitású „kemény" bitumen: 60-70 °C [11]



7. ÁBRA- LÁGYULÁSPONT MÉRÉSE

5.1.2 Alkalmazható homok

5.1.2.1 Természetes homok

Nem tartalmazhat olyan szennyeződést, agyag-, s iszaprögöket, melyeket szabad szemmel észlelni lehet. Agyag-iszap tartalom tekintetében 5 tömeg % lehet. Amennyiben F és NM jelzésű keverékről beszélünk, nem alkalmazhatunk természetes homokot.

A gyakorlat alapján az a tapasztalat, hogy természetes homok alkalmazása esetén nagyobb eséllyel alakul ki nyomvályú az utunkban. [16]

5.1.2.2 Zúzott homok

Lehet:

- NZ 0/2 termék
- NZ 0/4 termék
- Z 0/4 termék
- ZK 0/4 termék

„NZ" jelölésű termékek a nemes zúzalékok, melyek zúzott kövekből, kőzet zúzalékból származnak. A „Z"-s, zúzott anyagok hosszabb frakciójú anyaghalmazok, s iszaprögöket is tartalmazhatnak. A „KZ" minősítéssel rendelkezők a különleges zúzott anyagok, amik rövid frakciójúak, és kétszer tört zúzottkövek. A „ZK" zúzott kavics anyagok jobban tömörödnek a nem zúzott kavicsoknál, ugyanis amikor a kavicsok eltörnek, nagyobb felület keletkezik rajta, melynek hatására jobban egymáshoz tudnak ékelődni és jobban is tudnak tömörödni. Így megállapítható minél nagyobb fajlagos felülettel rendelkező anyagot építünk be, annál jobb tömörséget tudunk elérni.

„F" jelzésű keverékeknél, amelyek kopórétegként lesznek beépítve kizárólag csak NZ0/2 és NZ0/4-et használhatunk. [16]

5.1.3 Kőanyagok

Természetes településű homokos kavics, kavicsok, murvák és zúzottkő termékek tartoznak ide. [16]

5.1.3.1 Természetes anyagok

Homokos kavics: szintúgy, mint a homokok esetében, a homokos kavics sem tartalmazhat szemmel látható szennyeződést, agyag- illetve iszaprögöket. Agyag-iszap tartalmuk maximum 5 tömeg % lehet.

Kavicsok és murvák: nem tartalmazhat szennyeződéseket, agyag-, s iszaprögöket, melyek szabad szemmel érzékelhetők. Agyag-iszap tartalmuk legfeljebb 3 tömeg % lehet. [16]

5.1.3.2 Zúzott kőtörmelék

A normál és fokozott igénybevételű utakra tervezett kopó-, kötő- és alaprétegek aszfaltkeverékeinek gyártásához az MSZ 13 043:2003 szabvány írja le, mely zúzottkő és zúzottkavics használható fel. [16]

Aszfaltbeton (AC) réteg megnevezése	Igénybevételi kategória	
	Normál, N	Fokozott, F
Kopóréteg	NZ 4/11	KZ 2/4, KZ 4/8, KZ 8/11, KZ 11/16
	ZK 4/8, ZK 4/11, ZK 8/11	
	Kivételes esetekben: KZ 2/4, KZ 4/8, KZ 8/11, KZ 11/16	
Kötőréteg	NZ 4/11, NZ 11/22	NZ 4/11, NZ 11/22
	Z 0/11, Z 0/22	KZ 2/4, KZ 4/8, KZ 8/11, KZ 11/16, KZ 16/22
	ZK 4/8, ZK 4/11, ZK 8/11, ZK 8/16, ZK 11/22	
	Kivételes esetekben: KZ 2/4, KZ 4/8, KZ 8/11, KZ 11/16	
Alapréteg	NZ 4/11, NZ 11/22, NZ 22/32	
	Z 0/11, Z 0/22, Z 0/32	
	ZK 4/8, ZK 4/11, ZK 8/11, ZK 8/16, ZK 11/22	
	Kivételes esetekben: KZ 2/4, KZ 4/8, KZ 8/11, KZ 11/16, KZ 16/22, KZ 22/32	KZ 2/4, KZ 4/8, KZ 8/11, KZ 11/16, KZ 16/22, KZ 22/32

2. TÁBLÁZAT- ASZFALTBETONHOZ FELHASZNÁLHATÓ ZÚZOTTKŐ ÉS ZÚZOTTKAVICS TERMÉKEK (FRAKCIÓK) [16]

5.1.3 Kőanyagok

Természetes településű homokos kavics, kavicsok, murvák és zúzottkő termékek tartoznak ide. [16]

5.1.3.1 Természetes anyagok

Homokos kavics: szintúgy, mint a homokok esetében, a homokos kavics sem tartalmazhat szemmel látható szennyeződést, agyag- illetve iszaprögöket. Agyag-iszap tartalmuk maximum 5 tömeg % lehet.

Kavicsok és murvák: nem tartalmazhat szennyeződéseket, agyag-, s iszaprögöket, melyek szabad szemmel érzékelhetők. Agyag-iszap tartalmuk legfeljebb 3 tömeg % lehet. [16]

5.1.3.2 Zúzott kőtörmelék

A normál és fokozott igénybevételű utakra tervezett kopó-, kötő- és alaprétegek aszfaltkeverékeinek gyártásához az MSZ 13 043:2003 szabvány írja le, mely zúzottkő és zúzottkavics használható fel. [16]

Aszfaltbeton (AC) réteg megnevezése	Igénybevételi kategória	
	Normál, N	Fokozott, F
Kopóréteg	NZ 4/11	KZ 2/4, KZ 4/8, KZ 8/11, KZ 11/16
	ZK 4/8, ZK 4/11, ZK 8/11	
	Kivételes esetekben: KZ 2/4, KZ 4/8, KZ 8/11, KZ 11/16	
Kötőréteg	NZ 4/11, NZ 11/22	NZ 4/11, NZ 11/22
	Z 0/11, Z 0/22	KZ 2/4, KZ 4/8, KZ 8/11, KZ 11/16, KZ 16/22
	ZK 4/8, ZK 4/11, ZK 8/11, ZK 8/16, ZK 11/22	
	Kivételes esetekben: KZ 2/4, KZ 4/8, KZ 8/11, KZ 11/16	
Alapréteg	NZ 4/11, NZ 11/22, NZ 22/32	
	Z 0/11, Z 0/22, Z 0/32	
	ZK 4/8, ZK 4/11, ZK 8/11, ZK 8/16, ZK 11/22	
	Kivételes esetekben: KZ 2/4, KZ 4/8, KZ 8/11, KZ 11/16, KZ 16/22, KZ 22/32	KZ 2/4, KZ 4/8, KZ 8/11, KZ 11/16, KZ 16/22, KZ 22/32

2. TÁBLÁZAT- ASZFALTBETONHOZ FELHASZNÁLHATÓ ZÚZOTTKŐ ÉS ZÚZOTTKAVICS TERMÉKEK (FRAKCIÓK) [16]

5.2 Masztix aszfalt (ZMA/ SMA)

A zúzalékvázas masztix aszfaltok típusjelzése az SMA, amely régebben a ZMA volt. Ezt a típust nagyobb terhelés esetén, kopórétegként alkalmazzuk, hiszen ebben a keverékben a durva zúzottkővázat bitumenhabarcs, azaz masztix köti össze s ezért nagyobb a teherbírása.

A 8. ábrán, ahol egy SMA 11 keverék látható extrahálás után.

8. ÁBRA- EXTRAHÁLT SMA

5.2.1 Kötőanyaggal szembeni követelmények

A polimerrel modifikált bitumenek közül a 45/80-60 és a 25/55-60 jelzésűt alkalmazhatjuk. Leggyakrabban ezek közül a 25/55-60 típusút használjuk. Mivel modifikált bitumennel készül és szélesebb skálán viseli el a hőmérséklet ingadozását, így a lágyuláspontjának nincsenek meghatározva a szélső értékei, csak a minimális, melyet a bitumen jelölésében is feltüntetünk. [17]

5.2.2 Töltőanyag

Mészkőliszt valamint a keverő által elszívott saját töltőanyag használható amennyiben az mészkő vagy dolomit. A kőlisztnek meg kell felelnie a vonatkozó szabványban előírtaknak (szemeloszlás, kémiai összetétel, tisztaság, nedvességtartalom stb.). [17]

5.2.3 Homok

Csak zúzott homok használható:

- NZ 0/2
- NZ 0/4

5.2.4 Kőanyagok

A keverékbe csak és kizárólag zúzottkő használható, melyeknek meg kell felelni a szabványban előírtaknak.

A zúzalékvázas masztix aszfalt réteg megnevezése	Felhasználható zúzottkő termékek
SMA kopóréteg	KZ 2/4, KZ 4/8, KZ 8/11

3. TÁBLÁZAT- FELHASZNÁLHATÓ ZÚZOTTKÖVEK MASZTIX ASZFALTOK ESETÉN [17]

5.3 Öntött aszfalt (MA)

Járdaburkolatként, hidak szigetelés védelmére és a szegélyek melletti vízevezetés céljára használják. Legfőbb jellemzője, hogy túltelített bitumennel a többi aszfalttól eltérően nincs benne levegő csak kötőanyag és kőváz, így hézagnélküli, s öntömörödő. Az öntött aszfaltok készülhetnek 4; 8 és 11 mm-es szemnagysággal. Fontos, hogy a csúszás elkerülése érdekében a zúzottkő (KZ4/8 vagy KZ 8/11) érdesítést el kell végezni.

6. Megfelelő aszfaltkeverék kiválasztása

Egy út tervezésének nagyon fontos lépése a megfelelő aszfaltkeverék megválasztása. Többféle tényezőt is figyelembe kell vennünk, mint pl.: mekkora lesz a forgalom, s a tengelyterhelés nagysága, milyenek az éghajlati körülmények, el kell dönteni merev, félig merev vagy rugalmas szerkezetet szeretnének, hiszen több féle létezik. Ahhoz, hogy el tudjuk dönteni, melyiket válasszuk, s az egyes rétegeket milyen vastagságban tervezzük meg, figyelembe kell vennünk a többrétegű útpályaszerkezet mechanikai modellje, s a hajlítási húzó és nyomó igénybevételek által keletkező fáradási kritériumokat. Minden útfajtának megvan a tervezési élettartama, melynek a végén hálós repedések jelenhetnek meg a szerkezeten. Vannak olyan tönkremenetelei az aszfaltnak, mint pl.: a nyomvályú képződés, melyet a fáradási kritériumok figyelembe vételével még nem tudunk kivédeni, ennél figyelembe kell vennünk a várható forgalomnagyságát, az igénybevételeket, a helyi klímát és a tervezési élettartamnak megfelelően kell megválasztanunk az aszfalt összetételét. A megfelelő összetételt az aszfaltbetonok esetében e-ÚT 05.02.11 szerint kell elvégezni. [13]

9. ÁBRA-ÖMLESZTETT ASZFALT

6. Megfelelő aszfaltkeverék kiválasztása

Egy út tervezésének nagyon fontos lépése a megfelelő aszfaltkeverék megválasztása. Többféle tényezőt is figyelembe kell vennünk, mint pl.: mekkora lesz a forgalom, s a tengelyterhelés nagysága, milyenek az éghajlati körülmények, el kell dönteni merev, félig merev vagy rugalmas szerkezetet szeretnének, hiszen több féle létezik. Ahhoz, hogy el tudjuk dönteni, melyiket válasszuk, s az egyes rétegeket milyen vastagságban tervezzük meg, figyelembe kell vennünk a többrétegű útpályaszerkezet mechanikai modellje, s a hajlítási húzó és nyomó igénybevételek által keletkező fáradási kritériumokat. Minden útfajtának megvan a tervezési élettartama, melynek a végén hálós repedések jelenhetnek meg a szerkezeten. Vannak olyan tönkremenetelei az aszfaltnak, mint pl.: a nyomvályú képződés, melyet a fáradási kritériumok figyelembe vételével még nem tudunk kivédeni, ennél figyelembe kell vennünk a várható forgalomnagyságát, az igénybevételeket, a helyi klímát és a tervezési élettartamnak megfelelően kell megválasztanunk az aszfalt összetételét. A megfelelő összetételt az aszfaltbetonok esetében e-ÚT 05.02.11 szerint kell elvégezni. [13]

9. ÁBRA-ÖMLESZTETT ASZFALT

Magyarországon a helyi klíma igen szélsőséges, nem jellemzi egységes időjárás, ezért nem tudjuk kiválasztani a legmegfelelőbb keveréket a hazánkban épülő utakhoz. Ugyanis ahhoz, hogy ki tudjuk választani egy adott helyre a megfelelő keveréket, el kell tudnunk dönteni, hogy olyan bitument válasszunk, amely nagy hidegben működik megfelelően, vagy nagy melegben esetleg köztes hőmérsékletben. Hazánkban ezzel nagy problémánk van, ugyanis egyre jobban kitolódik az időjárás és télen nagyon hideg, míg nyáron nagyon meleg van. Ezért nem tudunk tökéletes aszfaltkeveréket választani, hiszen a nagy hőmérsékletingadozás miatt az aszfaltban lévő bitumen hamarabb elöregszik, s ennek következményeképpen, az útpályaszerkezet élettartalma lecsökken, s előbb keletkeznek a szerkezetekben repedések, és azokból később a kátyúk.

Utak tervezési élettartama

Az utak tervezési élettartama nem azonos az aszfaltburkolat élettartamával. Az utak élete során több aszfaltburkolat cserét, illetve megerősítést végezhet a közútkezelő, ezzel megelőzve az út szerkezet károsodását. Ez az az élettartam, ameddig gazdaságos az út fenntartása, utána fel kell újítani. [15]

Utak fajtái	Élettartam
Autópályákon és kiemelt jelentőségű önkormányzati kezelésű főutakon	20 év
Országos főutakon és önkormányzati kezelésű főutakon és/ vagy gyűjtő utakon	15 év
Országos és önkormányzati kezelésű mellékutakon	10 év

4. TÁBLÁZAT

7. Aszfaltok összetétele

Az előző pontban részletezettek alapján az aszfalt ásványi adalékanyagokból áll, melyeket szénhidrogén alapú kötőanyag von be és köt össze.

7.1 Ásványi adalékanyag

Ezeket az ásványi anyagokat kő-, kavics és homokbányákból nyerjük, amit a hozzájuk tartozó szabványok alapján megfelelően osztályozunk, vagy törünk és osztályozunk, így különböző szemnagyságú frakciókat tudunk kialakítani. Megkülönböztetünk eredetük szerint üledékes és magmás kőzetekből származó anyagokat.

Az aszfaltokhoz alkalmazhatunk:

- zúzottkövet
- zúzalékot
- homokot
- és töltőanyagot [22]

7.1.1 Zúzottkövekkel szembeni követelmények

Fontos, hogy megfelelő tisztaságúak legyenek, szerves vagy egyéb szennyeződést nem tartalmazhatnak. Ennek megállapítását szemrevételezéssel, érzékszervi úton végezzük, folyamatos ellenőrzéssel.

Amennyiben a KZ, NZ, Z és ZK osztályú zúzott kövek és zúzott kavicsok nem tartalmazhatnak 2 tömeg%-nál több agyagrögöt vagy kézzel elmorzsolható szemeket, esetleg 5 tömeg%-ot meghaladó mértékben olyan szemeket tartalmaznak, melyek agyagiszappal vannak bevonva, akkor azokat áztatással kell eltávolítani a szemekről, s az MSZ EN 933-1 szabvány szerinti vizes szitavizsgálatot kell elvégezni. Ha ennek az eredménye megfelel a szabványnak előírtaknak, akkor alkalmazhatjuk az aszfalt elkészítéséhez. Figyelni kell arra, hogy a 0,063 mm-es szitán a finomszemtartalom 3-10 tömeg% közé esik, akkor metilénkék vizsgálatot kell végezni, hogy megállapíthassuk a káros agyagok jelenlétét. Jelenlétük azért káros, mert a bennük levő agyagásványok miatt a bitumen nem képes kellő bevonatot létrehozni, s így nem alakul ki a kellő tapadás.

7. Aszfaltok összetétele

Az előző pontban részletezettek alapján az aszfalt ásványi adalékanyagokból áll, melyeket szénhidrogén alapú kötőanyag von be és köt össze.

7.1 Ásványi adalékanyag

Ezeket az ásványi anyagokat kő-, kavics és homokbányákból nyerjük, amit a hozzájuk tartozó szabványok alapján megfelelően osztályozunk, vagy törünk és osztályozunk, így különböző szemnagyságú frakciókat tudunk kialakítani. Megkülönböztetünk eredetük szerint üledékes és magmás kőzetekből származó anyagokat.

Az aszfaltokhoz alkalmazhatunk:

- zúzottkövet
- zúzalékot
- homokot
- és töltőanyagot [22]

7.1.1 Zúzottkövekkel szembeni követelmények

Fontos, hogy megfelelő tisztaságúak legyenek, szerves vagy egyéb szennyeződést nem tartalmazhatnak. Ennek megállapítását szemrevételezéssel, érzékszervi úton végezzük, folyamatos ellenőrzéssel.

Amennyiben a KZ, NZ, Z és ZK osztályú zúzott kövek és zúzott kavicsok nem tartalmazhatnak 2 tömeg%-nál több agyagrögöt vagy kézzel elmorzsolható szemeket, esetleg 5 tömeg%-ot meghaladó mértékben olyan szemeket tartalmaznak, melyek agyagiszappal vannak bevonva, akkor azokat áztatással kell eltávolítani a szemekről, s az MSZ EN 933-1 szabvány szerinti vizes szitavizsgálatot kell elvégezni. Ha ennek az eredménye megfelel a szabványnak előírtaknak, akkor alkalmazhatjuk az aszfalt elkészítéséhez. Figyelni kell arra, hogy a 0,063 mm-es szitán a finomszemtartalom 3-10 tömeg% közé esik, akkor metilénkék vizsgálatot kell végezni, hogy megállapíthassuk a káros agyagok jelenlétét. Jelenlétük azért káros, mert a bennük levő agyagásványok miatt a bitumen nem képes kellő bevonatot létrehozni, s így nem alakul ki a kellő tapadás.

A zúzottköveknek a megfelelő szemmegoszlás és tisztaság és szemmegoszlás mellett kőzetfizikai követelményeknek is meg kell felelnie. Az aprózódási ellenállást a Los Angeles és a vizes eljárású Deval módszerrel, míg a fagyállóság megállapítására a magnézium-szulfátos kristályosítási vizsgálatokat kell elvégezni. Ez a három kőzetfizikai vizsgálat megfelelő eredménye szükséges a Megfelelőségi Nyilatkozathoz az anyagok egyéb más tulajdonságának vizsgálata mellett (pl.: szemeloszlás, kémiai összetétel). [19]

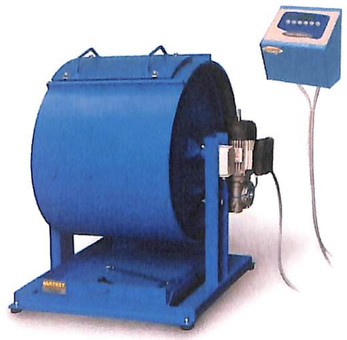
7.1.1.1 Los-Angeles eljárás

Ehhez a vizsgálathoz egy nagy, 710 mm-es átmérőjű forgódob szükséges, melyben terelőlemezek vannak elhelyezve, továbbá 45-49 mm-es átmérőjű, 400-445 g súlyú acélgolyók kellenek. A dob forgási sebessége 31-35 fordulat percenként.

