

SZENT ISTVÁN EGYETEM YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI
KAR

SZAKDOLGOZAT

Az aszfaltgyártás minőségingadozásának hatása az aszfaltmechanikai paraméterekre

Konzulens:

Dr. Macsinka Klára

Egyetemi docens

Készítette:

Kővágó Ágnes

Építőmérnök szak

Infrastruktúra szakirány

2016

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	3
1.1 Szakdolgozat célja	3
2. Az aszfalt.....	5
2.1. Az aszfalt története	5
2.2. Aszfaltot felépítő anyagok.....	5
2.3. Az aszfaltkeverékek fajtái.....	7
2.4. Aszfaltkeverékek jelölései	8
2.5. Aszfaltgyártás	8
3. Aszfaltburkolatok igénybevételei	14
3.1. Forgalmi igénybevétel.....	14
3.2. Környezeti igénybevételek	16
3.2.1. Az aszfaltburkolatok nyári igénybevételei	16
3.2.2. Az aszfaltburkolatok téli igénybevételei, és tönkremeneteli módjai.....	17
3.2.3. Normál hőmérsékleti tartomány jellemző tönkremeneteli lehetőségei ...	17
4. Vizsgálatok.....	19
4.1. Próbatetek készítése.....	19
4.1.1. Marshall döngölés.....	19
4.1.2. Szegmens tömörítés.....	21
4.2. Hézagmentes testsűrűség vizsgálat	22
4.3. Szabad hézag meghatározás	24
4.4. Bitumentartalom meghatározása, szemeloszlás-vizsgálat.....	25
4.5. Merevség vizsgálat	26
4.6. Keréknyomképződés	28
4.7. Vízérzékenység vizsgálat	30
5. Vizsgálati eredmények.....	32
5.1. Hézagmentes testsűrűség meghatározás	32
5.2. Testsűrűség és szabad hézag meghatározás	33

5.3. Összetétel vizsgálat (oldható bitumentartalom, szemeloszlás)	35
5.4. Merevség vizsgálat	37
5.5. Keréknyom vizsgálat.....	38
5.6.Húzó-hasító vizsgálat.....	40
6. Összefoglalás	41
JEGYZŐKÖNYV MELLÉKLET	43
HIVATKOZÁSOK.....	70

1. Bevezetés

A jelenlegi közúti forgalom nagysága, és folyamatos növekedése megköveteli a megfelelő útburkolatok építését. A burkolatnak technológiailag és gazdaságilag is meg kell felelnie az elvárásoknak. Az útburkolatok építéséhez a két leggyakrabban felhasznált anyagok az aszfalt és a beton.

A két anyag közül az aszfaltkeverékeket alkalmazzák szélesebb körben a burkolatok építéséhez. Ez a hagyományos útépitési technológia igen közkedvelt, mivel beépítésük és karbantartásuk gyors és egyszerű. Az aszfalt bitumen kötőanyagú, természetes és mesterséges adalékanyagokat, kőzúzalékot, homokot, mészkölisztet tartalmazó építőanyag. Hazai országos közúthálózatunk 98%-a, önkormányzati útjain 75%-a aszfaltburkolattal rendelkezik.

1.1 Szakdolgozat célja

Az elkészített dolgozat célja annak vizsgálata, hogy az egyes aszfaltkeverékek - laboratóriumi vizsgálatok során meghatározott - mechanikai paraméterei milyen változásokat mutatnak a gyártás folyamán. Az aszfalt gyártásának (a gyártás menetét a 2.4. fejezetben részletesebben kifejtem) körülményeinek kontrolláltaknak kell lenniük, és különböző kritériumoknak kell megfelelniük. Ezeket a kritériumokat az Üzemi gyártásellenőrzés (MSZ EN 13108-21-2006) [1] című szabvány foglalja össze. Ez az európai szabvány előírja mind a minőség, mind az gyártás követelményeit. Tartalmazza az alapanyagok minőségi, szállítási-mozgatási, tárolási követelményeit, az elkészült aszfaltkeverék mintavételezési kötelezettségeit, vizsgálati gyakoriságát, a gyártási folyamat ellenőrzési kötelezettségeit.

Mindemellett az aszfalt termékként történő értékesítésének előfeltétele egy úgynevezett típusvizsgálat megléte. Minden aszfaltkeveréknek rendelkezni kell ilyen típusvizsgálattal. Ez a dokumentumnak tartalmaznia kell az összes információt, vizsgálati eredményt a keverékről. A típusvizsgálat tartalmát az 5. fejezetben részletesebben kifejtem.