A dobba először a golyókat rakjuk be, majd ezt követően a vizsgálandó anyagot. Ha beleraktuk, lezárjuk a dobot, s 500-szor megforgatjuk. Az utolsó fordulatot követően az összes anyagot eltávolítjuk a dobból a golyókkal együtt, majd szétválasztjuk őket. A kőanyagot egy 1,6 mm-es szitán átszitáljuk, és tisztító vízsugárral mossuk át. Az aprózódás mértékét mindig egyedi mintára számoljuk ki az alábbi képlet segítségével:

$$LA = \frac{5000 - m}{50}$$

...geles-együttható (m%) és m az 1,6 mm-es szitán fennmaradt anyag tömege



10. ÁBRA- LOS ANGELES DOB

7.1.1.2 Micro- Deval módszer

A vizsgálat elvégzésre egy 154±1 mm átmérőjű és 200±1 mm-es hosszúságú vízszintes tengelyű dob szükséges, melybe 10±0,5 mm átmérőjű acélgolyókat helyezünk majd elkoptató felületnek. A minta aprózódása a golyók és a dob felülete által jön létre. Forgási sebessége 100±5 fordulat percenként. A vizsgálatot végezhetjük száraz és vizes eljárással is egyaránt. Vizes eljárás esetén a vizsgált anyaghoz 2,5±0,05 l vizet öntünk. Víz hatására fokozottabb igénybevétel alakul ki. A minta mennyisége, a koptató golyók és a forgódob összfordulatszáma a vizsgált minta szemnagyságának függvénye. Minden vizsgálatra külön, egy tizedes jegy pontossággal az alábbi képletből számoljuk ki:

$$M_{DE} = \frac{500 - m}{5}$$

M_{DE} a mikro-Deval aprózódás vizes állapotba (m%), m pedig az 1,6 mm –es szitán fennmaradt méreten felüli anyag tömege (g). [23]

11. ÁBRA-MICRO-DEVAL KÉSZÜLÉK

7.1.1.3 Magnézium- szulfátos kristályosítási vizsgálat

A vizsgálat során a 10- 14 mm-es szemnagyságú anyagokat vizsgáljuk úgy, hogy ötször változó igénybevételnek vetjük alá. Telített magnézium- szulfát oldatba merítjük, majd 110±5 °C-os hőmérsékletű szárítószekrényben kiszárítjuk. Ez alatt a vizsgált anyagot az ismételt kristályosodás roncsoló hatásának és a kőanyagszemek pórusaiban a magnézium-szulfát újbóli vízfelvételének tesszük ki. A roncsolás hatása által keletkező szemeket, a 10 mm-nél kisebbre eső anyag mennyiségével fejezzük ki. [10]

$$MS = 100 * \frac{(M_1 - M_2)}{M_1}$$

M_1- a mért anyag kiindulási tömege (g)

M_2- 10 mm-es szemek súlya a vizsgálat után

MS- magnézium- szulfátos aprózódás mértéke

7.1.1.4 Metilénkék vizsgálat

A vizsgálni kívánt adag vizes szuszpenziójához kis mennyiségben folyamatosan metilénkék oldatot adagolunk. A festékoldatnak a vizsgálati adag általi adszorpcióját minden adagolás után szűrőpapíron foltvizsgálatot végzünk, hogy kimutathassuk a keverékben lévő szabad festék jelenlétét. Ezt követően kiszámoljuk a metilénkék értéket az alábbi képletből. [9]

$$MB = \frac{V_1}{M_1} * 10$$

V_1- a bejuttatott festékoldat teljes térfogata (mm)

M_1- vizsgálati adag tömege (g)

MB- metilénkék érték

12. ÁBRA- METILÉNKÉK

7.1.2 Töltőanyag

Más néven fillernek is szokás nevezni, ami az összes aszfalt legfontosabb és egyben legfinomabb része is, s amelynek legalább 85%-a 0,09 mm-es szemnagyságnál kisebb. Fontos szerepet lát el az aszfalthabarcs kialakulásában és a bitumen lekötésében. Töltőanyagnak legjobb az őrölt mészkő, a mészkőliszt és a tiszta zúzalékokból a keverőtelepek porelválasztója által kinyert, s visszaadagolt kőpor. Figyelni kell arra, hogy a porelválasztóról csak dolomit és mészkő adagolható vissza. [22]

A fillerekben is fellelhetőek káros finomszemcsék, mint pl.: duzzadó agyag, melyet a metilénkék vizsgálat segítségével tudunk meghatározni. Ezen felül számos fizikai követelménynek is meg kell felelnie ahhoz, hogy a keverékbe bekerülhessen. Víztartalma nem lehet több 1 tömegszázaléknál, megfelelő anyagsűrűséggel kell rendelkeznie és nem lehet káros hatással a bitumenes keverékek gyűrűs-golyós lágyuláspontjára sem.

Kémiai követelmények szempontjából fontos a vízérzékenység és kalcium- karbonát tartalma. [21]

7.2 Szénhidrogén alapú kötőanyagok

Kőolajlepárlás során visszanyert, sötét színű szénhidrogénelegy a bitumen. Kis mennyiségben, természetes állapotban is megtalálható. Maga a bitumen sokféle szénhidrogénből épül fel, amiknek 80-85 %-a szén, 9-10 % hidrogén és a maradék több más elem, mint pl.: oxigén, kén, nitrogén stb..

A bitumen egy kolloid- rendszer, amelyre jellemző:

- alacsony hőmérsékleten rugalmas
- közepes hőmérsékleten viszkoelasztikus- plasztikus anyagként viselkedik
- magas hőmérsékleten pedig viszkózus anyagként

Annál jobb minőségű bitumenről beszélünk, minél jobban elviseli a nagy hőmérsékletingadozást és a nagy igénybevételt maradandó alakváltozás nélkül.

A bitumen különböző formában fordul elő, így beszélhetünk természetesről és nyersolajból lepároltról. Nem csak előfordulások, hanem fajtájuk szerint is több félét ismerünk, amelyekből útépítésben használunk:

- útépítési bitumen
- higított bitumen
- bitumenemulzió
- modifikált bitumen [22]

13. ÁBRA- BITUMEN SZILÁRD ÁLLAPOTBAN

7.2.1 Útépítési bitumen

Kőolaj finomítóban, bitumengyártási technikákkal állítják elő. Különböző típusokat ismerünk. A 100/150 és 160/220-as típusúak a leglágyabbak, melyeket leginkább felületi bevonatok vagy éppen speciális hidegaszfalt- keverékekhez használunk. A 50/70 és 70/100 közepes típusú, így ezeket hengerelt aszfaltokhoz, míg a 20/30 és 35/50 –es keményebb fajtákat öntött aszfalt előállításához alkalmazzák.

Összességében használhatjuk modifikált bitumenek gyártásához, félmeleg eljárással felhasználható, higított bitumenek vagy éppen hideg eljárással felhasználható bitumenemulziók előállításához alapanyagként. [22]

7.2.2 Higított bitumen

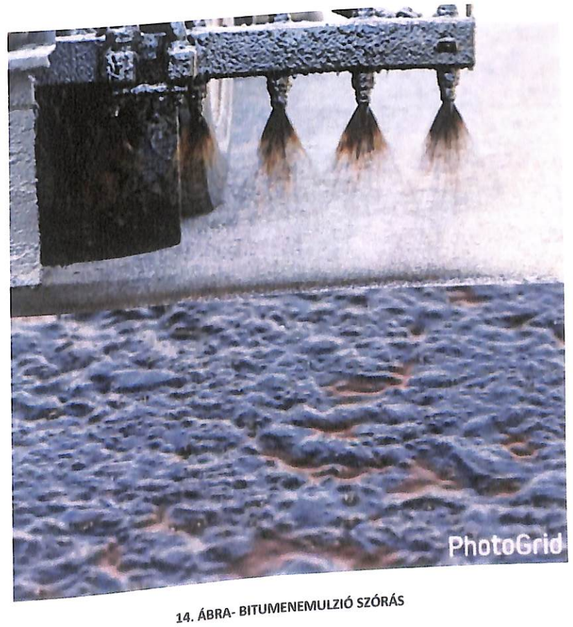
Lepárló üzemben az útépítési bitumenből állítják elő. Az előállításához szükséges hígítószer 8-20 % közötti tömegarányban gázolaj, benzin, petróleum stb. Két változatban készítünk hígított bitument. Kevesebb hígítószer alkalmazásával olyan anyagot kapunk, mely inkább nyári alkalmazására alkalmasabb, míg több hígító hozzáadásával inkább tavaszi- őszi időben tudjuk alkalmazni. Véglegesen csak akkor köti meg a bitument, ha több hónap alatt a hígító anyag nagy része teljesen elpárolog, ezért is az itthon készített bitumenekbe már a lepárló üzemekben egy hatékony tapadásjavító szert kevernek bele. Aszfaltmakadámok előállításához és felületi bevonatok készítéséhez alkalmazzuk. A felületi bevonatokat nem ajánlatos alkalmazni, segítségével inkább csak a rosszat tudjuk eltakarni és hamar tönkremegy, vagyis nem jó. Általában átmeneti megoldásként alkalmazzák olyan meglévő aszfaltburkolatokon, ahol a felület csúszóssá vált, így ezzel a módszerrel érdesíteni tudják a felületet. [22]

7.2.3 Bitumenemulzió

Szintén útépítési bitumenből, de nem hígítószerrel, hanem víz és emulgálószer felhasználásával állítják elő kolloid malom segítségével. Összetételét tekintve az útépítésben 60 % bitumen, 40 % víz és 10 % emulgeátor arányban készítik. Létezik kationaktív és anioaktív bitumenemulzió is. A kationaktív előnye, hogy nagy tapadó képességgel rendelkezik, így nedves, esős időben is kiválóan tudjuk alkalmazni. Az emulzió amint kőanyaggal találkozik vízzé és bitumenné esik szét, s a bitumen kötni kezd függetlenül attól, hogy a víz elpárolgott-e vagy sem. Törésüket tekintve 3 fajtát különbözetünk meg:

- gyorsan törő emulzió: 5-10 perc, pl.: felületi bevonásnál
- közepesen törő emulzió: 10-20 perc
- lassan törő emulzió: 20- 30 perc, pl.: aszfaltkeverékekhez

Alkalmazhatjuk ezeken felül fenntartási célból hidegemulziós aszfaltkeverékek gyártásához, feszültségelosztó rétegként a repedési hajlam csökkentése végett, de ugyanakkor legelterjedtebb felhasználási formája a pályaszerkezetek egyes rétegei között vékony rétegben leszórva létrehozni a megfelelő tapadást, így megakadályozva a 2 réteg egymástól való eltávolodását, szétcsúszását. [22]



14. ÁBRA- BITUMENEMULZIÓ SZÓRÁS

7.2.4 Modifikált bitumen

Az urbanizáció hatására az utóbbi évtizedekben (1990-től) egyre több autó van az utakon, s ezzel a forgalmi terhelések és az igények is egyre nagyobbak lesznek az utak számára. Ez mellett a globális felmelegedésnek köszönhetően szélsőséges az időjárás, így olyan bitumenre van szükségünk, amely széles hőmérsékleti tartományban is képes megtartani az alakját és nem megy tönkre, öregszik el. Ahhoz, hogy ilyen kötőanyagot kapjunk módosítani / modifikálnunk kellett az útépítési bitumeneket. A bitumenek tulajdonságait jól fel tudjuk javítani kis mennyiségű szerves vegyületek, polimerek alkalmazásával.

Így javítható:

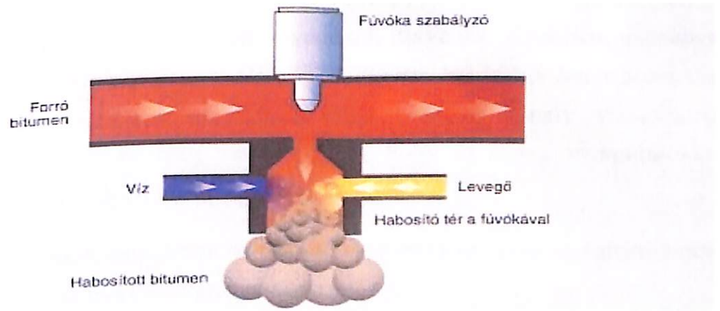
- a melegben való viselkedés
- a fáradási tulajdonság
- a hidegviselkedés
- a termikus repedésekkel szembeni ellenállás

Hiába javítjuk modifikálással a bitument, így sem tudunk olyan tulajdonságút létrehozni, mely mindenben tökéletesen működik, és minden helyzetben tudjuk alkalmazni. Így a különböző fajtákat az adott technológiai szükséglet szerint kell megválasztanunk. Alkalmazhatjuk:

- nagy forgalmú utak pályaszerkezeti aszfaltrétegeinél
- betonpályák megerősítése vékony aszfaltréteggel
- csomópontok, autóbuszmegállók burkolatánál
- hidak szigetelésvédő és pályaszerkezeti aszfaltrétegeinél [18]

7.3 Habosított bitumen

Magas, 170- 180 °C –ú útépítési bitumenből állítják elő víz és levegő hozzáadásával egy erre alkalmas automatizált berendezéssel. Forró, nyomás alatt lévő bitument vízzel együtt permetezzük be a keverőbe, ahol a bitumen felhabosodik, s így a kőanyagot jobban bevonja, a bitumenfilm tapadása pedig nagyobb lesz a hagyományos aszfaltkeverékhez képest.



15. ÁBRA- HABOSÍTOTT BITUMEN ELŐÁLLÍTÁSA

A habosított bitumennel készülő keverékeket különböző útügyi előírások írják elő, hogy milyen forgalom terhelés esetében lehet alkalmazni a következő korlátozások figyelembevételével együtt:

- kerékpár-, gyalog- és kisforgalmú utakon alaprétegként
- A forgalmi terhelési osztályú közutakon és mezőgazdasági utakon alaprétegként, felületi bevonattal
- B, C és D forgalmi terhelési osztályú utakon alaprétegként
- E, K és R forgalmi terhelés esetében alsó alaprétegként, vagy hidraulikus kötésű alaprétegen a reflexiós repedés felhatolását korlátozó alsó aszfalt alaprétegként

Nagy előnye, hogy a gyártás hőfokát, s ezzel együtt az energiafelhasználást is képesek vagyunk csökkenteni, ez által környezetkímélőbb. Habosított bitumennel 100-140 °C között tudjuk tartani a keverési és beépítési hőmérsékletet, így a hagyományoshoz képest 20-40 °C-os csökkenést érünk el. [4]

8. MSZ EN szabvány változásai

Az EU-hoz való csatlakozás alatt a nemzeti és az EU-ban használt szabványok harmonizációját is el kellett végezni. Ez minden tagországnak kötelezettsége volt.

Ezzel kapcsolatban azonban sok probléma előtérbe került.

Egy mérnök keze teljesen meg van kötve a tervezések során. Mindenre van egy megfelelő szabvány, ami leírja mit és hogyan kell elvégezni, tervezni. Ezekben a szabványokban mindent meglehet találni. Megmutatja, melyik aszfaltkeveréket mikor lehet használni, milyen alkotóelemekből állhat, milyen vastagságban lehet beépíteni, mely vizsgálatokkal kell szemrevételezni, de ugyanakkor még azt is előírja, hogy az egyes vizsgálatokat hogyan, milyen előkészületekkel, s milyen módon kell végrehajtani.

Régebben az MSZ szabványokban találtunk meg minden fontos információt, ám ezt korszerűsítették az EN – szabványokkal.

A régi és új szabványok között vannak eltérések, ám összességében megállapítható, hogy az útépítésre vonatkozó részek nem olyan szigorúak pl.: tűrés szempontjából, mint a régebbi MSZ típusúak. Ám ez nem minden területen igaz, hiszen például a tartószerkezeti és geotechnikai szakágaknál szigorúbb változtatások történtek. Az EN szabványosításnak az volt a célja, hogy az Európai Unió tagjai ugyanolyan rendszerrel dolgozzanak, ám ennek megvalósítása nem olyan egyszerű. Minden országnak megvannak a saját adottságai, lehetőségei, amihez hozzá kell alakítani az EN elvárásait. Ezért is van minden országnak az EN-en kívül saját ágazati szabványa is. De elsődlegesen továbbra is az EN-t lehet használni.

9. Keveréktervezés

A különböző aszfaltkeverékek tervezése az erre vonatkozó szabványban előírtak szerint történik. Ezektől a szabványoktól el lehet térni, de csak szigorúbb irányban. Egy ilyen eltérésnek egyik oka lehet, hogy a helyi (vagy közelben lévő) anyagok alkalmazásával nem tudjuk ugyanazokat a feltételeket teljesíteni, mint amiket az előírtak tartalmaznak. Pl.: ha a helyi anyagunk lyukacsos, üreges kőzet, akkor egy ilyen keverékbe több kötőanyagot, bitument kell kevernünk, mint egy olyanba, ahol ezt a kőzetek nem szívják magukba.

Külön típusvizsgálat és keverékterv tartozik az egyes aszfaltokhoz funkciójuk, szerepük alapján. Más előírás vonatkozik kopó, kötő illetve alaprétegként beépíthető anyagokra. Ugyanakkor fajtájuk szerint is különböznek, hiszen másfajta előírásnak kell megfelelnie egy aszfaltbetonnak, mint egy masztix aszfaltnak, melynek jellemzői közé tartozik a nagyobb bitumentelítettség, így ebbe nyilván több bitumen kell, hogy kerüljön.

9. Keveréktervezés

A különböző aszfaltkeverékek tervezése az erre vonatkozó szabványban előírtak szerint történik. Ezektől a szabványoktól el lehet térni, de csak szigorúbb irányban. Egy ilyen eltérésnek egyik oka lehet, hogy a helyi (vagy közelben lévő) anyagok alkalmazásával nem tudjuk ugyanazokat a feltételeket teljesíteni, mint amiket az előírtak tartalmaznak. Pl.: ha a helyi anyagunk lyukacsos, üreges kőzet, akkor egy ilyen keverékbe több kötőanyagot, bitument kell kevernünk, mint egy olyanba, ahol ezt a kőzetek nem szívják magukba.

Külön típusvizsgálat és keverékterv tartozik az egyes aszfaltokhoz funkciójuk, szerepük alapján. Más előírás vonatkozik kopó, kötő illetve alaprétegként beépíthető anyagokra. Ugyanakkor fajtájuk szerint is különböznek, hiszen másfajta előírásnak kell megfelelnie egy aszfaltbetonnak, mint egy masztix aszfaltnak, melynek jellemzői közé tartozik a nagyobb bitumentelítettség, így ebbe nyilván több bitumen kell, hogy kerüljön.

9.1 Kopórétegként építhető aszfaltok

Egy útpályaszerkezet legfelső, kopó rétegeként építhetünk aszfaltbetont, zúzalékvázas masztix aszfaltot és öntött aszfaltot, mint ahogy az 5. táblázatban látszik. Ha a készülő kopórétegnek csak zajcsökkentő hatása lesz, akkor azok is aszfaltbetonból készülnek nagyon vékony rétegben.