Az aszfalt gyártás kétféle típusú kerevőgépen történhet. Az egyik a folyamatos üzemű, tehát folyamatosan keverő, a másik a szakaszos, sarzsos rendszerű keverőgép, ami egyszerre csak egy bizonyos mennyiségű aszfaltot gyárt le. Az általam vizsgált

aszfaltkeverék ilyen sarzsos rendszerű keverőgéppel készül. Ebben az esetben a keverés 2,5 tonnás adagokban történik. A gyártás megkezdésekor, a keverőgépnek szüksége van egy bizonyos mennyiség legyártására ahhoz, hogy a későbbiekben a tökéletesen beprogramozott, a típusvizsgálatban szereplő mennyiségekből (szárazanyag és bitumen) tudja kikeverni az aszfaltot. A gyártás folyamán úgynevezett finomhangolás történik, melynek lényege, hogy az egyes adagokba bemért mennyiségeket a gép pontosítja, még hozzá a alapanyag frakcióajtók nyitási idejének hangolásával. Hiszen beméréskor a frakcióajtó nyitása után a kő a mérlegre esik, így a mért tömeg az esési idővel eltolva jelenik meg a rendszerben, illetve a zárás után még szintén az esési idővel eltolva újabb tömeg jelentkezik a mérlegen. Mindemellett ezek az esési idők sem állandóak, hiszen ahogy egyre nagyobb tömegek kerülnek bemérésre, már egyre kisebb távolságot kell megtennie a hulló kőnek. Ezen folyamatok miatt van szükség a finomhangolásra. Ez a fenti folyamat általában az első 5 adagban, tehát az első legyártott 10 tonnában végbe is megy. Ez valójában nagyon kis mennyiség, hiszen már egy aszfaltszállító gépkocsi is 25 tonna aszfaltot szállít, tehát már itt elkeveredhet. Kérdés, hogy ez az elkeveredés megtörténik-e. A fő kérdés viszont az, hogy ha ez az elkeveredés mégsem történik meg, akkor ezek az első legyártott adagok módosítják-e a leterített aszfalt minőségét, illetve befolyásolják-e az élettartamát annyira, hogy ezzel a problémával komolyabban foglalkozni kelljen. A dolgozatomban ezen első adagok aszfaltmechanikai paramétereinek meghatározásával és összehasonlításával foglalkozom. Az első 3 és a 7. legyártott keverés sarzssűrűség, összetétel valamint merevség, vízérzékenység és keréknyom vizsgálatát végezem el. Ezeket az eredményeket hasonlítom össze a típusvizsgálatban szereplő értékekkel, amik már a pontos alapanyag mennyiségekből gyártott keverék tulajdonságait mutatják.

A következő fejezetben általánosságban szeretném bemutatni az aszfaltot, mint építőanyagot.

2. Az aszfalt

2.1. Az aszfalt története

Az aszfalt adalékanyagokból (általában zúzottkőből) és bitumen kötőanyagból készült szerkezeti réteg. Napjaink műútjainak nagy része aszfalt burkolatot kap. Európában elsőként 1838-ban Franciaországban, Magyarországon pedig 1864-ben épült aszfaltút és járda. Ám valójában az aszfaltot mint építőanyagot már 4000 évvel ezelőtt is ismerték és használták. A babilóniaiak Ninive városában falazó habarcsként, útjaik stabilizálására, vízzárására használták. A középkorban a drága előállítás miatt felváltotta a kátrány ezt a szerepet.

Az aszfalt újrafelfedezése az 1830-as években történt Londonban. Kátránnyal és homokkal kevert záróréteget helyeztek el a makadámút tetejére, hogy ezzel újítsák fel az addigra elhasználódott út felületét. A feladatát ellátta, viszont nem volt eléggé tartós. Az évtized végére felfedezték, hogy ha forró bitument közúzalékkal keverik, egy tartós, vízzáró réteget tudnak létrehozni, amit csak rá kell önteni az alapra, el kell simítani, és már készen is volt az új burkolat. A századforduló végére ipari mértékben kezdték feldolgozni a kőolajat, amely csökkentette a bitumen árát, így jelentősen megnőtt a aszfaltutak száma is. Magyarországon az első aszfaltburkolatot a Palatinus utca (ma Náadori utca) 21. számú épülete előtti járdaszakaszon készítették az 1800-as évek végén. Tömeges gyártás és felhasználás viszont csak a második világháború után indult meg.[13]

2.2. Aszfaltot felépítő anyagok

Kőanyagok

Az aszfaltrétegek vázát jelentő ásványi anyagok jelentős részt foglalnak el a keverékben.