Igénybevételi kategória	
Normál, N	**Fokozott, F**
ASZFALTBETON (ÚT 2-3.301-1 [e-UT 05.02.11])	
AC 8 kopó, AC 11 kopó **AC 11 kötő** *Megrendelői külön hozzájárulással tervezhető/építhető:* **AC 11 kopó (F), AC 16 kopó (F)** **AC 4 kopó:** *csak kerékpár- és gyalogútra tervezhető*	**AC 11 kopó (F), AC 11 kopó (mF)** **AC 16 kopó (F), AC 16 kopó (mF)**
ASZFALTBETON NAGYON VÉKONY RÉTEGEKHEZ (ÚT 2-3.301-2 [e-UT 05.02.12]) *(Zajcsökkentő hatású kopóréteg. Útfelújításoknál kizárólag megfelelő teherbírású és profilhelyes rétegekre építhető. Megfelelő téli üzemeltetéséről gondoskodni kell.)*	
Megrendelői külön hozzájárulással tervezhető/építhető: **BBTM 8 B (mF), BBTM 11 B (mF)**	**BBTM 5 A (mF), BBTM 8 A (mF), BBTM 11 A (mF)** **BBTM 8 B (mF), BBTM 11 B (mF)**
ZÚZALÉKVÁZAS MASZTIXASZFALT (ÚT 2-3.301-5 [e-UT 05.02.13])	
Megrendelői külön hozzájárulással tervezhető/építhető: **SMA 8 (mF), SMA 11 (mF)**	**SMA 8 (mF), SMA 11 (mF)**
ÖNTÖTTASZFALT (ÚT 2-3.301-6 [e-UT 05.02.14])	
MA 8, MA 11 *(Az öntöttaszfaltok felületére – – szükség szerinti érdesítésként – 5–12 kg/m² KZ 2/4 vagy KZ 4/8 zúzalékot kell kiszórni, behengerelni.)* **MA 4:** *csak kerékpár- és gyalogútra tervezhető*	**MA 11 (F), MA 11 (mF)** *(K és R forgalmi terhelési osztályok esetén nem tervezhető. D és E forgalmi terhelési osztályokba tartozó utak kopórétegeként építve érdesítésként 12–18 kg/m², bitumennel impregnált KZ 8/11 zúzalékot kell kiszórni, behengerelni.)*

5. TÁBLÁZAT KOPÓRÉTEGKÉNT ALAKALMAZHATÓ ASZFALTOK [20]

9.1.1 Aszfaltbeton

Legfelső, kopórétegként alkalmazhatók: AC4, AC8, AC 11 (F), AC11 (mF), AC16 (F) és AC16 (mF).

Az egyes keverékek előírásai a 6. táblázatban jelennek meg.

Innen megállapítható, hogy milyen legyen egyebek mellett a szemmegoszlásuk. Ezen keveréknek tartalmaznia kell a 0,063 m-es, a 2,00 mm-es, a D szitán és az 1,4*D szitán átesett szemcsék tömegszázalékát.

Kötőanyag tartalma és az alkalmazható bitumenek minősége szintén az alábbi táblázatban lelhető fel. Minimális tartalma egy keverék esetében 3,0 tömeg%, amelyet az α szorzótényezővel kell korrigálni.

$$\alpha = \frac{2{,}650}{\rho_a}$$

ρ_a- kőanyagkeverék súlyozott átlaga

Előírás még minden típusú keverékre vonatkoztatva a keverék hézagtartalma, vízérzékenysége, továbbá megnézhetjük innen azt is, hogy az egyes keverékek esetében van-e előírás maradó alakváltozásra, merevségre és fáradásra vonatkozóan. [15]

Megnevezés	Aszfaltkeverék típusa					Vizsgálati módszer
	AC 4 kopó	AC 8 kopó	AC 11 kopó	AC 11 kopó (F) AC 11 kopó (mF)	AC 16 kopó (F) AC 16 kopó (mF)	
Szitaméret, mm	A kőanyagkeverék szemmegoszlása, áthulló rész, tömeg%					
22,4					100	
16,0			100		90–100	
11,2		100	90–100		–	
8,0		90–100	–		–	
5,6	100	–	–		–	
4,0	90–100	–	–		–	
2,0	50–80	45–65	30–50		25–43	
0,063	8–16	7–13	6–11	6–10	5–9	
A kőanyagkeverékben: – a mészkőliszt[1] mennyisége, legalább, tömeg%	5					
– a homoktartományban a zúzotthomok aránya, legalább, tömeg%	60	70		100		
– a 2,00 mm feletti részben a zúzott termékek aránya, legalább, tömeg%	csak zúzott termékek képezhetik					
Kötőanyag: – útépítési bitumen	70/100, 50/70			50/70		
– polimerrel módosított bitumen	–			45/80-60, 25/55-65		
– útépítési bitumen + modifikálószer	–			ÉME vagy ETA alapján		
Hézagtartalom, *V*% – maximum, V_{max}	3,0	4,0	4,5			MSZ EN 13 108-20 C.1.2 szerint 2×50 ütés MSZ EN 12 697-30 MSZ EN 12 697-6 MSZ EN 12 697-5, „A" módszer vízzel MSZ EN 12 697-8
– minimum, V_{min}	1,5	2,0	2,5			
Vízérzékenység, legalább, ITSR, %	80					MSZ EN 12 697-12, 2×35 ütés, 15 °C
Maradó alakváltozás, legfeljebb, *P*, %	NR			7,0 5,0[2]		MSZ EN 12697-33 MSZ EN 12 697-22 kiskerekű, „B" módszer levegőn, 60 °C
Merevség, legalább, *S*, MPa				NR, megadandó[3]		MSZ EN 12 697-26 2 PB-TR: 15 °C, 10 Hz vagy 4PB-PR: 20 °C, 8 Hz vagy IT-CY: 20 °C, 124 μs
Fáradás, legalább, ε_6, mikrostrain				NR, megadandó[4]		MSZ EN 12 697-24 2PB-TR: 10 °C, 25 Hz vagy 4PB-PR: 20 °C, 30 Hz

6. TÁBLÁZAT- AC KOPÓRÉTEG TERVEZÉSI ELŐÍRÁSAI [15]

9.1.2 Masztixaszfalt

Az aszfaltbetonokkal ellentétben a masztix aszfaltokból csak 2 fajtát használunk kopóréteg építésénél. SMA 8 (mF) és SMA 11 (mF). Mindekét esetben modifikált bitumennel készülnek a keverékek.

A 7. táblázatban jelenik meg a 2 aszfaltkeverék tulajdonságaival szembeni elvárás. Szemmegoszlását tekintve SMA 8 (mF) esetében olyan változás figyelhető meg az AC8-keverékhez képest, hogy ebben a keverékben megjelenik az 5,6 mm-es szemcseméret is, mint szabályozott szemcseméret, valamint a 2,0 mm-es szemcseméret (homoktartalom) kisebb mennyiségben van jelen SMA esetében. SMA 11 (mF)- nél ugyanez a helyzet, itt AC11 keverékkel ellentétben szabályozva van az anyagmennyiség 8, 0mm-nél is, valamint kevesebb 2,0 mm-es homoktartalom található meg benne. Ezen szigorítások azt eredményezik, hogy kevesebb homoktartalommal- ennél fogva masszívabb kővázzal tervezett keverékeknek nagyobb a terhelhetősége.

A minimális hézagtartalom az AC keverékeknél előírt min. 3,0 %-hoz képest az SMA keverékeknél már csak 2,0 %, melynek oka a magasabb bitumentelítettség.

A vízérzékenység követelmény az AC keverékekhez képest is magasabb- ez adódik a tervezési eltérésekből -, az előírás min. 90 %.

A maradó alakváltozás értékére is szigorúbb követelménynek kell megfelelnie (max. 5 %.) a keverékeknek az AC keverékekhez képest. A szigorúbb követelmény a modifikált bitumen használata miatt szükséges, hiszen a modifikál bitumenek alkalmazása és az erősebb kővázzal tervezett keverék terhelés hatására létrejövő alakváltozása kisebb lesz.

Változás az AC típusú keverékekhez képest, hogy SMA-nál vizsgálni kell a kötőanyag lefolyást is annak ellenőrzésére, hogy az adagolt cellulóz szál elegendő mennyiségben van-e jelen a keverékben. [15]

Megnevezés	Aszfaltkeverék típusa		Vizsgálati módszer
	SMA 8 (mF)	SMA 11 (mF)	
Szitaméret, mm	A kőanyagkeverék szemmegoszlása, áthullő rész, tömeg%		
16,0	–	100	MSZ EN 933-1 MSZ EN 12 697-2
11,2	100	90 – 100	
8,0	90 – 100	50 – 75	
5,6	43 – 65	–	
4,0	–	–	
2,0	20 – 35	20 – 35	
0,063	5 – 13	5 – 12	
A kőanyagkeverékben: – a mészkőliszt[1] mennyisége, legalább, tömeg%	7	6	
– a homoktartományban a zúzotthomok aránya, legalább, tömeg%	100		
– a 2,00 mm feletti részben a zúzott termékek aránya, legalább, tömeg%	Csak zúzott termékek képezhetik		
A felhasználható kötőanyag:			
– polimerrel módosított bitumen	45/80-80, 25/55-65		
– útépítési bitumen + modifikálószer	ÉME vagy ETA alapján		
Kötőanyag-tartalom, legalább, B_{min}, %	6,2	6,0	
Hézagtartalom, *V*% – maximum, V_{max}	4,0	4,5	MSZ EN 13 108-20 C.1.2 szerint 2×50 ütés MSZ EN 12 697-30 MSZ EN 12 697-8 MSZ EN 12 697-5 A módszer vízzel MSZ EN 12 697-8
– minimum, V_{min}	2,0		
Vízérzékenység, legalább, *ITSR*, %	90		MSZ EN 12 697-12, 2×35 ütés, 15 °C
Maradó alakváltozás, legfeljebb, *P*, %	5,0		MSZ EN 12697-33 MSZ EN 12 697-22 kiskerekű B módszer levegőn, 60 °C
Kötőanyag-lefolyás	$D_{0,3}$		MSZ EN 12 697-20 D 13 MSZ EN 12 697-18

7. TÁBLÁZAT- SMA KEVERÉKEK TERVEZÉSI ELŐÍRÁSAI [15]

9.2 Kötőréteg

Út-pályaszerkezeti réteg	Igénybevételi kategória	
	Normál, N	Fokozott, F
	ASZFALTBETON (ÚT 2-3.301-1 [e-UT 05.02.11])	
KÖTŐRÉTEG	**AC 11 kötő** **AC 22 kötő**	**AC 22 kötő (F), AC 22 kötő (mF)** **AC 16 kötő (mNM)**
	AC 16 alap **AC 22 alap** **AC 32 alap**	**AC 22 kötő (NM), AC 22 kötő (mNM)** *(E, K és R forgalmi terhelési osztályú utak esetén kötőrétegként és alaprétegként egyaránt tervezhető.)*
	Megrendelői külön hozzájárulással tervezhető/ építhető: **AC 22 kötő (F), AC 16 kopó (F)**	**AC 16 kopó (F), AC 16 kopó (mF)** *(új pályaszerkezet építésekor nem, csak burkolatfelújítás esetén tervezhető.)*

8. TÁBLÁZAT- KÖTŐRÉTEGKÉNT ÉPÍTHETŐ ASZFALTOK [15]

9.2.1 Aszfaltbeton

Alkalmazhatunk kötőrétegként AC11, AC16, AC22, AC32. Ennél a rétegnél alkalmazhatjuk ezeknek a keverékeknek sima F-es, modifikált bitumenes és nagy modulusú változatait is. (8-9. táblázat)

Kötőréteget a szabványok szerint csak aszfaltbetonból építhetünk meg. Az itt alkalmazható keverékeknek a különböző tulajdonságait a 9. táblázatban találhatjuk meg. Itt szintén megjelenik az egyes keverékekkel szembeni szemmegoszlás, alkalmazható kötőanyagok fajtái, minimális és maximális hézagtartalma, vízérzékenysége, megengedhető maradó alakváltozása, merevségével és fáradással szembeni előírások.

Hézagtartalmát tekintve itt már nagyobb értékek szerepelnek, mint kopóréteg esetében, hiszen itt már nagyobb szemcséjű anyagokról beszélünk, több hézagot tartalmaznak, mert kisebb a finomrész és homoktartalmuk, így a nagyobb szemcsék nehezebben tudnak egymáshoz simulni, tömörödni.

Minimális bitumentartalmát tekintve ugyanaz vonatkozik rá, mint a kopó réteg esetében.

A normál igénybevételi kategóriájú AC11 és AC22 aszfaltoknál nincsen meghatározva a maradó alakváltozás, a fáradás és a merevség értéke. [15]

Megnevezés	Aszfaltkeverék típusa					Vizsgálati módszer
	AC 11 kötő*	AC 16 kötő (mNM)	AC 22 kötő	AC 22 kötő (F) AC 22 kötő (mF)	AC 22 kötő (NM) AC 22 kötő (mNM)**	
Szitaméret, mm	A kőanyagkeverék szemmegoszlása, áthulló rész, tömeg%					
31,5			100			MSZ EN 933-1 MSZ EN 12 697-2
22,4		100	90 – 100			
16,0	100	90 – 100	–			
11,2	90 – 100	–	–			
2,0	30 – 50	25 – 43	20 – 40		20 – 40	
0,063	6 – 10	4 – 9	4 – 8		4 – 8	
A kőanyagkeverékben: – a mészkőliszt[1] mennyisége, legalább, tömeg%	5	4				
– a homoktartományban a zúzotthomok aránya, legalább, tömeg%	60	100	60	100		
– a 2,00 mm feletti részben a zúzott termékek aránya, legalább, tömeg%	csak zúzott termékek képezhetik					
Kötőanyag: – útépítési bitumen	50/70 35/50	–	50/70 35/50		–	
– kemény bitumen	–	–	–	–	10/20[2]	
– polimerrel módosított bitumen	–	25/55-65 10/40-65	–	45/80-60 25/55-65	25/55-65[3] 10/40-65	
– útépítési bitumen + modifikálószer	–	ÉME vagy ETA alapján	–	ÉME vagy ETA alapján		
Hézagtartalom, *V*% – maximum, V_{max}	4,5	5,0	5,5			MSZ EN 13 108-20 C.1.2 szerint, 2×50 ütés MSZ EN 12 697-30 MSZ EN 12 697-6 MSZ EN 12 697-5 „A" módszer vízzel MSZ EN 12 697-8
– minimum, V_{min}	3,0					
Vízérzékenység, legalább, ITSR, %	70	80	70	70 80[4]		MSZ EN 12 697-12, 2×35 ütés, 15 °C
Maradó alakváltozás, legfeljebb, *P*, %	NR	3,0	NR	7,0 5,0[4]	3,0[4] 2,0[5]	MSZ EN 12 697-33 MSZ EN 12 697-22 kiskerekű, „B" módszer levegőn, 60 °C
Merevség, legalább, *S*, MPa		11 000[6]		NR, megadandó[9]	11 000[6]	MSZ EN 12 697-26 2PB-TR: 15 °C, 10 Hz,
		7000)[7]			7000[7]	4PB-PR: 20 °C, 8 Hz,
		7000 [8]			7000[8]	IT-CY: 20 °C, 124 μs
Fáradás, legalább, ε_6, mikrostrain		115[10]		NR, megadandó [10]	115[10]	MSZ EN 12 697-24 2PB-TR: 10 °C, 25 Hz vagy 4PB-PR: 20 °C, 30 Hz

9. TÁBLÁZAT-AC KÖTŐ RÉTEG TERVEZÉSI ELŐÍRÁSAI [15]

9.3 Alapréteg

	ASZFALTBETON (ÚT 2-3.301-1 [e-UT 05.02.11])	
ASZFALT ALAPRÉTEG	**AC 16 alap** **AC 22 alap** **AC 32 alap** *Megrendelői külön hozzájárulással tervezhető/építhető:* **AC 22 alap (F), AC 32 alap (F)** **AC 22 kötő (F)**	**AC 22 alap (F), AC 22 alap (mF)** **AC 32 alap (F), AC 32 alap (mF)** **AC 22 kötő (F), AC 22 kötő (mF)** **AC 22 kötő (NM), AC 22 kötő (mNM)** *(Ha az aszfaltkeveréket polimerrel modifikált bitumennel gyártják, úgy félig merev és hajlékony típusú útpályaszerkezet alaprétegeként egyaránt tervezhető. Ha 10/20 fokozatú kemény útépítési bitumennel gyártják, akkor csak hajlékony pályaszerkezetbe tervezhető.)*

10. TÁBLÁZAT- ALAPRÉTEGKÉNT ÉPÍTHETŐ ASZFALTOK [15]

9.3.1 Aszfaltbeton

A többi réteghez hasonlóan a 11. táblázatban szintén megjelenik a megengedett szemmegoszlás mértéke, az alkalmazható kötőanyagok, vízérzékenység, megengedhető minimális és maximális hézagtartalom, maradó alakváltozás, merevség és fáradás értéke.

A normál igénybevételi kategóriájú AC 16, AC 22 és AC 32 keverékek esetében nincs meghatározva a maradó alakváltozás, a merevség és a fáradás. [15]

Megnevezés	Aszfaltkeverék típusa					Vizsgálati módszer
	AC 16 alap	AC 22 alap	AC 22 alap (F) AC 22 alap (mF)	AC 32 alap	AC 32 alap (F) AC 32 alap (mF)	
A kőanyagkeverék szemmegoszlása, áthulló rész, tömeg%						
Szitaméret, mm				100		MSZ EN 933-1 MSZ EN 12 697-2
45,0				90 – 10		
31,5		100		–	–	
22,4	100	90 – 100		–	–	
16,0	90 – 100	–	–	15 – 45	15 – 35	
2,0	25 – 50	22 – 50	22 – 45	2 – 8		
0,063	4 – 10					
A kőanyagkeverékben: – a mészkőliszt[1] mennyisége, legalább, tömeg%	3					
– a homoktartományban a zúzotthomok aránya, legalább, tömeg%	–		100	–	100	
– a 2,00 mm feletti részben a zúzott termékek aránya, legalább, tömeg%	40		100	40	100	
Kötőanyag:	50/70, 35/50					
– útépítési bitumen	–		45/80-60 25/55-65	–	45/80-60 25/55-65	
– polimerrel módosított bitumen	–		ÉME vagy ETA alapján	–	ÉME vagy ETA alapján	
– útépítési bitumen + modifikálószer	–					MSZ EN 13 108-20 C.1.2 szerint 2×50 ütés MSZ EN 12 697-30 MSZ EN 12 697-6 MSZ EN 12 697-5 „A" módszer vízzel MSZ EN 12 697-8
Hézagtartalom, *V*%	5,0	6,0				
– maximum, V_{max}		3,0				
– minimum, V_{min}		70 80[2]				MSZ EN 12 697-12, 2×35 ütés, 15 °C
Vízérzékenység, legalább, ITSR, %	NR		7,0 5,0[2]	NR	7,0 5,0[2]	MSZ EN 12 697-33 MSZ EN 12 697-22 kiskerekű, „B" módszer levegőn, 60 °C
Maradó alakváltozás, legfeljebb, *P*, %			NR[3] megadandó		NR[3] megadandó	MSZ EN 12 697-26 2PB-TR: 15 °C, 10 Hz vagy 4PB-PR: 20 °C, 8 Hz vagy IT-CY: 20 °C, 124 μs
Merevség, legalább, *S*, MPa			NR[4] megadandó		NR[4] megadandó	MSZ EN 12 697-24 2PB-TR: 10 °C, 25 Hz vagy 4PB-PR: 20 °C, 30 Hz
Fáradás, legalább, ε_6, mikrostrain						

11. TÁBLÁZAT-AC ALAPRÉTEG TERVEZÉSÉNEK ELŐÍRÁSAI [15]

10. Labor bemutatása

A szakdolgozathoz szükséges méréseket az INNOVIA Kft. Laboratóriumában végeztem. A Kft. 2005-ben alakult meg, s azóta töretlenül működik. Lehetőségem volt itt a laboratóriumi vizsgálatok mellett helyszíni mérésekben is részt venni.