Általánosságban használt kőanyagok

1. Vulkanikus: bazalt, andezit

2. Üledékes: dolomit, kemény mészkő

3. Természetes homok és kavics

Csoportosításuk

- Az útépitési zúzottkő mélységi, kiömlési vagy vegyi üledékes kőzetből töréssel és osztályozással előállított, meghatározott közetfizikai, szemszerkezeti és tisztasági jellemzőkkel rendelkező termék. Jele: KZ, NZ, Z
- Az útépitési zúzottkavics kavicsból természetesen aprózódott, üledékes kőzetből töréssel, és osztályozással előállított, meghatározott közetfizikai, szemszerkezeti és tisztasági jellemzőkkel rendelkező, 4 mm szemnagyság feletti termék. Jele: ZK
- Homoknak nevezzük a 4mm-nél kisebb természetes vagy tört anyagot
- A töltőanyag a 0,063 mm-nél kisebbre őrölt szemcsetartományt jelenti, elsősorban mészkőből őrölve állítjuk elő.

Bitumen

Az aszfaltok kötőanyaga a kőolajgyártás melléktermékeként gyártott bitumen. Színe a feketétől a sötétbarnaig terjedhet. Ellenálló képessége és viszkozitása a hőmérséklet függvényében változik. Alacsony hőmérsékleten elasztikus anyagként viselkedik. Egy bizonyos hőmérséklet után elveszti merevségét, ezután képlékeny anyaggá válik, majd a hőmérséklet növekedés hatására teljesen folyékony halmazállapotú lesz.

A kőolaj-feldolgozó ipar ma már szintre mindenütt mélyről (3000–4000 méter mélységből) felhozott olajakat dolgoz fel. Ezeknek az olajnak 90%-a feldolgozható hajtóanyaggá, 10%-a képezi a bitumenek alapját.

A kőolaj feldolgozásból keletkezik a goudron. A különféle útépitési bitumenfajtákat ma már goudron fúvatásával, majd a fúvatott terméket goudronnal való keverésével állítják elő. Az útépités során a (normál előállítású) bitumenek mellett ugyancsak útépitési céllal használnak fel más bitumenes alapú termékeket is, például a hígított bitumeneket és a bitumen emulziókat.

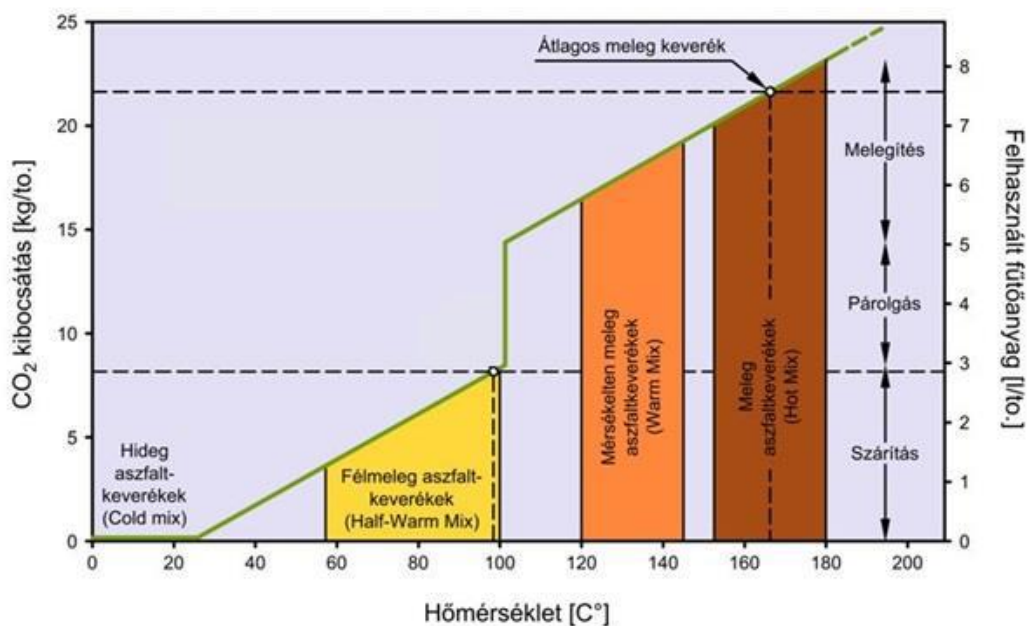
2.3. Az aszfaltkeverékek fajtái

Az aszfaltokat többféleképpen lehet osztályozni. Beépítési technológia, gyártási hőmérséklet, vagy a keverék hézagtartalma alapján is.

A beépítési technológiának két fajtája van: keverési eljárás és permetezési eljárás. Az aszfaltok legnagyobb része keverési eljárással készül, a permetezési eljárást a vékony bevonatok készítésére használjuk.