A Társaság profilja:

- kivitelezést megelőző talajfeltárásokkal, töltésanyag minősítésével és bevizsgálásával
- a kivitelezési folyamatok minőségellenőrzésével
- technológiai utasítások és minőségellenőrzési tervek elkészítésével
- a beépített anyagok fizikai tulajdonságainak vizsgálatával
- minősítési dokumentációk összeállításával
- Mérnöki tevékenység, szaktanácsadás

Több laboregységből épül fel, amelyekből: 3 aszfalttechnológiai, 2 talajmechanikai és 2 betonvizsgáló laboratórium. Jelenleg a 8. sz. főút Várpalota elkerülő építésén, valamint az M4 autóúton dolgozunk, így az innen származó mintákat használtam fel a szakdolgozatom megírásához.

11. Alkalmazott vizsgálatok bemutatása

11.1 Laboratóriumi vizsgálatok

11.1.2 Bitumentartalom meghatározása

Egy aszfaltkeverék egyik legfontosabb tulajdonsága a bitumentartalma. Ez az érték befolyással van más vizsgálati értékekre is, mint a testsűrűség, hézagmentes testsűrűség és a hézagtartalom.

Bitumentartalom meghatározása 4 alapműveletből áll. Kötőanyag extrahálása, ásványi szemcsék szétválasztása a kötőanyagtól / bitumentől, majd a mennyiségének a meghatározása és az oldható kötőanyag-tartalom számítása.

Ahhoz, hogy a kötőanyagot eltudjuk távolítani a szemcsék felületéről szükségünk van megfelelő oldószerre. Ilyen a tetraklór- vagy a triklór-etilén. Majd fogunk egy a szabványnak megfelelő henger alakú, 1-2 mm nyílásméretű szitaszövet kosarat (szitadob), s lemérjük a tömegét grammban 0,05 %-os pontossággal. Ezt követőn lenullázzuk a mérleget úgy, hogy közben rajta marad a szitadob, amibe belerakunk pár száz grammot a friss aszfaltkeverékünkből. A belehelyezett aszfalt mennyiség tömegének feljegyzése után ráhelyezem a szitadobra a zárófedelét, hogy az megakadályozza a kőzetszemcsék kijutását az szitadobból. A szitadobból az oldószerrel kikerülő finomszemcsék felfogására úgynevezett perselyt használunk, melyet szintén lemérünk, hogy a későbbi visszaméréskor a finomszemcsék mennyisége meghatározható legyen, majd egy szűrőpapírt helyezünk bele, amihez hozzáragadnak az extrahálás ideje alatt a finomszemcsék. Amikor mindezek megvannak, behelyezzük az analizátorba a szitadobot és a perselyt is, és elindítjuk a keverékeknek megfelelő programot.

16. ÁBRA-ANALIZÁTOR

A program lejárta után kivesszük a meleg szitadobot és a perselyt, és mielőtt ismételten lemérnénk, hogy megkapjuk a keverékünk finomszemcse és bitumen tatalmát, 30 percre szárítószekrénybe helyezzük, hogy biztosan elillanjon belőle a maradék oldószer. Fél óra lejárta után kivesszük a szárítószekrényből, s mindkettőt lemérjük. A filler mérésénél fontos a gyorsaság, mert ha túl sokáig várok vele, akkor magába szívja a levegő nedvességtartalmát és pontatlan eredményt fog adni. A szitadobban ekkor már csak a kőváz található meg.[7]

11.1.1 Szemeloszlás meghatározása

Az extrahálás után keletkezett kőváz és filler mennyisége adja meg a keverékünk szemeloszlását.

Aszfaltkeverék esetén a szabványnak megfelelő szitasorozatot kell használni, amely különböző méretű szitákat tartalmaz. Ezekből kell a vizsgálandó anyag maximális szemcsenagyságának megfelelő szitasorozatot összeállítani. A filler tömege adja meg a keverék 0,063-as szitán átesett mennyiségét. A szitákat növekvő mérettel egymás tetejére helyezzük, s beleöntjük az extrahálás után maradt, szitadobban lévő kővázat és leszitáljuk. Lemérés során fontos, hogy az átesett szemek tömegét kell feljegyezni, vagyis ha pl.: a 22,4 mm-es szitán fennmarad 168,6 gramm, akkor azt a 31,5 mm-es szitához írom, hiszen azon esett át. [6]

17. ÁBRA- SZITASOROZAT

11.1.2 Marshall vizsgálat

Aszfaltkeverék vizsgálatok közé tartozik a Marshall vizsgálat is, melyből az aszfaltnak nem az összetételét, hanem a fizikai tulajdonságát, mégpedig a testsűrűségét tudjuk meghatározni. Ahogy azt már említettem, befolyással van rá a keverék bitumentartalma is. A testsűrűség értékét kg/m^3-ben adjuk meg, mely aszfalttípusonként eltérő.

A friss aszfaltkeverékből 3 közel azonos mennyiséget, kb. 1250 g-ot kimérünk hőálló tálakba, amelyeket a megfelelő hőmérséklet eléréséig szárítószekrénybe teszünk. A vizsgálati hőmérséklet normál és modifikált bitumenek esetében eltérő. Fontos az aszfalt megfelelő hőmérsékletének elérése, mert egyébként nem lehet a későbbiekben megfelelően betömöríteni, így fals eredményt kapunk a keverék testsűrűségére és hézagtartalmára vonatkozóan.

Miután elérte a kellő hőmérsékletet, gyorsan ki kell kenni egy marshall sablont, amelybe beleöntjük a meleg keveréket. A gyorsaság itt is fontos, hiszen, ha lassan csinálom kihűl a mintaanyag, és az előzőekben leírt testsűrűség probléma állhat elő. Mindeközben az sablonok formaleválasztóval történő kikenését is el kell végezni, mert ha ez elmarad, később nem fogjuk tudni egyszerűen kinyomni a mintát a formából. A formában lévő aszfaltot egy tömörítő gépbe kell tenni, mely a szabványnak megfelelő tömörítő munkával oldalanként 50-50 ütést mér rá. Amikor az első 50 ütést megkapta a mintánk, ki kell venni a gépből és megfordítani, majd a másik oldalára is el kell indítani, hogy egyenletesen tudjon tömörödni. Ezt követően hagyni kell kihűlni a 3 betömörített aszfaltmintát.

18. ÁBRA-MARSHALL VIZSGÁLAT PRÓBATESTEK ÉS AZ ELŐKÉSZÍTETT ÖMLESZTETT ASZFALTKEVERÉK

Amikor a minták kihűltek, kinyomó segítségével ki kell nyomni őket a sablonból. Az így elkészített aszfaltpogácsákat meg kell jelölni, hogy beazonosíthatók legyenek, s ezt követően egyesével le kell mérni őket. A mérést követően laborhőmérsékletű (20-22 °C) vízfürdőbe helyezzük 1 órán keresztül. Az idő elteltével lemérem a víz alatti tömegét, majd lemérem levegőn is. Levegőn való lemérése előtt fontos, hogy le kell törölgetni a próbatest felületén lévő vizet. A törlőkendőnek eléggé nyirkosnak kell lennie ahhoz, hogy a próbatest felületéről leszedje a vízcseppeket, de a belső hézagaiban lévő nedvességet már ne szívja magába. [8]

A három mérési eredményből kapjuk meg a vizsgált aszfaltunk testsűrűségét.

m_1- tömörített aszfaltminta tömege a vízfürdő előtt

m_2- vízben mért tömeg

m_3- vízfürdő után levegőn mért tömeg

ρ_t- testsűrűség (kg/m^3)

ρ_v- víz sűrűsége vizsgálati hőmérsékleten (kg/m^3)

$$T_0 = m_3 - m_2$$

$$\rho_t = \frac{m_1 * \rho_v}{T_0}$$

	1.	2	3.
m_1	1255.3	1263.3	1258.9
m_2	763.8	768.7	767.0
m_3	1257.0	1265.5	1261.2
T_0	493.2	496.8	494.2
	2.545	2.543	2.547
$\rho_{t\ SSD}$	2542.2	2539.8	2544.3

12. TÁBLÁZAT- MARSHALL SZÁMÍTÁS

11.1.3 Marshall hézagmentes testsűrűség- Piknométeres vizsgálat

Egy aszfalt hézagmentes testsűrűségét a piknométeres vizsgálat segítségével kapjuk meg. Ahogy már előzőekben említettem, a marshall- vizsgálattal együtt a hézagtartalmat is megtudhatjuk általuk számítással.

Első lépésként kiválasztok egy kalibrált, ismert térfogatú üres piknométert, majd a tetejével együtt lemérem a tömegét 0,1g pontossággal. A tömeg meghatározása után kb. félig töltöm a piknométert aszfalttal, majd ezt is lemérem. Fontos, hogy ennél a vizsgálatnál nem tárázom le a mérleget az, üres piknométer megmérését követően.

Következő lépésként légtelenített vízzel vagy oldószerrel felöntöm maximum 30 mm-re a nyakcsiszolat alatt. A vizes eljárás esetén a légbuborékokat vákuum segítségével távolítom el. Ezután a feltétet ráhelyezem, s a rajta lévő jelzésig óvatosan felöntöm úgy, hogy ne jusson levegő a piknométerbe. Triklór-etilén alkalmazása esetében ismert hőmérsékletű vízfürdőbe helyezem hűlni és temperálni 1 órán keresztül, s közben 20 percenként alaposan megkeverem, hogy távozni tudjanak a levegőbuborékok, s tényleg egy hézagmentes testsűrűséget kaphassunk. A temperálási idő elteltével a piknométerek csiszolatos részeit a tömítés érdekében szilikonzsírral be kell kenni, majd felöntöm teljesen, a felső jelzésig, megmérem a hőmérsékletét, és ismételten lemérem. [12]

19. ÁBRA-PIKNOMÉTER OLDOSZERREL FELTÖLTVE

M- piknométer tömege feltéttel (g)

V- piknométer térfogata (cm^3)

m_4-piknométer és aszfalt tömege (g)

m_5- oldószerrel jelig töltött piknométer tömege (g)

ρ- trikloretilén sűrűsége

ρ_{mv}- aszfalt hézagmentes testsűrűsége

$$\rho_{mv} = \frac{m_4 - m}{V - \frac{m_5 - m_4}{\rho}}$$

11.2 Helyszíni mérések

11.2.1 Fúrt minta

A beépített aszfaltrétegek vastagságának ellenőrzését fúrással tudjuk elvégezni, ugyanis a kifúrt mintáknak reprezentálniuk kell a szerkezeti rétegeiket. Fúrásnál ügyelni kell rá, hogy a furat teljesen haladjon át az aszfalt pályaszerkezeti rétegein. Ez a vastagságok meghatározásánál kifejezetten fontos. Ezen felül figyelni kell arra, hogy a fúrási tengely viszonylag merőleges legyen a burkolat felső síkjára (max 5°-os eltérés engedett meg). Amennyiben 5°-nál nagyobb dőlésszögű a minták, akkor egy vízszintes felületre kell helyeznünk, s a teljes, illetve az egyes rétegek vastagságát a függőleges síkhoz viszonyítva kell megadni. A hibás, tönkrement mintákat nem alkalmazhatjuk mérésekhez.

A fúrást követően csipesszel kitörjük a mintát, majd lemérjük a vastagságát és az átmérőjét.

A vastagság pontos meghatározása érdekében 4 mérést végzünk minden próbatest kerülete mentén, egyenlő távolságban. Minden egyes mérés helyét pontosan meg kell jelölnünk, valamint a megengedett legnagyobb eltérés a mérések között ±0,1 mm. Ezen felül ügyelni kell arra, hogy minden mérést a kifúrt minta peremétől kb. 10 mm-rel beljebb kell megadni. A 4 mérést követően a magasságot a 4 mérés átlaga fogja megadni 0,1 mm-re kerekítve.

Az átmérő megmérését a minta tetején, közepén és alján kell elvégezni 2-2 méréssel. A 2 mérést egymásra merőlegesen kell elvégezni. A legnagyobb eltérés ennél is max. ±0,1 mm. Az átmérő végső mérete a 6 mérési eredmény átlaga, 0,1 mm-re kerekítve. Ajánlott átmérő 100 vagy 150 mm.

A fúrt magminták egyéb paramétereit meghatározhatjuk meg, ugyanúgy, mint egy friss aszfaltkeverék esetében, megvizsgálhatjuk akár a bitumentartalmát, szemeloszlását és a hézagmentes testsűrűségét is.

Erre a folyamatos ellenőrzések mellett akkor is lehet szükségünk, ha bedolgozás során normál textúrától eltérő felületek észlelhetők az aszfaltrétegen pl.: lokális hibák alakulnak ki.

Kifúrást követően, ha több rétegből áll a minta, szétvágjuk réteghatároknál. Amennyiben meg kell határoznunk a vastagságon kívül egyéb tulajdonságát, a fúrt mintánkat szárítószekrénybe tesszük, ahol felmelegítjük, s a fúrt mintán keletkezett vágott szemeket eltávolítjuk. A vágott szemek eltávolítása azért szükséges, mert ezek a szemek az aszfaltunk szemeloszlását félrevihetik, s fals eredményt kaphatunk. Az így kapott mintát használjuk extakciós vizsgálathoz, valamint a hézagmentes testsűrűség meghatározásához a piknométerbe. [5]

20. ÁBRA- FÚRT MINTAVÉTEL

21. ÁBRA- FÚRT MINTA FELMELEGÍTÉSE, VÁGOTT SZEMEK ELTÁVOLÍTÁSA

11.2.2 Hosszirányú pályaegyenetlenség mérése mozgóbázisú mérőkerékkel- ÚT-02 típusú mérőberendezéssel

Útépítés során nem csak arra kell nagy figyelmet szentelnünk, hogy megfelelő minőségű aszfaltkeveréket építsünk be, hanem arra is, hogy megfelelő minőségben is épüljön be. Fontos, hogy az utat használók megfelelő kényelemmel tudjanak végig menni az adott pályaszakaszon anélkül, hogy össze-vissza rázkódnának és zakatolna a gépjárművük az utazás alatt. Ennek érdekében egy- egy elkészült útszakaszt ÚT-02- közkedveltebb nevén „biciklivel" – mérőberendezéssel ellenőrizni kell. Ennek a mérőműszernek köszönhetően megtudjuk mérni, hogy mennyire egyenletes pályaszakaszt sikerült létrehozni a Kivitelezőknek.

Felállásnál ügyelni kell arra, hogy a mérőberendezés tengelye a kívánt mérési nyomba álljon. Fontos, hogy mérési iránynak meg kell egyeznie haladási iránnyal. A mérőberendezést egyenletes sebességgel (4,5± 1 km/h) végig kell tolni az adott szakaszon, kígyómozgás és egyéb kilengés nélkül. A mérési eredményeket egy EKG-hez hasonló papírtekercsen tudjuk kiértékelni az egyenetlenségeket- 1 vízszintes osztás 1 mm-es elmozdulást jelent. Az értékelésnél a 6 mm-es és annál nagyobb elmozdulásokat kell értékelni, melyek mennyiségét 100 méterenként összegezni kell. [26]

22. ÁBRA- ÚT-02 TÍPUSÚ MÉRŐBERENDEZÉS

11.2.3 Makró érdesség

A vizsgálandó keresztszelvényben a mérést 4 ponton kell elvégezni egy sávon belül:

- a gépjárművek által legjobban járt nyomon jobb és bal kerék alatt,
- valamint a legkevésbé járt nyomon jobb és bal kerék alatt mérve

A vizsgálandó felület kiválasztását követően a területet alaposan meg kell tisztítanunk. Először drótkefét használhatunk, majd lágy sörtéjű kefe alkalmazásával távolítjuk el a maradványokat, törmelékeket a felületről. A megfelelő tisztítást követően a vizsgálandó felületre ráhelyezhetjük a szélvédő keretet.

Egy ismert térfogatú (minimum 25 cm^3) hengerben kimérjük a vizsgálathoz használt, szabvány szerinti üveggyöngy mennyiséget (kemény, gömbölyű üveggyöngyök, ISO 565-nek feleljen meg). Ezt követően megütögetjük egy picit az alját- hogy összetömörödjenek benne a szemcsék és valóban a megfelelő mennyiséggel végezzük el a mérést-, majd jelig töltjük. Amennyiben laboratóriumi mérleget tudunk használni, akkor azzal kell minden egyes alkalommal bemérhetjük az anyagot.

A bemért anyagot ezután ráöntjük a megtisztított felületre, s egy keménygumi segítségével, lefelé fordított koronggal terítjük el kör formában. Terítés közben a korongra gyenge nyomást fejtünk ki. Az így keletkezett kör kerületét egyenlő távolságban minimum 4 pontban lemérjük, s felírjuk az így kapott átmérő méreteit. Kiszámoljuk az átlagos átmérő méretet. Amennyiben nagyon sima felületről van szó, és 300 mm-nél nagyobb átmérőt kapunk, csak az anyag felét kell használni a mérések során. [11]

12. Mérések pontosságának jelentősége

Munkásságom alatt megtapasztaltam, hogy egy- egy vizsgálat elvégzése során mekkora szerepe van a pontosságnak. Egy- egy kisebb elmérés, figyelmetlenség jelentős hatással van a munkafolyamat egészére nézve.

A hibák, pontatlanságok kiküszöbölésének érdekében két dolgot tehetünk meg. Az egyik, hogy nagyobb mennyiségű aszfaltkeveréket vizsgálunk be, hiszen minél nagyobb mennyiségben dolgozunk vele a vizsgálatok során, annál kisebb az esetleges hiba mértéke. A másik megoldás, hogy nagy precizitással és tudással rendelkező technológust, laborost alkalmazok, de nem szabad elfelejteni, hogy akármikor kerülhet kis pontatlanság vagy hiba a gépezetbe, hiszen csak az nem hibázik, aki nem dolgozik. Erre felkészülve minden bevizsgált mintánkból teszünk félre, hogyha bármikor ilyen eset előállna, egyből elő tudjuk venni az elrakott keveréket és újból elvégezhessük a vizsgálatot. Emellett ha pl.: aszfaltkeverék vizsgálatáról van szó és észrevesszük, hogy túl kevés a bitumen a bevizsgált keverékben, akkor megnézhetjük, hogy a piknométeres és a marshall vizsgálati eredményei is rosszak-e, mert ha azok is rosszak, akkor nagy valószínűséggel a bitumen tartalom is rossz, ellenben, ha nem, akkor előállhat egy olyan eset is, hogy a bitumen tartalom vizsgálata során történt hiba vagy elírás.