A keverési technológiájú aszfaltok esetében meg lehet különböztetni két-, illetve háromfázisú rendszereket. A háromfázisú rendszerek kőanyagot, bitument és a kőanyagok közötti levegőt tartalmazza. A kétfázisú rendszerben ezzel ellentétben viszont nincs levegő, nincs szabad hézagtartalom. Ide tartoznak az öntött és a masztix aszfaltok.

Gyártási hőmérséklettől függően 4 csoportot különböztetünk meg. Hidegeljárásos technológiákat, félmeleg eljárásos technológiákat, meleg és forró eljárásos technológiákat.



A hideg eljárások közé a bitumenemulzió kötőanyaggal készített permetezési szórásos bevonatok tartoznak.

A félmeleg eljárások közé a 60-100°C hőmérsékleten előállított aszfaltokat soroljuk. Ehhez a fajtához az adalékanyagokat melegítik. Így készülnek a hígított bitumen kötőanyagú permetezési-szórásos felületi bevonatok, illetve a kis forgalmú utakra használt lágy bitumenekkel kevert lágy aszfaltok. Ide tartoznak még a

fenntartáshoz, kátyúzáshoz használt bitumen emulziós aszfaltkeverékek is, melyek azonban a meleg eljárásos hengerelt aszfaltoknál sokkal kisebb használati értéket képviselnek.

A meleg eljárásos aszfaltokat 100-140 °C hőmérsékleten állítják elő. Ezeket nevezzük hengerelt aszfaltoknak.

Forró, keveréses-főzéses eljárással készítik a kétfázisú aszfaltokat (öntött aszfalt, masztix aszfaltok). A keverési hőmérséklet itt 140-180 °C körül mozog.

Fontos megemlíteni az öntött aszfaltburkolatokat is, melyeket 210-240 °C-on főznek több órán keresztül. [14]

2.4. Aszfaltkeverékek jelölései

- Normál aszfaltbeton

Az aszfaltbetonok általános jele AC. Tág frakcióból készülnek, bitumenes kötőanyaggal, készítés után nem tömörödnek. Az AC betűjel utáni szám a hozzáadott adalékanyag maximum szemcse nagyságát jelöli (pl.: AC-11, azaz a maximális szemcse nagyság 11 mm). Ezt követi a pályaszerkezetre utaló jelzés (ALAP, KÖTŐ, KOPÓ), végül az igénybevételi kategória jele zárójelbe téve, de ezt normál igénybevétel esetén nem tüntetjük fel. (pl.: AC-11 KOPÓ (f), ez egy fokozott igénybevételű, kopóréteg). Kiviteli tervek esetén a kötőanyag minőségét is feltüntetjük, először is a bitumen penetrációs tulajdonságát, pl.: 50/70-es jelzésnél a hozzáadott bitumenbe 5-7 mm-t képes benyomódni a vizsgálótű. A legutolsó érték a bitumen lágyulási pontja.

2.5. Aszfaltgyártás

A dolgozatomban használt anyagminta a Strabag Építő Zrt. Illatos úti aszfaltkeverő telepéről származik. Így ezen a keverőtelepen keresztül mutatom be az aszfaltkeverés, a keverőtelep működését.

Az Illatos úti keverőüzemben egy létesítményben összeépítve egy BENNINGHOVEN TBA 240 és egy BENNINGHOVEN 120 típusú aszfaltkeverő

berendezés üzemel. A létesítmény maximális névleges együttes aszfaltkeverék gyártó teljesítménye 360t/h.

Az aszfalthoz használt ásványi anyag váz, a zúzottkő gépkocsin érkezik a telepre, majd csőpostás, szállítóleveles bejelentkezés után egy chip kártyát kap a gépkocsivezető. Az adatok ezen keresztül kerülnek rögzítésre. A tehergépkocsi mérlegelése után, a szállítólevélen lévő anyagfajta, és



1. ábra Ásványi anyag depó az Illatos úti kerevőtelepen

a gépkocsi rendszáma alapján hangosbemondó szólítja a tehergépkocsit az ürítő garathoz. A garatba ürített anyagot, az anyagnak megfelelő (fajta és szemcseméret) szállítószalag, a számára rendszeresített fedett depóniába szállítja. A keverőüzemben 20 db, egyenként 7x7 m alapterületű, 15 m magas, függőleges helyzetű, teljesen zárt vasbeton siló szolgál az alapanyagok tárolására. Ezek térfogata egyenként 735 m³, mely mintegy 1000 t anyag befogadására alkalmas.