A téves vizsgálati eredmények nagy hátránya, hogy az ebből dolgozó technológust félre vezeti és előfordulhat, hogy az eredmények alapján úgy dönt, állít a keveréken, holott valójában tökéletes a keverékünk, de lehet ez éppen fordítva is, vagy éppen nem a megfelelő összetevőt állítja.

12.1 Bitumentartalom esetében

12.1.1 AC32 (mF) -25/55-65

Jelen esetben egy 25/55-65-ös kötőanyaggal rendelkező keveréket vizsgálunk, melynél fontos odafigyelnünk a megfelelő hőmérsékletre. Ebben az aszfaltban nagyon nagy szemcsék találhatóak meg, amelyeket nehezen lehet bevonni bitumennel, ezért 2 dologra kell odafigyelnünk. Mivel modifikált bitumenről van szó, ezért kb. 5°C-al melegebb hőmérsékleten adjuk hozzá a keverés folyamán a kötőanyagunkat, így folyékonyabb, viszkózusabb állapotba kerül és könnyebben vonja be az akár 32 mm-es nagyságú szemeket is. Emellett megemelhetjük a keverőgép keverési idejét is, ezáltal alaposabban át tudja forgatni a keverékünket és nagyobb eséllyel jut el mindenhova a bitumen.

Bitumentartalom meghatározás MSZ EN 12697-1:2012		
Persely tömege (g)	515.6	525.7
Visszamért persely (g)	603.1	613.4
Filler tömege (g)	87.5	87.7
Bemért aszfalt (g)	1344.1	1288.1
Szitasorozat tömege (g)	2657.5	2648.6
Visszamért szitasor (g)	3857.1	3794.4
kőváz (g)	1287.1	1233.5
bitumen (g)	57.0	54.6
bitumentartalom (%)	4.24	4.24
Átlag	4.24	

13. TÁBLÁZAT-AC32 EREDETI BITUMENTARTALOMMAL

A 13. táblázatban jól látszik, hogy az eredeti állapotban, a pontos vizsgálat során milyen eredmények jöttek ki. Megfigyelhető, hogy a bemért anyag több mint ezer gramm, jelen esetben 1344,1 és 1288,1 gramm. Így az egyik hibaforrásunk ki van védve. A következő vizsgálat során ugyanezt az aszfaltot pontatlanul mértem be.

Bitumentartalom meghatározás
MSZ EN 12697-1:2012

Persely tömege (g)	515.6	525.7
Visszamért persely (g)	603.1	613.4
Filler tömege (g)	87.5	87.7
Bemért aszfalt (g)	1349.1	1288.1
Szitasorozat tömege (g)	2657.5	2648.6
Visszamért szitasor (g)	3857.1	3794.4
kőváz (g)	1287.1	1233.5
bitumen (g)	62.0	54.6
bitumentartalom (%)	**4.60**	**4.24**
Átlag	**4.42**	

14. TÁBLÁZAT-AC32 MÓDOSÍTOTT BITUMENTARTALOMMAL

A 14. táblázatban látható, ha +5 grammal megemelem a bemért aszfalt tömegét, akkor az eredeti 4,24% –os bitumentartalom helyett egy jóval nagyobb, 4,60%-os eredményt kapok, ami nagyban megváltoztatja a vizsgálat eredményét, pedig csak 5 grammal néztem el, ami valójában nem is sok.

Ezt a vizsgálatot párhuzamosan végezzük el. Előfordulhat olyan is, amikor az egyiknél pontatlanság történik, míg a másik megfelelő. Ezért is mindig meg kell néznünk, hogy a 2 vizsgálat eredménye megfelel-e a megengedett eltérésnek, ami a 2 bitumentartalom átlagának a függvénye, ugyanis ehhez képest térhet el ±0,3-mal. Táblázatunkban ezt „r" ismételhetőségi értékként jelenítjük meg.

Ilyen eset figyelhető meg a 15. táblázatban, ahol az egyik mérési eredmény 5,01% lett, míg a másik 4,24% és a kettő átlaga 4,62% lett.

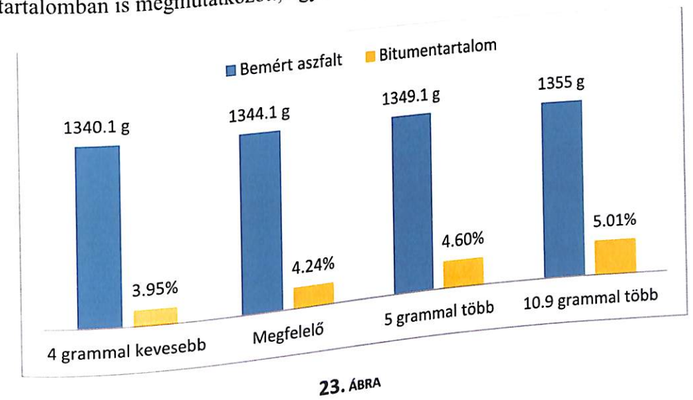
Bitumentartalom meghatározás
MSZ EN 12697-1:2012

Persely tömege (g)	515.6	525.7
Visszamért persely (g)	603.1	613.4
Filler tömege (g)	87.5	87.7
Bemért aszfalt (g)	1355.0	1288.1
Szitasorozat tömege (g)	2657.5	2648.6
Visszamért szitasor (g)	3857.1	3794.4
kőváz (g)	1287.1	1233.5
bitumen (g)	67.9	54.6
bitumentartalom (%)	**5.01**	**4.24**
Átlag	**4.62**	
Megjegyzések: MSZ 12697-1:2012 8.1.pont		
"r" ismételhetőség = 0.3%	4.32	
	4.92	

15. TÁBLÁZAT- NEM MEGFELELŐ BITUMENTARTALOM

A bitumentartalom tekintetében a típusvizsgálathoz viszonyított legnagyobb eltérés jelen keverék esetében max 0,6% lehet, így a kapott eredmény megfelel a bitumentartalom tűrésnek (típusvizsgálat szerinti bitumentartalom:4,0 %.), de az ismételhetőség kritériumát nem elégíti ki, így tehát a két vizsgálat nem tekinthető párhuzamosnak, tehát meg kell ismételni. Ilyenkor a vizsgálat eredményét nem szabad figyelembe venni, és az ismételt vizsgálat technológiai ideje minimum 1,5-2 óra, ami ha nem megfelelő az aszfaltkeverék, mert mondjuk az 5,01%-os bitumentartalom a helyes eredmény, akkor még további két órán keresztül nem megfelelő keveréket gyárt az aszfaltüzem. Ez nemmegfelelőséget jelent, ami több millió forintos kárt okoz a keverőüzemnek, és a projektnek, ugyanis a nem megfelelő keveréket ki kell marni a burkolatból.

A pontatlanság mértékének változását a 23. ábrával próbáltam szemléltetni. A keverék vizsgálata során minden érték érintetlen maradt, egyedül a bemért aszfalt mennyiségét változtatgattam 4-10,9 grammal, így megfigyelhető volt, hogy 4 grammos eltérésnél már 0,29%-ot változott az aszfalt keverékünk, ami ugyan benne van a ±0,3-es eltérésnek, mégis túl soknak tartom. 10,9 grammal már drasztikusabb eltérést idéztem elő, ami a bitumentartalomban is megmutatkozott, ugyanis 0,77%-al változott meg.



23. ÁBRA

12.1.2 SMA-11 (mF) 25/55-65

Masztix aszfaltunk ugyanolyan kötőanyaggal készült, mint az AC32-es keverékünk, viszont mivel az SMA aszfaltok jellemzője, hogy bitumentúltelítettséggel rendelkeznek, így a normál AC-hez képest több bitument tartalmaznak.

Bitumentartalom meghatározás
MSZ EN 12697-1:2012

Persely tömege (g)	531.3	514.7
Visszamért persely (g)	619.8	600.2
Filler tömege (g)	88.5	85.5
Bemért aszfalt (g)	1181.9	1185.5
Szitasorozat tömege (g)	2671.4	2671.3
Visszamért szitasor (g)	3689.8	3696.2
kőváz (g)	1106.9	1110.4
bitumen (g)	75.0	75.1
bitumentartalom (%)	6.35	6.33
Átlag	6.34	

16. TÁBLÁZAT-SMA11 MEGFELELŐ BITUMENTARTALOMMAL

A fenti 16. táblázatban látható az SMA-nak egy tökéletes párhuzamos mérése, mely alapján az átlagos bitumentartalma a keverékünknek 6,34 %, ugyanakkor a vele megegyező szemnagyságú AC 11-nek a bitumentartalma 5% feletti. Jól látszik, hogy masztix aszfalt esetében valóban több bitumen kerül a keverékbe.

Bitumentartalom meghatározás
MSZ EN 12697-1:2012

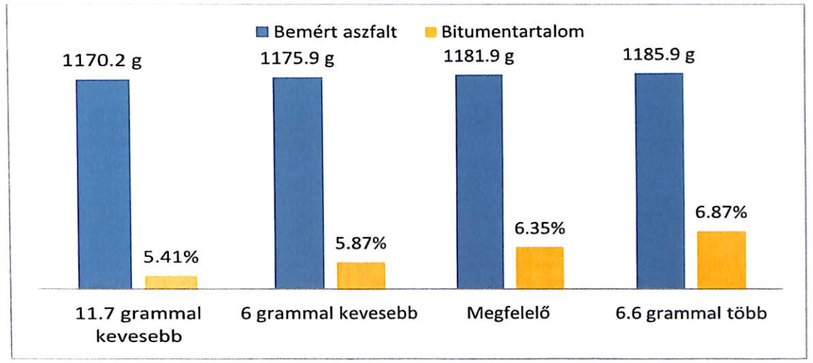
Persely tömege (g)	531.3	514.7
Visszamért persely (g)	619.8	600.2
Filler tömege (g)	88.5	85.5
Bemért aszfalt (g)	1175.9	1185.5
Szitasorozat tömege (g)	2671.4	2671.3
Visszamért szitasor (g)	3689.8	3696.2
kőváz (g)	1106.9	1110.4
bitumen (g)	69.0	75.1
bitumentartalom (%)	5.87	6.33
Átlag	6.10	

17. TÁBLÁZAT-SMA11 MÓDOSÍTOTT BITUMENTARTALOMMAL

Második vizsgálat során – 6 gramm eltéréssel értékeltem ki az aszfaltot, s így az eredeti 6,35%-os bitumentartalom helyett 5,87% lett. azaz 6 gramm eltérés 0,38 %-os eltérést mutat a bitumentartalom függvényében.

Az alábbi, 24. ábrával próbáltam szemléltetni az AC-32-es keverékhez hasonlóan, hogy mekkora eltérések keletkezhetnek pontatlanságból adódóan. Ugyanazt a keveréket vizsgálgattam úgy, hogy minden adat változatlan maradt, egyedül a bemért aszfalt mennyiségét változtatgattam -11,7;-6 és +6,6 gramm eltérésekkel. Ebből egy szemmel látható változás figyelhető meg, már a 6 grammos eltérésnél is, ami a 11,7-esnél még kiugróbb eltérést mutat.

Az SMA 11 kopó (mF) keverék típusvizsgálat szerinti bitumentartalma 6,3%, tűrés ±0,5%, így a mérési pontatlanságból adódóan a keverék csak egy esetben felel meg a bitumentartalomra vonatkozó előírásoknak. A tapasztalt technológus azonban már az 5,87%-os bitumentartalom eredménynél már állít az aszfaltkeverő gépállításán a bitumentartalom vonatkozásában.



24. ÁBRA

12.2 Testsűrűség esetében

A Marshall vizsgálat során nem csak a mérések pontatlanságából adódhatnak eltérések, hanem abból is, ha nem fordítjuk meg a 2*50 ütés alatt a mintánkat, hanem 2* ütjük egy oldalát, vagy csak egyszer ütöm az egyik oldalát és kész.

12.2.1 AC 32 (mf) 25/55-65

	1.	2	3.
m_1	1255.3	1263.3	1258.9
m_2	763.8	768.7	767.0
m_3	1257.0	1265.5	1261.2
T_o	493.2	496.8	494.2
	2.545	2.543	2.547
$\rho_{t\,SSD}$	2542.2	2539.8	2544.3

18. TÁBLÁZAT-MEGFELELŐ MARSHALL

AC 32 keverék esetén a vizsgálat során megállapítható, hogy a testsűrűsége 2540 kg/m^3 körül mozog, ami a 18. táblázatban is megjelenik. A 3 testsűrűség átlaga így 2542,1 kg/m^3.

	1.	2	3.
m_1	1255.3	1263.3	1258.9
m_2	766.8	768.7	767.0
m_3	1257.0	1265.5	1261.2
T_o	490.2	496.8	494.2
	2.561	2.543	2.547
$\rho_{t\,SSD}$	2557.7	2539.8	2544.3

19. TÁBLÁZAT-VÍZALATTI SÚLYELTÉRÉS

Az m_2 érték a táblázatban a marshall próbatestek víz alatti tömegét mutatják. Ennél a mérésnél meg kell várnunk, amíg lecsillapodnak a „hullámok" a vödörben és nyugalmi állapotban szabad csak felírnom az aszfalt próbatest tömegét. Második lépésként azt feltételeztem mi történik, ha nem várom meg, amíg lecsillapodik, hanem felírok egy elsőre megjelenő értéket, ami a 19. táblázat alapján +3 gramm lett. Ennek a kevés kis plusz tömegnek köszönhetően az 1. minta testsűrűsége 2542,2-ről 2557,7 kg/m^3-re változott meg, vagyis 15,5 kg/m^3-rel növekedett meg és az átlag 2547,3 lett a 2542,1-hez képest.

	1.	2	3.
m_1	1255.3	1263.3	1258.9
m_2	763.8	768.7	767.0
m_3	1260.0	1265.5	1261.2
T_o	496.2	496.8	494.2
	2.530	2.543	2.547
$\rho_{t\,SSD}$	2526.8	2539.8	2544.3

20. TÁBLÁZAT-VIZES SÚLYELTÉRÉS

Másodjára azt az esetet vizsgáltam (20. táblázat), ha nem az m_2, hanem az m_3 értékét változtatom meg 3 grammal, vagyis a vízből kivett minta tömegének mérési eredményét. Ennél ugyancsak 3 gramm növekedést idéztem elő, így az 1. minta testsűrűsége 2526,8 kg/m^3 lett, vagyis -15,4 kg/m^3-rel lecsökkent az eredetihez képest. Az átlag testsűrűséget tekintve 2537 kg/m^3 lett, itt a változás -5,1 kg/m^3.

12.2.2 SMA 11 (mf) 25/55-65

	1.	2	3.
m_1	1251.8	1260.0	1254.6
m_2	742.9	751.0	743.7
m_3	1250.9	1261.8	1253.1
T_o	508.0	510.8	509.4
	2.464	2.467	2.463
$\rho_{t\ SSD}$	2461.2	2463.8	2459.9

21. TÁBLÁZAT-SMA 11 MEGFELELŐ MARSHALL

Masztix aszfalt esetében kisebb testsűrűsége van az aszfaltunknak, mint aszfaltbetonnál a magasabb bitumentartalom, valamint az eltérő kőzettípus miatt. Ott 2540 kg/m^3 körül mozgott, jelen esetben ez közel 100 egységet leesett és csak 2460 kg/m^3 körül van. (21. táblázat)

	1.	2	3.
m_1	1251.8	1260.0	1254.6
m_2	745.9	751.0	743.7
m_3	1250.9	1261.8	1253.1
T_o	505.0	510.8	509.4
	2.479	2.467	2.463
$\rho_{t\ SSD}$	2475.8	2463.8	2459.9

22. TÁBLÁZAT-VÍZALATTI SÚLYELTÉRÉS

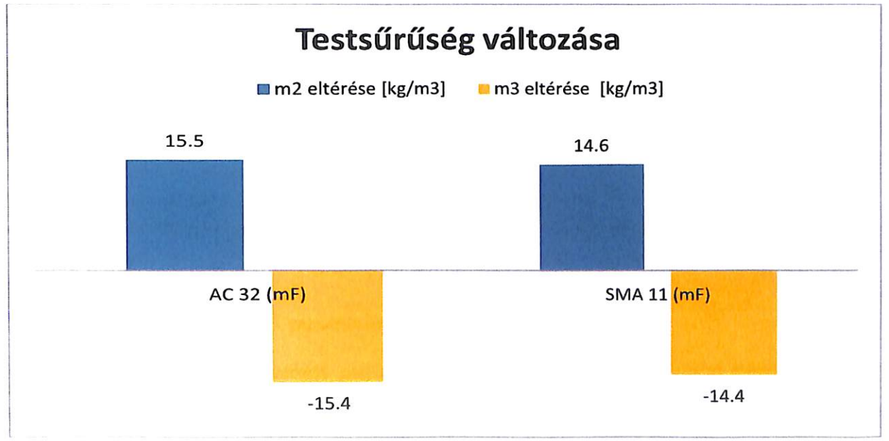
Másodjára, mint az AC32-nél szintén az m_2, víz alatti tömegmérés értékét változtattam meg +3 kg/m^3-rel. Az 1. minta testsűrűsége 2475,8 kg/m^3-re változott 2461,2 kg/m^3-ről, vagyis +14,6 kg/m^3-rel növekedett meg az értéke. A 3 minta átlagos testsűrűsége 4 kg/m^3-rel lett több. (22. táblázat)

	1.	2	3.
m_1	1251.8	1260.0	1254.6
m_2	742.9	751.0	743.7
m_3	1253.9	1261.8	1253.1
T_o	511.0	510.8	509.4
	2.450	2.467	2.463
$\rho_{t\,SSD}$	2446.8	2463.8	2459.9

23. TÁBLÁZAT-VIZES SÚLYELTÉRÉS

Utoljára ugyancsak az m_3-as érték pontatlanságát boncolgattam +3 gramm eltéréssel. Így az 1. minta testsűrűsége 2446,8 kg/m^3 lett, -14,4 kg/m^3-rel kevesebb, mint az eredeti esetében. A testsűrűségek átlaga 2460 kg/m^3, itt -5 kg/m^3-rel lett kevesebb. (23. táblázat)

Összességében megállapítható, hogy SMA típusú masztix aszfalt esetében közel azonos változás lelhető fel m_2 (víz alatti mérés) és m_3 (vízzel telített állapotban történő visszamérés) eltérésekor. Mindegyiknél 4-5 grammos eltéréssel változtak a testsűrűségeink, tehát mind a kettő pontatlanágával közel ugyanakkora hibát ejtünk a vizsgálatunk során. A vizsgálatokat párhuzamosan végezzük, így nagy eséllyel észrevehetőek ezek a hibák, így egy-egy szabványban meghatározott maximális eltérésnél nagyobb különbség esetén is látható a vizsgálati hiba.



25. ÁBRA

12.3 Hézagmentes testsűrűség esetében

12.3.1 AC 32 (mf) 25/55-65

Egy aszfalt hézagmentes testsűrűségét piknométeres vizsgálattal tudjuk meghatározni.

M	548.0	561.3	79_60 / 7
m_4	1390.8	1411.1	
m_5	2970.0	2914.2	
$\rho_{C_2HCL_3}$	1.6196	1.6196	21,0 °C
G_a	842.8	849.8	
V_a	317.34	319.13	2.545
V (cm^3)	1292.4	1247.2	
	2.656	2.663	2.659
ρ_{mv}	2.656	2.663	2.659

24. TÁBLÁZAT-AC32 MEGFELELŐ PIKNOMÉTERES VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK

A fenti, 23. táblázatban látható, hogy egy tökéletesen elvégzett vizsgálat során az AC-32-es aszfaltkeverékünk hézagmentes testsűrűsége 2,660 Mg/m^3 körül mozog.