A mészkőliszt konténeres gépkocsival érkezik. A bejelentkező pont után a mérleghez megy a gépkocsi, majd a mészkőliszt silóhoz. A konténer csatlakoztatása után a gépkocsi egy csővezetéken keresztül kompresszorral a silóba nyomja a mészkőlisztet. A saját por (exhaustor por) az elszívó berendezésen keresztül jut az erre a célra rendszeresített silóba. A mészkőliszt- és a saját por-siló vibrátorokkal vannak felszerelve, az anyagok beoltózódásának elkerülése érdekében.



2. ábra Bitumentartályok

A bitumen hőszigetelt tartálykocsival érkezik a telepre, majd a bejelentkező pont után mérlegelik. Ezután kerül az irányító által kijelölt bitumentartályhoz. A tartálykocsi tartályhoz való csatlakozása után, a lefejtő szivattyúval átfejt a bitument az elektromos fűtésű tartályokba. A modifikált bitumen-tartályok keverő berendezéssel vannak ellátva. A keverő telepen 8 ilyen tartály található. Mind a nyolc táblával ellátott, amelytáblákon alapvető fontosságú adatok vannak rögzítve, mint például az anyag fajtája stb. A bitumen tartályok és a töltőanyagsilók telítettségi állapotát a keverőgép vezérlőfülkéjében lévő monitorokon lehet látni és követni.

A kőanyag, az adagoló szalagok segítségével, a gyártási utasításban megadott fajtákban és mennyiségekben a szárítóba kerül. A hőfoktartást a kiömlő garatban lévő érzékelő biztosítja. A kiömlő garatból a kőanyag serleges elevátoron keresztül a rosta rendszerbe kerül, amelyet alkotó rosták mérete: 3,25-6,5-14-24 és 40 mm. A rostákon áthullott kőanyag a 0/3,25 3,25/6,5 6,5/14 14/24 és 24/40 mm-es szemcséket tartalmazó úgynevezett osztályozott adalékanyag tárolóba kerül. Innen a gyártási utasításban rögzített mennyiségek egy kővázmérlegen keresztül a keverő teknőbe jutnak.

A mészkőliszt és az exhaustor por (amennyiben ez visszaadagolásra kerül), a silókból csigákon keresztül az ún. filler elevátorba, készenléti tartályba, majd a mérlegbe jut csigával, mérlegelés után pedig a keverő teknőbe.

A bitumen szivattyú segítségével csővezetéken keresztül kerül a bitumen mérlegbe, majd onnan a keverő teknőbe.

Az ilyen módon bemért anyagok a keverő teknőben keverednek össze, lapátos keverőtengely segítségével. A kész keverék a teknőből, egy felhordó csillébe kerül ürítéssel, majd a készanyag tárolóba, ahonnan az előzetesen megmért szállítójárműre engedik. A szállítójárművek fogadó felületét rakodás előtt ZeptCaltar formaleválasztó anyaggal kezelik a gépkocsivezetők.



3. ábra Ürítő garat

A megrakott szállítójárművek mérlegelés után a szállítólevéllel együtt távoznak. A szállítólevélben fel van tüntetve a jármű rendszáma, az anyag megnevezése és mennyisége. A járművek ponyvával vannak ellátva, amellyel rakodás után le kell fedni a rakományt. A ki- és betakarás műveletét a gépkocsira szerelt tekerő szerkezet segíti.

A keverőtelep műszaki adatai:

Keverőgép típus:	TBA 240
Teljesítmény:	240 tonna/óra 4 % nedvességnél.
Gyártó:	Benninghoven GmbH Mülheim/Moser
Keverék összeállítás:	6 komponens kőváz 2 filler 1 bitumen

Főbb egységek:

- 20 db tároló
- 24 db adagolószalag
- visszajelzés az anyaghányra a vezetőfülkébe
- 1 db gyűjtőszalag 800 mm x 111 m 240to/óra

Szárító

bedobószalag 650 x 4 m

Dob TT 10.23 10 m hosszú és 2,3 m átmérőjű

240 t/óra 4 % nedvességnél

210 t/óra 5 % nedvességnél

200 t/óra 6 % nedvességnél

Égő RAX Jet Turbó 3 K/öl/EG energiára

Porleválasztás Típus: DANTHERM

zsákfelület 1313/1250 m²

zsákszám 875 db

elszívó ventilátor 84.000 Nm³/óra

kémény 21 m x Ø1250 mm

porkibocsátás határérték 10 mg/Nm³

CO kibocsátás határérték 500 mg/Nm³

NO_x kibocsátás határérték 500 mg/Nm³

Rosta és keverőtorony

Meleg-elevátor 220 to/óra

Rosta (gyártó: Benninghoven) 6 frakciós, 220 to/óra

Max. hőmérséklet 400 °C

Emelő csörlő max 980 kg-ig

Meleganyag-tároló 80 t, szigetelt, beházalt, szintjelzővel, 2 db hőérzékelővel (homok, kerülő)

Kerülő: 12t

Homok: 30t

Zúzalék: 8 t

Zúzalék: 8 t

Zúzalék: 8 t

Zúzalék: 8 t

Zúzalék: 6 t

Mérlegek: elektronikusak

Kőmérleg: 3.000 kg, 4 db erőmérőcella

Filler mérleg: 400 kg, 1 db erőmérőcella

Bitumenmérleg: 350 kg, 3 db erőmérőcella

Keverőteknő: 3.000 kg szigetelt, fordulatszám 51/min, záró kisbunker, infravörös hőérzékelővel.

Készanyag-tároló: Typ.: 192/4., szigetelt (100 mm)

8 x 50 t

1 x 8t direkt kiadó

1 x 4t túlfolyó

csille frekvenciaváltós, ferde üzemű 3.000 kg befogadású + horizontális keresztcsille
3.000 kg

Levegőrendszer: Atlas Copco 2,2 m³/min 9,75 bár

2 db 500 m³ légtartály

Additív anyag (VIATOP) adagoló: 3 m³

Darus adagolás az adagolóba.

Mérés erőmérő cellával, cellás adagolással, levegő felfújással, porcsigába adagolással.

Porsilók

2 db 80 m³

1 mészkőliszt

1 exhaustor (saját) por

Porelevátor mindkét porhoz

Bitumenellátás:

8 db álló 60 m³ (60 t) elektromos fűtésű

Lefejtő szivattyú, mérleg feltöltő szivattyú.

Vezérlés

Konténerből történik, mely légkondicionált, kezelő asztallal és székekkel ellátott. A számítógépes vezérlés modemen keresztül gyártóműi javítási lehetőséggel, nyomtatóval folyik. A géphez kimenő kábelek fix kötéssel vannak ellátva.

Erősáramú ellátás lastkonténerből történik, a gép mellől.

Vezérlés típusa: Online Batcher 3000

2 monitorral felszerelve, ezeken valamennyi szintjelző, hőérzékelő megtalálható.

3. Aszfaltburkolatok igénybevételei

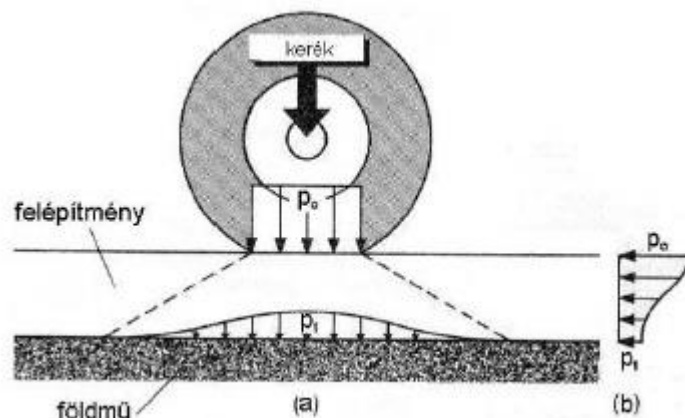
Akár csak az útpályaszerkezetet, magát az aszfaltkeveréket is a fellépő igénybevételek figyelembevételével kell tervezni, méretezni. Ebben a fejezetben ezeket az igénybevételeket mutatom be. Ezek az igénybevételek jelentősen csökkenthetők, ha a környezetnek és forgalmi igényeknek megfelelő mechanikai paraméterekkel rendelkező aszfaltburkolat kerül lefektetésre. A dolgozatomban is arra keresem a választ, hogy a lefektetett burkolat első legyártott szakasza ugyanannyira képes-e ellenállni ezeknek az igénybevételeknek, mint a további részei.

Az aszfaltburkolat két legfőbb igénybevételi fajtája a környezeti és a forgalmi igénybevétel. Ezek az igénybevételek fokozzák leginkább az útpálya elhasználódását, leromlását.

3.1. Forgalmi igénybevétel

A forgalmi igénybevétel a teheráthaladás ismétlődéseiből eredő húzó és hajlító igénybevételekből adódik.