M	548.0	561.3	79_60 / 7
m_4	1384.8	1411.1	
m_5	2970.0	2914.2	
$\rho_{C_2HCL_3}$	1.6196	1.6196	21,0 °C
G_a	836.8	849.8	
V_a	313.64	319.13	2.545
V (cm^3)	1292.4	1247.2	
	2.668	2.663	2.665
ρ_{mv}	2.668	2.663	2.665

25. TÁBLÁZAT-NEM MEGFELELŐ PIKNOMÉTERES VIZSGÁLAT

Megvizsgáltam, ha a bemért aszfalt tömegét véletlenül -6 grammal elmérem, mekkora változást lehet tapasztalni. 2,668 Mg/m^3-re változott az 1. mérés során az aszfaltunk hézagmentes térfogatsűrűsége 2,656 Mg/m^3-ről. Tehát 6 gramm eltérés 0,012 Mg/m^3-es változásként jelenik meg a végeredményben. (25. táblázat)

M	548.0	561.3	79_60 \ 7
m_4	1390.8	1411.1	
m_5	2976.0	2914.2	
$\rho_{C_2HCL_3}$	1.6196	1.6196	21,0 °C
G_a	842.8	849.8	
V_a	313.64	319.13	2.545
V (cm^3)	1292.4	1247.2	
	2.687	2.663	2.675
ρ_{mv}	2.687	2.663	2.675

26. TÁBLÁZAT

A 26. táblázatban egy olyan esetet jelenítek meg, melynek során megnézhetjük, mekkora eltérést tapasztalhatunk akkor, ha a vizsgálat végén lemért piknométer tömegét nézem el. +6 gramm eltérés itt is megmutatkozott a végeredményben, hiszen a kezdeti 2,656 Mg/m^3 helyett 2,687 Mg/m^3-t kaptunk. Jelen esetben ez a kis elmérési hiba 0,031 Mg/m^3-es eltérést okozott.

A 2 pontatlanul elvégzett piknométeres vizsgálat során kiderült, hogy a hézagmentes testsűrűség meghatározásában nagyobb kár keletkezik, ha a vizsgálat végén mérjük el a piknométer tömegét. A vizsgálatokat párhuzamosan végezzük, így nagy eséllyel észrevehetőek ezek a hibák.

12.3.2 SMA 11 (mf) 25/55-65

			51 / 75/65
M	548.8	684.4	
m_4	1344.4	1360.5	
m_5	2883.2	3017.8	
$^{\rho}C_2HCL_3$	1.6236	1.6236	17,7 °C
G_a	795.6	676.1	
V_a	309.83	263.94	2.465
V (cm^3)	1257.6	1284.7	
	2.568	2.562	2.565
ρ_{mv}	2.568	2.562	2.565

27. TÁBLÁZAT-SMA11 MEGFELELŐ HÉZAGMENTES TESTSŰRŰSÉGE

SMA 11 (mF) aszfalt esetében a megfelelő hézagmentes testsűrűség 2,570 Mg/m^3 körül mozog. Ez kisebb érték, min az előzőekben vizsgált AC 32 (mF)-es keverékünk esetén, hiszen ott ez az érték 2,660 Mg/m^3 volt. Ennek az oka, hogy más kőzetből épül fel.

			51 / 75/65
M	548.8	684.4	
m_4	1352.4	1360.5	
m_5	2883.2	3017.8	
$^{\rho}C_2HCL_3$	1.6236	1.6236	17,7 °C
G_a	803.6	676.1	
V_a	314.76	263.94	2.465
V (cm^3)	1257.6	1284.7	
	2.553	2.562	2.557
ρ_{mv}	2.553	2.562	2.557

28. TÁBLÁZAT

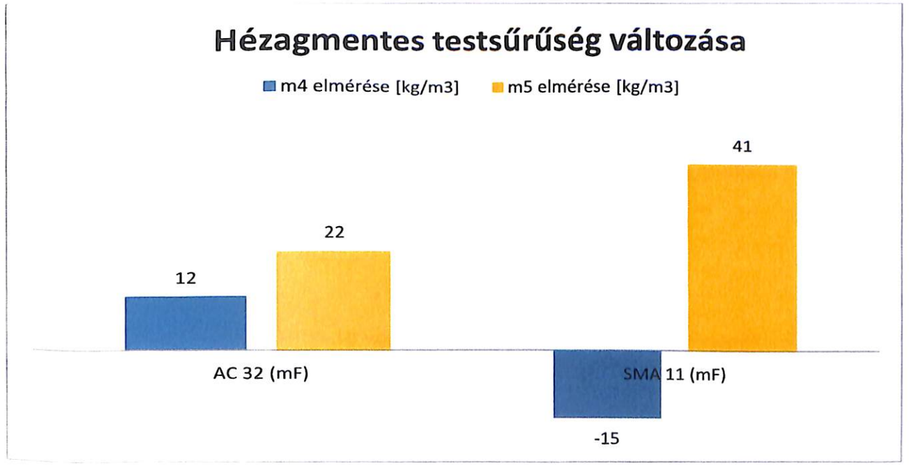
SMA 11 esetében először azt vizsgáltam meg, mekkora eltérés keletkezik a hézagmentes testsűrűségben, ha az elején a piknométerbe behelyezett aszfalt tömegét elmérem. Ebben az esetben + 8 gramm eltérést feltételeztem, melynek hatására a ρ_{mv}=2,553 Mg/m^3-re változott. A kezdeti értékhez képest a +8 grammos mérési hiba -0,015 Mg/m^3-es eltérést eredményezett. (28. táblázat)

M	548.8	684.4	75/68 \ 51
m_4	1344.4	1360.5	
m_5	2891.2	3017.8	
$\rho_{C_2HCL_3}$	1.6236	1.6236	17,7 °C
G_s	795.6	676.1	
V_s	304.90	263.94	2.465
V (cm^3)	1257.6	1284.7	
	2.609	2.562	2.585
ρ_{mv}	2.609	2.562	2.585

29. TÁBLÁZAT

Második nekifutásnak az utolsó piknométeres mérés tömegének elmérést boncolgattam. A tökéletes összehasonlítás érdekében itt is + 8 grammos eltérést generáltam, melynek hatására a végeredményünk 2,609 Mg/m^3-re változott. Tehát +8 grammos eltérés a hézagmentes testsűrűségünkben +0,041 Mg/m^3-es különbséget okozott. (29. táblázat)

Megállapítható, hogy SMA 11 (mF)-es keverékünk esetében az AC 32 (mF)-hez hasonlóan a végső mérés során tudunk nagyobb bizonytalanságot okozni a technológusunk számára, ha pontatlanul végezzük ezt a vizsgálatot.



26. ÁBRA

12.4 Hézagtartalom esetében

Egy aszfaltkeverék hézagtartalma egy olyan fizikai tulajdonság, melyet a testsűrűség és a hézagmentes testsűrűség együttesen ad. Így már az egyik mérés / vizsgálat folyamán keletkező hiba esetén rossz eredményt kaphatunk, mely megtévesztést okoz.

12.4.1 AC 32 (mf) 25/55-65

A 30. táblázatban egy AC32 (mF)-es keverék jó vizsgálata látható hézagtartalom esetében.

	1.	2	3.
m_1	1255.3	1263.3	1258.9
m_2	763.8	768.7	767.0
m_3	1257.0	1265.5	1261.2
T_o	493.2	496.8	494.2
	2.545	2.543	2.547
$\rho_{t\ SSD}$	2542.2	2539.8	2544.3
M	548.0	561.3	79,60 / 72
m_4	1390.8	1411.1	
m_5	2970.0	2914.2	
$\rho_{C_2HCL_3}$	1.6196	1.6196	21,0 °C
G_a	842.8	849.8	
V_a	317.34	319.13	2.545
V (cm^3)	1292.4	1247.2	
	2.656	2.663	2.659
ρ_{mv}	2.656	2.663	2.659
	4.3		2542.1
V_m (v/v%)	4.4		

30. TÁBLÁZAT-AC32MF HÉZAGTARTALMA JÓ MÉRÉS ESETÉBEN

12.4.1.1 Testsűrűség változása esetében

Először azt vizsgáltam meg, hogy a testsűrűgében okozott hiba esetében mekkora mértékű változások keletkeznek a hézagtartalom meghatározása során. Első lépésként a szárazon lemért aszfaltminták tömegében idéztem elő egy 10 grammos eltérést. Így a testsűrűség felugrott 2,545-ről 2,552-re, ami 4,2-es hézagtartalmat eredményezett a kezdeti 4,4-hez képest.

	1.	2	3.
m_1	1265.3	1263.3	1258.9
m_2	763.8	768.7	767.0
m_3	1257.0	1265.5	1261.2
T_o	493.2	496.8	494.2
	2.565	2.543	2.547
$\rho_{t\ SSD}$	2562.4	2539.8	2544.3
M	548.0	561.3	79_60 \ 72
m_4	1390.8	1411.1	
m_5	2970.0	2914.2	
$\rho_{C_2HCL_3}$	1.6196	1.6196	21,0°C
G_a	842.8	849.8	
V_a	317.34	319.13	2.552
V (cm^3)	1292.4	1247.2	
	2.656	2.663	2.659
ρ_{mv}	2.656	2.663	2.659
	4.0		2548.8
V_m (v/v%)	4.2		

31. TÁBLÁZAT- TESTSŰRŰSÉGBEN OKOZOTT VÁLTOZÁS

Második lépésként a víz alatti tömeg meghatározása során idéztem elő hibát, hogy megállapíthassam a száraz vagy vizes súly eltérése esetében vétünk nagyobb pontatlanságot a vizsgálat elvégzése során. Egy aszfaltminta vízalatti tömege jóval kisebb, mint szárazon mérve, így itt csak 7 grammos eltérést vettem figyelembe. Így az átlag testsűrűsége a mintánknak 2,557 kg/m^3 lett. A 7 grammos eltérés a végeredmény tekintetében -0,5%-os változást idézett elő.

	1.	2	3.
m_1	1255.3	1263.3	1258.9
m_2	770.8	768.7	767.0
m_3	1257.0	1265.5	1261.2
T_o	486.2	496.8	494.2
	2.582	2.543	2.547
$\rho_{t\ SSD}$	2578.8	2539.8	2544.3
M	548.0	561.3	79_60 / 72
m_4	1390.8	1411.1	
m_5	2970.0	2914.2	
$\rho_{C_2HCL_3}$	1.6196	1.6196	21,0 °C
G_a	842.8	849.8	
V_a	317.34	319.13	2.557
V (cm^3)	1292.4	1247.2	
	2.656	2.663	2.659
ρ_{mv}	2.656	2.663	2.659
	3.8		2554.3
V_m (v/v%)	3.9		

32. TÁBLÁZAT- TESTSŰRŰSÉGBEN OKOZOTT VÁLTOZÁS

Testsűrűség esetében 3 mérést végzünk el, így itt 3 féle változás hatását kellett figyelembe venni. 3. lépésként az 1 órás vízfürdő utáni száraz tömeg meghatározásánál + 10 grammos eltéréssel számoltam. Ezzel a hézagtartalom meghatározásához használt testsűrűség értéke 2,528-ra változott. Ez okozta a legnagyobb mértékű változást a hézagtartalom tekintetében, ugyanis jelen esetben 4,4-ről 5,0 v/v %-ra változott.

	1.	2	3.
m_1	1255.3	1263.3	1258.9
m_2	763.8	768.7	767.0
m_3	1267.0	1265.5	1261.2
T_o	503.2	496.8	494.2
	2.495	2.543	2.547
$\rho_{t\ SSD}$	2491.6	2539.8	2544.3
M	548.0	561.3	79_60 / 72
m_4	1390.8	1411.1	
m_5	2970.0	2914.2	
$^{\rho}C_2HCL_3$	1.6196	1.6196	21,0 °C
G_a	842.8	849.8	
V_a	317.34	319.13	2.528
V (cm^3)	1292.4	1247.2	
	2.656	2.663	2.659
ρ_{mv}	2.656	2.663	2.659
	4.9		2525.3
V_m (v/v%)	5.0		

33. TÁBLÁZAT- TESTSŰRŰSÉGBEN ELŐIDÉZETT VÁLTOZÁS

12.4.1.2 Hézagmentes testsűrűség változása esetében

Ebben az esetben csak a tetraklórral felöntött piknométer és a vízfürdő után végzett tömeg meghatározása során vettem figyelembe változást. Itt + 10 grammos hibát okoztam, így az egyik piknométeres vizsgálat eredménye 1292,4-re, s a 2 mérési eredmény átlaga pedig 2,649-re, az eredeti 2,659-hez képest. Hézagtartalom esetében ez a változás / hiba -0,3%-ot jelentett.

	1.	2	3.
m_1	1255.3	1263.3	1258.9
m_2	763.8	768.7	767.0
m_3	1257.0	1265.5	1261.2
T_o	493.2	496.8	494.2
	2.545	2.543	2.547
$\rho_{t\ SSD}$	2542.2	2539.8	2544.3
M	548.0	561.3	79_60 / 72
m_4	1400.8	1411.1	
m_5	2970.0	2914.2	
$\rho_{C_2HCL_3}$	1.6196	1.6196	21,0 °C
G_a	852.8	849.8	
V_a	323.52	319.13	2.545
V (cm^3)	1292.4	1247.2	
	2.636	2.663	2.649
ρ_{mv}	2.636	2.663	2.649
	3.9		2542.1
V_m (v/v%)	4.1		

34. TÁBLÁZAT-HÉZAGMENTES TESTSŰRŰSÉGBEN OKOZOTT VÁLTOZÁS

Második lépésként a hézagmentes testsűrűség meghatározásához szükséges vizsgálat utolsó tömeg mérésénél történt egy +10 grammos változás. Az adott eredmény 1292,4-re, a 2 átlaga viszont 2,545-re változott. Hézagtartalom esetében ez a csekély eltérés majdnem egy teljes százaléknyi változást eredményezett a vizsgálati eredményben.

	1.	2	3.
m_1	1255.3	1263.3	1258.9
m_2	763.8	768.7	767.0
m_3	1257.0	1265.5	1261.2
T_o	493.2	496.8	494.2
	2.545	2.543	2.547
$\rho_{t\ SSD}$	2542.2	2539.8	2544.3
M	548.0	561.3	79,60 / 72
m_4	1390.8	1411.1	
m_5	2980.0	2914.2	
$^{\rho}C_2HCL_3$	1.6196	1.6196	21,0 °C
G_a	842.8	849.8	
V_a	311.17	319.13	2.545
V (cm^3)	1292.4	1247.2	
	2.708	2.663	2.686
ρ_{mv}	2.708	2.663	2.686
	5.2		2542.1
V_m (v/v%)	5.3		

35. TÁBLÁZAT- HÉZAGMENTES TESTSŰRŰSÉGBEN OKOZOTT HIBA

Összességében ki lehet jelenteni a fenti vizsgálatok alapján, hogy az AC-32 (mF)-es aszfaltkeverék esetében, a legnagyobb változást a hézagmentes testsűrűség m_5-ös tömegének változása során tapasztaltam, vagyis ez az érték van a legnagyobb hatással erre a tulajdonságra. Tehát ha nem megfelelően keverjük ki a levegőt a piknométerből, vagy vizes eljárás esetén nem megfelelően vákuumozzuk, akkor a szükséges oldószer mennyisége változik a bennrekedt levegőbuborék mértékével (térfogatával). A másik eltérés a piknométer feltöltésekor fordul elő, ha nem pontosan jelig van töltve. Mindkét esetben ez azért fontos, mert a vegyszer sűrűsége 1,45- 1,46 g/cm^3, tehát minden egyes „hibás" cm^3 hozzávetőlegesen 1,5 g-ot jelent, így hatványozottan jelenik meg a mérési pontatlanság.

12.4.2 SMA 11 (mf) 25/55-65

SMA 11 (mF)-es aszfalt esetében ugyanazokat a változásokat idéztem elő, hogy meg tudjam kapni a vizsgálataim végén a 2 keverék közül melyik az érzékenyebb.

	1.	2	3.
m_1	1251.8	1260.0	1254.6
m_2	742.9	751.0	743.7
m_3	1250.9	1261.8	1253.1
T_o	508.0	510.8	509.4
	2.464	2.467	2.463
$\rho_{t\,SSD}$	2461.2	2463.8	2459.9
M	548.8	684.4	51 / 75,88
m_4	1344.4	1360.5	
m_5	2883.2	3017.8	
$\rho_{C_2HCL_3}$	1.6236	1.6236	17,7 °C
G_a	795.6	676.1	
V_a	309.83	263.94	2.465
V (cm^3)	1257.6	1284.7	
	2.568	2.562	2.565
ρ_{mv}	2.568	2.562	2.565
	3.9		2461.6
V_m (v/v%)	4.0		

36. TÁBLÁZAT- SMA11 (MF) EREDETI HÉZAGTARTALMA

12.4.2.1 Testsűrűség esetében

Az M_1- tömeg (Marshall próbatestek) mérésekor a 12.4.1.1-eshez hasonlóan itt is + 10 grammos eltéréssel vizsgáltam meg az okozott változásokat. Az átlag testsűrűség a számolás során 2,471-re változott, s a hézagtartalom így 3,8 v/v% lett. Ennél az esetnél túl nagy változást nem tapasztaltam.

	1.	2	3.
m_1	1261.8	1260.0	1254.6
m_2	742.9	751.0	743.7
m_3	1250.9	1261.8	1253.1
T_o	508.0	510.8	509.4
	2.484	2.467	2.463
$\rho_{t\ SSD}$	2480.9	2463.8	2459.9
M	548.8	684.4	75/68 / 51
m_4	1344.4	1360.5	
m_5	2883.2	3017.8	
$\rho_{C_2HCL_3}$	1.6236	1.6236	17,7 °C
G_a	795.6	676.1	
V_a	309.83	263.94	2.471
V (cm^3)	1257.6	1284.7	
	2.568	2.562	2.565
ρ_{mv}	2.568	2.562	2.565
	3.6		2468.2
V_m (v/v%)	3.8		

37. TÁBLÁZAT- TESTSŰRŰSÉG M1-ES ÉRTÉKÉNEK VÁLTOZÁSA

Második lépésként a víz alatti, m_2-es tömeg ugyancsak + 7 grammos eltérése által keletkező változásokat vizsgáltam. Ennek hatására a keverék testsűrűsége 2,465 kg/m^3-ről 2,476 kg/m^3-re változott, ami a hézagtartalom értékében 0,4 –es változást eredményezett.

	1.	2	3.
m_1	1251.8	1260.0	1254.6
m_2	749.9	751.0	743.7
m_3	1250.9	1261.8	1253.1
T_o	501.0	510.8	509.4
	2.499	2.467	2.463
$\rho_{t\ SSD}$	2495.6	2463.8	2459.9
M	548.8	684.4	75/28 / 51
m_4	1344.4	1360.5	
m_5	2883.2	3017.8	
$\rho_{C_2HCL_3}$	1.6236	1.6236	17,7 °C
G_a	795.6	676.1	
V_a	309.83	263.94	2.476
V (cm^3)	1257.6	1284.7	
	2.568	2.562	2.565
ρ_{mv}	2.568	2.562	2.565
	3.5		2473.1
V_m (v/v%)	3.6		

38. TÁBLÁZAT- TESTSŰRŰSÉG M2-ES ÉRTÉKÉNEK VÁLTOZÁSA

Harmadik lépésként az m_3-as értéket (vízzel telített próbatestek levegőn való visszamérése) változtattam meg az előbbiek szerint. A testsűrűség értéke ebben az esetben 2,449 kg/m^3 lett, s a hézagtartalom 4,0-ről 4,6-ra változott. Itt értük el a legnagyobb változást, a 4,6% hézagtartalom SMA 11 esetében már nem megengedett.