A pályaszerkezet feladata a kerékteher átadása a földműre. A kerékteherből keletkező nyomófeszültség körülbelül 45° -os szögben terjed lefelé. Ahogy terjed szét a feszültség, úgy csökken is, hiszen egyre nagyobb területen tud szétoszlni. A pályaszerkezetnek elég merevnek kell lennie ahhoz, hogy a feszültség szétterjedjen, és elég vastagnak,

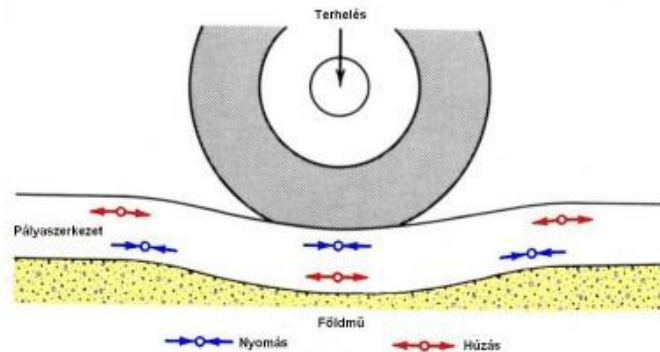


4. ábra Kerékteher terjedése a pályaszerkezetben

hogy a földműre csak akkora feszültség jusson, amit még el bír viselni.

Ez a terhelés a pályaszerkezet elsősorban hajlító igénybevételt szenved, a hajlításból pedig húzó és nyomófeszültségek keletkeznek. A pályaszerkezeten a jármű kerékbroncs terhelésének hatására behajlási medence jön létre. Ez a behajlási medence a kerékkel együtt mozog, így egy kerék elhaladásakor kétszer változnak ellenkező előjelűre a hajlítófeszültségek.

Ugyanakkor a keréknyom szélső peremein csak a közel kör alakú behajlási medence



5. ábra Húzás és nyomászónák

változatlan hajlítófeszültségei terhelik a burkolatot, egy kerékáthaladáskor csak egyszer, felső felületén keresztirányú hajlító-húzófeszültséget okozva, melynek nagysága, a kerék alatti hajlítófeszültségeknek kb. a 25%-a.

Nyáron a felső aszfaltrétegeknek rendkívül alacsony a hajlítási merevsége. Emiatt hajlító-feszültségek alig keletkeznek a felső rétegekben, inkább csak a nyomófeszültségeket elosztva közvetítik az alsó teherviselő rétegekhez. A hajlító igénybevételeket még az a mérésekkel igazolt tény is csökkenti, hogy Európában a nyári száraz időjárásban a pályaszerkezeteket alátámasztó földmű teherbírása tetemesen megnő, így a csökkent merevség ellenére is, az útpálya behajlása jelentősen csökken.

A téli időjáráskor a 0°C alatti hajlító igénybevételnél megnövekedik az aszfalt merevsége, ezáltal a húzó-hajlító igénybevételek is. Ezeket az igénybevételek azonban egy megfelelően kialakított és méretezett együttdolgozó útpálya esetén az alapréteg húzószilárdságának 30%-át sem érik el. Azonban ha a pályaszerkezetek nem eléggé együttműködőek, keletkezhetnek olyan nagy húzó-hajlító igénybevételek, melyek meghaladhatják a húzószilárdságot. Ebben az esetben a keréknyom mentén hosszirányú és mozaik repedések keletkezhetnek, először a kopórétegben, majd egyre mélyebben.

3.2 Környezeti igénybevételek

3.2.1. Az aszfaltburkolatok nyári igénybevételei

Az utóbbi évtizedekben jelentősen fejlődött a közúti forgalom, ez az útpályaszerkezetek igénybevételének drasztikus növekedését okozta.

Az aszfalt mechanikai tulajdonságai a bitumen kötőanyag miatt a mi éghajlatunkon a 20°C és +40°C közötti hőmérséklet intervallumban jelentős változásokon mehetnek át. Nyáron a huzamosabb ideig tartó nappali hőmérséklet esetén az aszfalt kopórétege akár +70°C hőmérsékletre is felhevülhet.

A vizsgálati módszereknél azt a hőmérsékletet kell alkalmazni, melynél az aszfalttulajdonság a használat során a legkritikusabb állapotba kerül. A nyári gyors hőmérséklet-változások következtében nem jöhetnek létre termikus nyomó-, húzófeszültségek, mert ezeken a magas hőmérsékleteken már rendkívül gyors az aszfalt relaxációja és a túlnyomóan viszkózus állapotú (alig rugalmas) aszfaltrétegekben ébredő feszültségek minden irányba eloszlanak.

Melegdeformációra hajlamos aszfalt a legkritikusabb esetben repedezik, hiszen éppen ezen tulajdonsága miatt alacsony hőmérsékleten is jól alakváltozik, relaxál. Ha tehát a nyomvályú mélyén a peremen mozaikos vagy hosszirányú repedések is látszanak, akkor az már terhelési hibával is kombinálódik.