	1.	2	3.
m_1	1251.8	1260.0	1254.6
m_2	742.9	751.0	743.7
m_3	1260.9	1261.8	1253.1
T_o	518.0	510.8	509.4
	2.417	2.467	2.463
$\rho_{t\ SSD}$	2413.7	2463.8	2459.9
M	548.8	684.4	51 / 75/68
m_4	1344.4	1360.5	
m_5	2883.2	3017.8	
$\rho_{C_2HCL_3}$	1.6236	1.6236	17,7 °C
G_a	795.6	676.1	
V_a	309.83	263.94	2.449
V (cm^3)	1257.6	1284.7	
	2.568	2.562	2.565
ρ_{mv}	2.568	2.562	2.565
	4.5		2445.8
V_m (v/v%)	4.6		

39. TÁBLÁZAT- TESTSŰRŰSÉG M3-AS ÉRTÉKÉNEK VÁLTOZÁSA

AC- 32 (mF)-es és SMA 11 (mF)-es keverék esetében is ennek a 3 értéknek a változtatásakor hasonló eltéréssel változott meg az egyes keverékek hézagtartalma.

12.4.2.2 Hézagmentes testsűrűség esetében

Elsőnek az AC-32 (mF)-es keverékhez hasonlóan itt is az m_4-es tömeg változtatásával kezdtem + 10 grammos eltéréssel. Az így keletkező vizsgálati eredményekből a hézagmentes testsűrűség méréseinek átlag értéke 2,555-re változott 2,565-ről. A hézagmentes testsűrűség tekintetében ez 0,3-as változást eredményezett, vagyis 4,0-ről 3,7-re csökkent.

	1.	2	3.
m_1	1251.8	1260.0	1254.6
m_2	742.9	751.0	743.7
m_3	1250.9	1261.8	1253.1
T_o	508.0	510.8	509.4
	2.464	2.467	2.463
$\rho_{t\ SSD}$	2461.2	2463.8	2459.9
M	548.8	684.4	75/68 51
m_4	1354.4	1360.5	
m_5	2883.2	3017.8	
$\rho_{C_2HCL_3}$	1.6236	1.6236	17,7 °C
G_a	805.6	676.1	
V_a	315.99	263.94	2.465
V (cm^3)	1257.6	1284.7	
	2.549	2.562	2.555
ρ_{mv}	2.549	2.562	2.555
	3.6		2461.6
V_m (v/v%)	3.7		

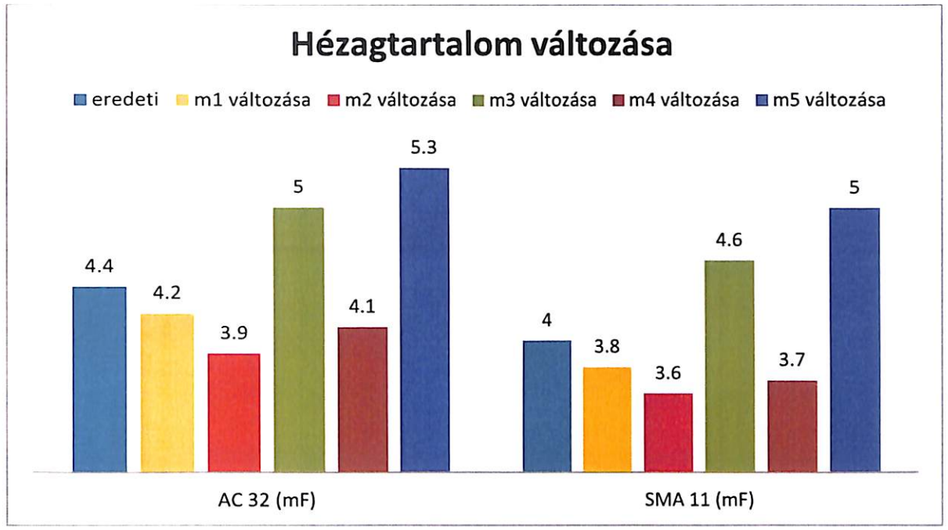
40. TÁBLÁZAT- HÉZAGMENTES TESTSŰRŰSÉG M4-ES ÉRTÉKÉNEK VÁLTOZTATÁSA

Másodikként az m_5-ös értéket változtattam meg +10-el. A hézagmentest testsűrűség ezzel a változtatással 2,591-re változott, s így 5,0 v/v% lett.

	1.	2	3.
m_1	1251.8	1260.0	1254.6
m_2	742.9	751.0	743.7
m_3	1250.9	1261.8	1253.1
T_o	508.0	510.8	509.4
	2.464	2.467	2.463
$\rho_{t\ SSD}$	2461.2	2463.8	2459.9
M	548.8	684.4	75/88 / 51
m_4	1344.4	1360.5	
m_5	2893.2	3017.8	
$\rho_{C_2HCL_3}$	1.6236	1.6236	17,7 °C
G_a	795.6	676.1	
V_a	303.67	263.94	2.465
V (cm^3)	1257.6	1284.7	
	2.620	2.562	2.591
ρ_{mv}	2.620	2.562	2.591
	4.9		2461.6
V_m (v/v%)	5.0		

41. TÁBLÁZAT- HÉZAGMENTES TESTSŰRŰSÉG M5-ÖS ÉRTÉKÉNEK VÁLTOZÁSA

A hézagtartalom meghatározásának vizsgálata során okozott változásokból megfigyelhető tehát, hogy mind az AC-32 (mF) és SMA-11 (mF) aszfaltkeverékek esetében ugyanakkora változtatások hatására közel ugyanakkora mértékű változások mutatkoztak meg hézagtartalom esetében, viszont az SMA 11 tekintetében 4,5% feletti hézagtartalom már nem felel meg.



27. ÁBRA

A lenti, 28-31. ábrán lévő vizsgálati lapok és jegyzőkönyvek az elvégzett vizsgálatok egyike. Szemléltetésképpen raktam bele szakdolgozatomba, hogy meg tudjam mutatni a valóságban hogyan is néznek ki.

A végzett vizsgálatok értékeit a vizsgálati lapokra írjuk. Jól látható, hogy nem minden adat van bele írva a táblázatokba. Ennek az oka az, hogy a hiányzó adatokat a gép írja be. Ugyanis következő lépésként ezeket az eredményeket fel kell vinni a gépre, hogy megkaphassuk a vizsgálati jegyzőkönyveket, melyek az aszfaltkeverék tulajdonságainak értékeit tartalmazza.

28. ÁBRA- AC32 (MF) KEVERÉK VIZSGÁLATI LAPJA

NAT VIZSGÁLÓ NAT-1-1495/2015

Innovia Minőségellenőrzési Technológiai és Innovációs Kft. Laboratóriuma
2541 Lábatlan, Dunapart hrsz1605/2
LÜ7531 - Minőségi jellemzők vizsgálata - Vizsgálati lap
MSZ EN 12697-1 :2 :5, :6, :8 :9 :28 5.5 pont :30
II. sz. mobilegység Aszfaltlaboratórium-Pétfürdő

INNOVIA Kft.

Dátum		Sorszám		Mintavétel módja módja: Omlesztett / Furt mintából		Furt minta száma	
Minta megnevezése	AC 32 alap (mF) 25/55-65	Szitaméret (mm)	Szemeloszlás meghatározás MSZ EN 12697-2 2002+A1 2008 (visszavont szabvány)				
Bitumentartalom meghatározás MSZ EN 12697-1 2012			átesett (g)	átesett (%)	∑ (%)	átesett (g)	átesett (%)
Persely tömege (g)		0.063					
Visszamért persely (g)		0.125					
Filler tömege (g)		0.25					
Bemért aszfalt (g)		1.0					
Szitasorozat tömege (g)		2.0					
Visszamért szitasor (g)		4.0					
kőváz (g)		5.6					
bitumen (g)		8.0					
bitumentartalom (%)		11.2					
Átlag		16.0					
		22.4					
Megjegyzések: MSZ 12697-1:2012 8.1.pont		31.5					
		45.0					
"r" ismételhetőség = 0,3%	3.94 / 4.54	összesen					
"R"reprodukálhatóság=0,5%	4.74 / 3.74						
Megjegyzések:							

Szemeloszlás meghatározás MSZ EN 12697-2 2002+A1 2008 (visszavont szabvány)				
∑ (%)	átlag	szórás (σ_r)		

Precizitás: Ismételhetőség: r= (σ_r*2,77) =1,0%,
Reprodukálhatóság:R=(σ_R*2,77) = 1,7%

Ismételhetőség (r): MSZ EN 12697-2:2002+A1:2008

0.063	0.125	0.25	1.0	2.0	4.0	5.6	8.0	11.2	16.0	22.4	31.5	45.0

Marshall vizsgálatok: MSZ EN 12697-30:2004, MSZ 12697-5:2010 A módszer, MSZ 12697-6:2003+A1:2008 B eljárás, MSZ EN 12697-8:2004+A1:2008, MSZ EN 12697-9:2003 6.1.1

	1	2	3
m_1			
m_2			
m_3			
T_0			
$\rho_{h\,SSD}$			
M	48		
m_4			
m_5			
$^{\circ}C_2HCL_3$			
G_a			
V_a			
V (cm^3)			
ρ_{mv}			
V_{fb} (v/v%)			

Ütésszám	Tömörítési hőm.
2x50	150°C(B50/70)

Ismételhetőség (r) $\rho_{h\,SSD}$
σ_r= 6+0,01*A (kg/cm3) 6.9
r=2,77*σ_r = 17+0,3*A 43.1

Reprodukálhatóság (R):$\rho_{h\,SSD}$
σ_R= 8+0,2*A kg/cm3 25.4
R=2,77*σ_r = 22+(0,6*A) 74.2

Ismételhetőség r, V_m
σ_r= 0,4 v/v %
r = 2,77*σ_r = 1,1 v/v%

Reprodukálhatóság (R): Vm
σ_r= 0,8 v/v %
r = 2,77*σ_r = 2,2 v/v%

Reprodukálhatóság (R): ρ_{mv}
σ_R= 0,015 Mg/cm3
R=2,77*σ_r = 0,042

Ismételhetőség (r): ρ_{mv}
σ_r= 0,007 Mg/cm3
r=2,77*σ_r = 0,019

Vizsgálatokat végezte (név, beosztás): laboráns
Ellenőrizte és a műszaki tartalomért felelős: laborvezető/fh.
Kelt:Pétfürdő,

Méréshez használt eszközök: Infratest döngölő 2041305 kal. 2016.11.23. 0-300 hőmérő 22/13.07, 0-50 hőmérő 70/14, 10 élettartamig, Mérleg 032800066 hit. 2017.11.17. Szárítósz. 05-0099 ell. 2016.12.16. Vízfürdő 1705.0104 ell. 2017.05.04. Szitasor 2016.10.28

Vállalatunk az MSZ EN ISO 9001:2009 (ISO 9001:2008) szerint tanúsított minőségirányítási rendszerrel valamint az MSZ EN ISO 14001:1997(ISO 14001:2005) szerint tanúsított környezetközpontú irányítási rendszerrel rendelkezik. A Komárom-Esztergom Megyei Bíróság mint cégbíróság által a 11-09-0011058 számu cégjegyzékbe bejegyezve

A vizsgálati eredmények csak a megvizsgált egyedekre vonatkoznak. A vizsgálati lap a laboratórium engedélye nélkül csak teljes terjedelemben másolható!

Innovia Minőségellenőrzési Technológiai és Innovációs Kft. Laboratóriuma
2541 Lábatlan, Dunapart hrsz1605/2.
II. sz. mobilegység Aszfaltlaboratórium-Pétfürdő

NAT VIZSGÁLÓ NAT-1-1495/2015

INNOVIA Kft.

LÜ7550 - Összevont vizsgálati jegyzőkönyv aszfaltkeverék vizsgálatokról

MSZ EN 12697-1; -2; -5; -6; -8;-9 ; -28 5.5.pont; -30

Megrendelő neve:	DOMASZ Kft.	Vizsg. naplószám:	Szakdogához
Megrendelő címe	2541 Lábatlan, Dunapart 1605/2. Hrsz.	Oldalszám:	1/1 oldal
Kivitelező:	DOMASZ Kft.	Vizsgálat ideje:	2017.10.13
Minta megnevezése:	**AC 32 alap (mF) 25/55-65**	Típusvizsg. száma:	D015/2017
Mintavétel helye:	Aszfaltkeverő üzem (AMMANN 240)	Beépítés helye:	8.sz. főút Várpalota elkerülő
Mintavétel módja:	MSZ EN 12697-27		
Mintavétel ideje:	2017.10.13		

Vizsgálati eredmények

Próbatest:

MSZ EN 12697-6:2012 — Testsűrűség: $\rho_{t\,SSD}$: **2542.1** kg/m^3

MSZ EN 12697-8:2003 — Hézagtartalom: V_m : **4.4** v/v %

Extrakciós vizsgálat eredményei:

MSZ EN 12697-1:2012

Kötőanyagtartalom (S): (m/m %) : **4.24**

MSZ EN 12697-2:2002+A1:2008 (visszavont szabvány):

Finomrésztartalom: (m/m %) : **7.0**

0,125 mm-es szitán átesett (m/m %) : **8**

2,0 mm-es szitán átesett (m/m %) : **25**

D szitán átesett (m/m %) : **100.0**

szitaméret mm	Σ átesett %
0.063	7.0
0.125	8
0.250	10
1.0	16
2.0	25
4.0	38
5.6	44
8.00	51
11.2	62
16.0	73
22.4	87
31.5	100
43.0	100

MSZ EN 12697-5:2010 "A" módszer — Hézagmentes testsűrűség, ρ_{mv} : **2.659** Mg/m^3

Méréssel kapcsolatos megjegyzések:

A megrendelő által kért szabványok szerint vizsgálva.
A mérések bizonytalansága a vonatkozó szabványoknak megfelel, a vizsgálati lapon feltüntetve.
A laboratórium a megrendelő kívánságára a részletes mérési eredményeket a rendelkezésére bocsátja.

Vizsgálatokhoz használt eszközök, berendezések:		Szitasor II./A:	2018.11.09
Mérleg 032800066, hitelesítés lejár:	2017.11.17	KD 200 szárítósz. 05-0099 ell.lejár:	2017.12.18.
Infratest döngölő 2041305 kal.lejár:	2017.11.17	Hőmérő 0-50°C	70/14 10 élettartam
Vízfürdő 1704 0030 ell. lejár:	2019.05.04	Hőmérő 0-300°C	22/13 07 élettartam

Kelt: Pétfürdő, 2017.10.13

Vizsgálatot végző személy(ek) (név, beosztás): Márton Brigitta — laboráns

Ellenőrizte, és műszaki tartalomért felelős (név, beosztás): Tóth Szilvia — laborvezető

Vállalatunk az MSZ EN ISO 9001:2009 (ISO 9001:2009) szerint tanúsított minőségirányítási rendszerrel,valamint az MSZ EN ISO 14001:1997(ISO 14001:2005) szerint tanúsított környezetközpontú irányítási redszerrel rendelkezik. A Komárom-Esztergom Megyei Bíróság,mint cégbíróság által a 11-09-0011058 számú cégjegyzékbe bejegyezve.

A vizsgálati jegyzőkönyvben szereplő vizsgálati eredmények csak a megvizsgált egyedekre vonatkoznak!
Ezen vizsgálati jegyzőkönyvet a vizsgáló laboratórium írásbeli engedélye nélkül csak teljes terjedelemben lehet másolni!

12. kiadás 2015. 04. 10.

29. ÁBRA-AC32 (MF) VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV

Innovia Minőségellenőrzési Technológiai és Innovációs Kft. Laboratóriuma
2541 Lábatlan, Dunapart hrsz1605/2

NAT VIZSGÁLÓ NAT-1-1495/2015

INNOVIA Kft.

LÜ7531 - Minőségi jellemzők vizsgálata - Vizsgálati lap

MSZ EN 12697-1, -2, -5, -6, -8, -9, -28 5.5.pont, -30

II. sz. mobilegység Aszfaltlaboratórium-Pétfürdő

Dátum: 2017.11.03 | Sorszám: ~~I/A-1021/2017~~ | Mintavétel módja: Ömlesztett / Fúrt mintából | Fúrt minta száma:

Minta megnevezése: SMA11 kopó (mF) 25/55-65

Bitumentartalom meghatározás MSZ EN 12697-1:2012

Persely tömege (g)	3045	3047
Visszamért persely (g)	4198	4202
Filler tömege (g)		
Bemért aszfalt (g)	1148,9	1148,5
Szitasorozat tömege (g)	4644,4	4647,3
Visszamért szitasor (g)	4638,8	4643,2
kőváz (g)		
bitumen (g)		
bitumentartalom (%)		
Átlag		

Megjegyzések: MSZ 12697-1:2012 8.1.pont

"r" ismételhetőség = 0,3%	6.04
	6.64
"R"reprodukálhatóság=0,5%	6.84
	5.84

Megjegyzések:

Szemeloszlás meghatározás MSZ EN 12697-2:2002+A1:2008 (visszavont szabvány)

Szitaméret (mm)	átesett (g)	átesett (%)	Σ (%)	átesett (g)	átesett (%)	Σ (%)	átlag	szórás (σr)
0.063								
0.125	74,9			89,6				
0.25	164,1			414,2				
1.0	693,3			693,3				
2.0	1042,2			1049,4				
4.0	1633,3			1638,1				
5.6	1968,8			1974,5				
8.0	2224,1			2231,6				
11.2	2609,3			2615,5				
16.0	3381,1			3388,9				
22.4	—			—				
31.5								
45.0								
összesen								

Precizitás: Ismételhetőség: r= (σr*2,77) =1,0%,
Reprodukálhatóság:R=(σR*2,77) = 1,7%

Ismételhetőség (r): MSZ EN 12697-2:2002+A1:2008

0.063	0.125	0.25	1.0	2.0	4.0	5.6	8.0	11.2	16.0	22.4	31.5	45.0

Marshall vizsgálatok: MSZ EN 12697-30:2004, MSZ 12697-5:2010 A módszer, MSZ 12697-6:2003+A1:2008 B eljárás, MSZ EN 12697-8:2004+A1:2008, MSZ EN 12697-9:2003 6.1.1

Ütésszám: 2x50 | Tömörítési hőm: 150°C(B50/70)

	1	2	3
m_1	1253,5	1256,0	1254,6
m_2	1142,9	1151,1	1147,7
m_3	725,9	726,8	725,1
T_o			
$\rho_{f\,SSD}$			
M	2148,8	2154,4	2151,1
m_4	1344,4	1349,5	
m_5	2585,2	2591,8	
$^oC_2HCL_3$	1625,6	1629,6	
G_a			
V_a			
V (cm^3)	1254,6	1256,7	
ρ_{mv}			
V_m (v/v%)			

Ismételhetőség (r):$\rho_{f\,SSD}$
σr= 6+0,01*A (kg/cm3) 7.0
r=2,77*σr = 17+0,3*A 47.0

Reprodukálhatóság (R):$\rho_{f\,SSD}$
σR= 8+0,2*A kg/cm3 28.0
R=2,77*σ$_i$ = 22+(0,6*A) 82.0

Ismételhetőség r, V_m
σr= 0,4 v/v %,
r = 2,77*σr = 1,1 v/v%

Reprodukálhatóság (R): Vm
σr= 0,8 v/v %,
r = 2,77*σr = 2,2 v/v%

Reprodukálhatóság (R): ρ_{mv}
σR= 0,015 Mg/cm3
R=2,77*σ$_i$ = 0,042

Ismételhetőség (r): ρ_{mv}
σr= 0,007 Mg/cm3
r=2,77*σ$_i$ = 0,019

Vizsgálatokat végezte (név, beosztás): laboráns:
Ellenőrizte és a műszaki tartalomért felelős: laborvezető/h
Kelt Pétfürdő,

Méréshez használt eszközök: Infratest döngölő 2041305 kal. 2016.11.23
0-300 hőmérő 22/13.07, 0-50 hőmérő 70/14, 10 élettartamig, Mérleg 032800066 hit. 2017.11.17, Szárítósz. 05-0099 ell. 2016.12.18, Vízfürdő 1705.0104 ell. 2017.05.04., Sztatasor 2016.10.28

Vállalatunk az MSZ EN ISO 9001:2009 (ISO 9001:2009) szerint tanúsított minőségirányítási rendszerrel valamint az MSZ EN ISO 14001:1997(ISO 14001:2005) szerint tanúsított környezetközpontú irányítási rendszerrel rendelkezik. A Komárom-Esztergom Megyei Bíróság mint cégbíróság által a 11-09-0011058 számú cégjegyzékbe bejegyezve.

A vizsgálati eredmények csak a megvizsgált egyedekre vonatkoznak. A vizsgálati lap a laboratórium engedélye nélkül csak teljes terjedelemben másolható!

2015.04.10.

30. ÁBRA- SMA 11 (MF) VIZSGÁLATI LAP

Innovia Minőségellenőrzési Technológiai és Innovációs Kft. Laboratóriuma
2541 Lábatlan, Dunapart hrsz1605/2.
II. sz. mobilegység Aszfaltlaboratórium-Pétfürdő

NAT VIZSGÁLÓ NAT-1-1495/2015

INNOVIA Kft.

LÜ7550 - Összevont vizsgálati jegyzőkönyv aszfaltkeverék vizsgálatokról

MSZ EN 12697-1; -2; -5; -6; -8;-9 ; -28 5.5.pont; -30

Megrendelő neve:	DOMASZ Kft.	Vizsg. naplószám:	SZAKDOGÁHOZ
Megrendelő címe	2541 Lábatlan, Dunapart 1605/2. Hrsz.	Oldalszám:	1/1 oldal
Kivitelező:	DOMASZ Kft.	Vizsgálat ideje:	2017.11.03
Minta megnevezése:	**SMA11 kopó (mF) 25/55-65**	Típusvizsg. száma:	D014/2016
Mintavétel helye:	**Pétfürdő keverőüzem AMMANN 240**	Beépítés helye:	
Mintavétel módja:	MSZ EN 12697-27		
Mintavétel ideje:	2017.11.03		

Vizsgálati eredmények

Próbatest:

MSZ EN 12697-6:2012 — Testsűrűség: ρ_{SSD} **2461.6** kg/m^3

MSZ EN 12697-8:2003 — Hézagtartalom: V_m : **4.0** v/v %

Extrakciós vizsgálat eredményei:

MSZ EN 12697-1:2012

Kötőanyagtartalom (S): (m/m %) : **6.34**

MSZ EN 12697-2:2002+A1:2008 (visszavont szabvány):

Finomrésztartalom: (m/m %) : **7.8**

0,125 mm-es szitán átesett (m/m %) : **9**

2,0 mm-es szitán átesett (m/m %) : **23**

D szitán átesett (m/m %) : **96.5**

szitaméret mm	Σ átesett %
0.063	7.8
0.125	9
0.250	10
1.0	16
2.0	23
4.0	31
5.6	38
8.00	58
11.2	97
16.0	100
22.4	100
31.5	100
43.0	100

MSZ EN 12697-5:2010 "A" módszer — Hézagmentes testsűrűség, ρ_{mv} : **2.565** Mg/m^3

Méréssel kapcsolatos megjegyzések:

Rápolthy Péter kérése.

A megrendelő által kért szabványok szerint vizsgálva.
A mérések bizonytalansága a vonatkozó szabványoknak megfelel, a vizsgálati lapon feltüntetve.
A laboratórium a megrendelő kívánságára a részletes mérési eredményeket a rendelkezésére bocsátja.

Vizsgálatokhoz használt eszközök, berendezések:			
Mérleg 032800066, hitelesítés lejár:	2017.11.17	Szitasor II./A:	2018.11.09
Infratest döngölő 2041305 kal.lejár:	2017.11.17	KD 200 szárítósz. 05-0099 ell.lejár:	2017.12.18.
Vízfürdő 1704 0030 ell. lejár:	2019.05.04	Hőmérő 0-50°C	70/14 10 élettartam
		Hőmérő 0-300°C	22/13 07 élettartam

Kelt: Pétfürdő, 2017.11.03

Vizsgálatot végző személy(ek) (név, beosztás): Márton Brigitta — laboráns

Ellenőrizte, és műszaki tartalomért felelős (név, beosztás): Tóth Szilvia — laborvezető

Vállalatunk az MSZ EN ISO 9001:2009 (ISO 9001:2009) szerint tanúsított minőségirányítási rendszerrel,valamint az MSZ EN ISO 14001:1997(ISO 14001:2005) szerint tanusított környezetközpontú irányítási redszerrel rendelkezik. A Komárom-Esztergom Megyei Bíróság,mint cégbíróság által a 11-09-0011058 számú cégjegyzékbe bejegyezve.

A vizsgálati jegyzőkönyvben szereplő vizsgálati eredmények csak a megvizsgált egyedekre vonatkoznak!
Ezen vizsgálati jegyzőkönyvet a vizsgáló laboratórium írásbeli engedélye nélkül csak teljes terjedelemben lehet másolni!

12 kiadás — 2015. 04. 10.

31. ÁBRA- SMA 11 (MF) VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV

13. Nem megfelelő aszfalt jelei vizsgálati eredmény nélkül

Útépítésnél a labor végzi a minőség ellenőrzési feladatokat, így ha nem jó egy keverék, amely beépül az utunkba, azt egyből észreveszi, s megteszi a szükséges lépéseket. A rossz keverékeket mérések, vizsgálatok eredményei során tudjuk kiszűrni. Ám előfordulhat olyan eset is, amikor elhagyja az aszfalt a keverőtelep területét, s a bedolgozók veszik észre, hogy nem megfelelő a keverék, még a vizsgálati eredmények kézhezvétele előtt. Ekkor egy technológusnak ugyanúgy meg kell tudni oldania a problémát, mintha már a kezében tartaná a vizsgálatok eredményeit.

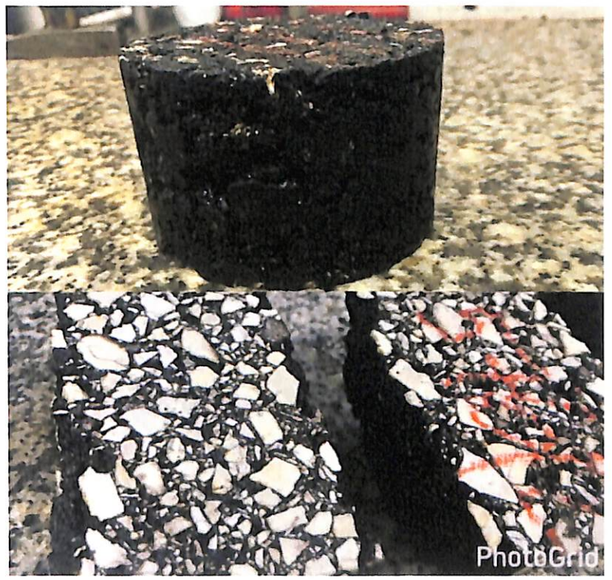
Vizsgálati eredmény nélkül egy technológusnak ki kell mennie a keverőhöz, s szemrevételezéssel kell megvizsgálnia a kérdéses aszfaltkeveréket. Szemmel is több dolgot meglehet állapítani. Pl.: ha nagyon csillog, akkor túl sok bitumen van a keverékünkben, vagy kevés a finomszemtartalom, de onnan is lehet tudni, ha a bedolgozók jelzik a labor számára, hogy nem tud rámenni a henger, mert belesüllyed. Nem csak a bitumentartalmat, hanem azt is meglehet állapítani, ha nem a megfelelő frakciójú szemcsék kerültek bele a keverékünkbe, hiszen esetleg túl sok nagy szemnagyságú kőzetet látunk benne, vagy éppen túl keveset.

SMA esetében vizsgálatok által nem tudjuk kimutatni, ha túl kevés cellulóz kerül a keverékünkbe, így ennek a meghatározását csak érzékszervi úton, szemrevételezéssel tudjuk elvégezni. Ha a doboz aljába, amibe a mintát vettük lefolyik a bitumen, akkor lehetséges, hogy túl alacsony a keverék cellulóz tartalma, s nem képes magába szívni az aszfaltban lévő bitumen többletet. Ilyen esetben emelni kell a cellulóz adagolásán.

32. ÁBRA-BITUMENFOLTOS FÚRT MINTÁK KOPÓRÉTEGE (SMA 11MF)

Fúrt minták, s Marshall próbatestek esetében is lehet első ránézésre következtetéseket levonni. Ugyanis magas hézagtartalom esetében mind a fúrtminta és a Marshall vizsgálat során készült aszfalt pogácsák esetében is már az oldalán fellelhetők nagyobb lyukacskák. Ugyanezen vizsgálatok során a nem megfelelő szemcsetartalom is kiütközhet. Ám nem csak az oldalán lévő lyukak árulkodhatnak nem megfelelőségükről, hanem fúrt minták esetében az egyes rétegek kettévágása során is szembetűnő réseket/ lyukakat vehetünk észre.

Az alábbi, 33. ábrán felül egy oldalán nagy lyukakkal rendelkező Marshall pogácsa látható, míg alul egy fúrt minta kettévágva, amely esetében már szemmel is jól érzékelhetően látszik, hogy a bedolgozás során nem sikerült elérni az aszfalt megfelelő tömörségét. A 33. ábrán látható fúrt minta egy kézzel bedolgozott aszfaltréteg eredménye.



33. ÁBRA-NAGY HÉZAGTARTAMÚ MINTÁK

14. Összefoglalás

Szakdolgozatom fő célja, hogy bemutassam milyen fontos, érdekes építőanyag az aszfalt és emellett milyen sok tulajdonsággal bír. Ahhoz, hogy ezt meg tudjam mutatni, a munkahelyemen lévő aszfaltlaborban végeztem különböző vizsgálatokat. Egy laborban a friss, meleg aszfaltkeverékeken kívül, a már beépített aszfaltok megfelelőségével is foglalkoznak. Én a friss aszfaltkeverékek vizsgálatait végeztem el.

Különböző aszfaltokat volt lehetőségem megismerni. Alaprétegként beépülő AC 32 alap (F), AC 32 (mF), kötőrétegként AC 22 kötő (F), AC 22 kötő (mF) és kopórétegként AC 11 kopó (F) valamint SMA 11 kopó (mF) aszfaltkeverékeket vizsgálhattam. Dolgozatom írásának kezdetekor már tudtam, hogy az aszfaltok vizsgálatairól szeretnék írni, ezért úgy gondoltam az alábbi keverékek közül kiválasztok mind a 3 szemcsenagyságúból 1-et, valamint egy normál F-es és egy mF-es bitumennel készült keveréket. Külső konzulensemtől megtudtam, hogy egy-egy keverék vizsgálata során nem mutatkozik meg különbség F és mF kötőanyag alkalmazása esetében, valamint a 3 különböző szemnagyságú aszfaltkeverék vizsgálatának sincsen értelme, mert a keverékek tervezésénél a 16 mm-es szemnagyság a vízválasztó, így az ez alatt és felett lévő keverékekre külön- külön előírás tartozik, így nem lenne értelme a többit megvizsgálni. SMA11mF –et viszont érdekes volt vizsgálni, ugyanis az extrahálás után megmutatkozott a kőváz mellett a cellulóz is.

Egy aszfalt sok tulajdonsággal bír, s számos vizsgálatot lehet vele végezni. Én is több féle vizsgálatot végeztem az egyes keverékekkel. A vizsgálatok végzése során észrevettem, hogy nagyon nagy szerepe van a precizitásnak, így szakdolgozatomban bemutattam, hogy egy látszólag semmiségnek tűnő 1-2 grammos pontatlanság/ eltérés mekkora változást eredményez. Pontatlanság nem csak mérésekből adódhat, hanem a nem megfelelően kivárt felmelegedési időből is, de a lassú munkavégzésből is. Ugyanakkor arra is rájöttem munkásságom alatt, hogy az aszfalt fizikai tulajdonságai szorosan összefüggnek, így ha az egyik eltér a szabványban előírtaktól, az más értékeire is kihatással lehet. Egyértelművé vált számomra, hogy a pontos és megfelelő vizsgálati eredmények kimutatásához egy precíz és gyors, munkájára igényes csapat szükséges, ugyanis sok mindenből adódhat hiba.

Szakdolgozatom írása és munkám végzése során megtudhattam, hogy mekkora fontossága van a labor életében a szabványoknak, hiszen mindent ez határoz meg, ír elő.

Megismerhettem, hogy egy új projekt esetében milyen nehézségekkel jár az új keverék megtervezése, s hogy milyen szabványok vonatkoznak rá. Érdekesnek tartottam, hogy indokolt esetben ellehet térni a szabványok fogságából, továbbá azt is, hogy milyen sokrétű tudással kell rendelkeznie egy technológusnak, hogy a munkáját jól tudja végezni.

Bár sokan nem tudják, de egy út megépítése során az egyik legnagyobb feladat az őt felügyelő labor kezében van, hiszen az ott zajlódó összes munkafolyamatot ellenőrzés alatt tartja, s ügyel rá, hogy minden az előírásoknak megfelelően történjen. Ezzel biztosítja az aszfaltanyagból építendő út megfelelő üzemelését, élettartamát.

Irodalomjegyzék

1. (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2017. 09 05, forrás: http://www.wrbailey.com/rockbinders/asphalt.html

2. Dr. Ambrus, K. (2012). Útpályaszerkezetek fejlődéstörténete. Magyarország.

3. Ferenczy, G. (1960). *Aszfaltburkolatok.* Budapest: Műszaki könyvkiadó.

4. Innotéka. (2015. október). *Innoteka*. Letöltés dátuma: 2017. november 28, forrás: http://www.innoteka.hu/cikk/habositott_bitumennel_gyartott_aszfaltok_a_colasnal.1262.html

5. MSZ EN 12697-36 Magyar Szabványügyi, T. (2003. október). Aszfaltkeverékek. Meleg aszfaltkeverék vizsgálati módszerei. *36. rész: Az aszfaltburkolat vastagságának meghatározása* .

6. MSZ EN 12697-2 Magyar Szabványügyi, T. (2003). Aszfaltkeverékek. Meleg aszfaltkeverék vizsgálati módszerei. *2. rész: A szemmegoszlás meghatározása* .

7. MSZ EN 12697-1 Magyar Szabványügyi, T. (2012). Aszfaltkeverékek. Melegaszfalt keverék vizsgálati módszerei. *1. rész: Oldhatókötőanyag tartalom* .

8. MSZ EN 12697-6 Magyar Szabványügyi, T. (2012). Azfaltkeverékek. Meleg aszfaltkeverék vizsgálati módszerei. *6. rész: Aszfalt próbatestek testsűrűségének meghatározása* .

9. MSZ EN 933-9 Magyar Szabványügyi, T. (2000. október). Kőanyaghalmazok geometriai tulajdonságainak vizsgálata. *9. rész: A finomszemtartakom meghatározása. Metilénkékmódszer.*

10. MSZ EN 1367-2 Magyar Szabványügyi, T. (2010). Kőanyaghalmazok termikus tulajdonságainak és időállóságának vizsgálati módszerei. *2. rész: Magnézium- szulfátos eljárás* .

11. MSZ EN 13036-1 Magyar Szabványügyi, T. (2003. február). Utak és repülőterek felületi jellemzői. Vizsgálati módszerek. *1. rész: A burkolatfelület makroérdességmélységének mérése térfogatmódszerrel* .

12. MSZ EN 12697-5 Magyar Szbványügyi, T. (dátum nélk.). Aszfaltkeverékek. Meleg aszfaltkeverék vizsgálati módszerei. *5. rész: A hézagmentes testsűrűség meghatározása* .

13. e- UT 06.03.13. Magyar Útügyi, T. (2005). Az aszfalt burkolatú útpályaszerkezetek méretezése és megerősítése.

14. e- UT 06.03.34. Magyar Útügyi, T. (2007). Kompozit burkolatú (merev) útpályaszerkezetek építése.

15. e- UT 06.03.21. Magyar Útügyi, T. (2010. február). Út- pályaszerkezeti aszfaltrétegek. *Építési feltételek és minőségi követelmények* .

16. e- UT 05.02.11. Magyar Útügyi, T. (2010. február). Útépítési aszfaltkeverékek. *Aszfaltbeton (AC)* .

17. e- UT 05.02.13. Magyar Útügyi, T. (2010. Február). Útépítési aszfaltkeverékek, Zúzalékvázas masztixaszfalt.

18. e- UT 05.01.22. Magyar Útügyi, T. (2007). Útépítési modifikált bitumenek. *Követelmények* .

19. e- UT 05.01.12. Magyar Útügyi, T. (2008). Útépítési zúzottkövek és zúzott kavicsok 1. rész. *Kőanyaghalmazok utak, repülőterek és más közforgalmi területek aszfaltkeverékeihez és felületi bevonataihoz* .

20. e- UT 06.03.52. Magyar Útügyi, T. (2007). Útpályaszerkezetek kötőanyag nélküli és hidraulikus kötőanyagú alaprétegei.

21. e- UT 05.01.13. Magyar Útügyi, T. (2008). Útügyi Műszaki Előírás. *Kőlisztek* .

22. Szilágyi, T. (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2017. 10 05, forrás: http://szaki.interpont.hu/ut%20konyv/(07%20aszfaltburkolat).pdf

23. Szilvási, M. (2013). *Georadar mérések közutak szerkezetének vizsgálatára.* Miskolc: Miskolci Egyetem.

24. *Tankönyvtár.* (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2017. 10 01, forrás: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0023_Utak/html/section-0153.scorml

25. *Tankönyvtár.* (dátum nélk.). Letöltés dátuma: 2017. október 29, forrás: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0023_Utak/html/section-0177.scorml

26. e- UT 09.02.22. Útügyi Műszaki, E. (2012). Hosszirányú pályaegyenetlenség mérése mozgóbázisú mérőkészülékekkel.

27. Zoltán, D. P. (2010. február). Változások az aszfaltok termékelőírásaiban. *Közlekedési szemle* .