Keréknyomvályú kialakulása

Az aszfaltkeverékek kötőanyaga, a bitumen a hőmérséklet emelkedésével egyre inkább plasztikusabban viselkedik. Ezzel egyidejűleg a merevsége jelentősen csökken. A burkolatban a hosszabb ideig tartó terhelések hatására maradandó alakváltozás jön létre. Ezáltal sávokban, ahol a terhelések nagyobbak és tartósabbak, a mozgás hossz tengelyével párhuzamosan, a járművek által járt keréknyomban benyomódások (vályúk) alakulnak ki. Ezek kialakulásához a hőmérséklet-emelkedés mellett mindenképpen szükséges a fokozott járműforgalom, nehéz teher, vagy könnyű teher, de sűrű forgalom. Fokozott kialakulási pontok még az állandó fékezési helyek, főleg a városi öntött aszfalt burkolatokon.

Ezek a nyomvályúk a forgalombiztonságra veszélyesek, mert esős időben megállhat bennük a víz, így vízcusúzás is létrejöhet. Száraz esetben is veszélyessé válhatnak, mert vezetni tudja a jármű kerekét, és nagyobb sebességnél előzéskor nehéz

elhagyni. Ez a probléma tehát nyáron, magas hőmérséklet és nagy gépjármű forgalom hatására jön létre.

3.2.2. Az aszfaltburkolatok téli igénybevételei, és tönkremeneteli módjai

Télen az aszfaltburkolat hőmérséklete elérheti a -20°C -t is. Ilyen hőmérsékletnél a merevsége, húzószilárdsága eléri és meghaladhatja a jobb cementbeton azonos jellemzőit. Az aszfalt relaxációs képessége a hőmérséklettel együtt csökken. Ezek miatt tehát csökkenő hőmérsékleten a burkolat teherbírása növekszik. Emiatt a folyamatos kerékterhelés hatására keletkező húzó- hajlítófeszültségek önmagukban nem okoznak repedéseket.

Ugyanakkor ha $5^{\circ}\text{C}/\text{óra}$ lehülési sebességnél gyorsabb a hőmérséklet csökkenés, a felső rétegben annyira felhalmozódhat a termikus húzófeszültség, hogy kialakulhat a termikus repedés. Ezek a repedések mindig a gyors lehülés következményei. Főként 4-5 méterenként, keresztirányú repedések formájában jelentkeznek. [11]

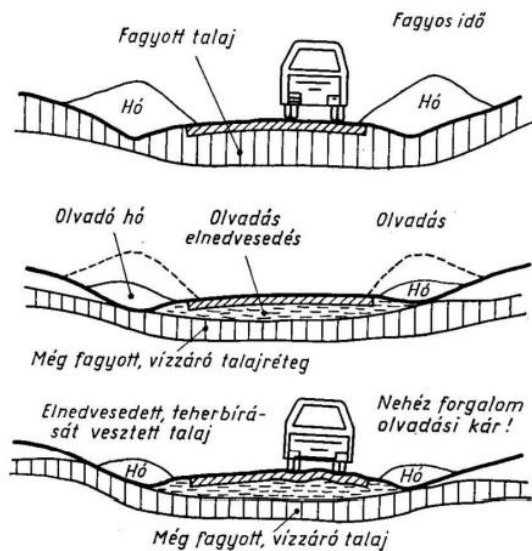
3.2.3. Normál hőmérsékleti tartomány jellemző tönkremeneteli lehetőségei

Fáradás

Az aszfaltburkolatokban az azt érő forgalmi és időjárás miatti igénybevételek hatására szerkezeti átalakulások jönnek létre, melynek eredményeképpen a burkolat károsodik. Sok alkalommal ismétlődő hatások esetén ezek a károsodások összeadódnak, mely már látható, tapasztalható és folyamatosan tovább romló károsodást jelentenek. Ilyenek a repedések is. Ezt a folyamatot fáradásnak nevezzük. A fáradás menete a bitumen tulajdonságaitól függ elsősorban.

Oladási kár

A téli hideg után a fagyott talaj felengedése felülről kezdődik meg. Az útpálya környezetében felhalmozódott hó olvadásakor keletkező hólé befolyik a még fagyott, így vízzáró talaj és pályaszerkezet közé. Az elnedvesedő talaj elveszíti teherbírását, és a nehéz fogalom hatására a pályaszerkezet tönkremegy.



6. ábra Olvasási kár

Olvasási kár szempontjából azok a talajok veszélyesek, amelyek plastikus indexe 15%-nál kisebb, mert ezeknél a talajoknál már kis víztartalom-növekedésnél is jelentősen csökken a teherbírás. A védekezés egyszerű: el kell távolítani az érzékeny talajokat védőréteg beépítésével, illetve megfelelő víztelenítésről kell gondoskodni.

A felsorolt igénybevételek, tönkrementelek jó alapanyag választással, és helyes keveréktervezéssel csökkenthetőek, vagy elkerülhetőek. Egy megfelelő mechanikai paraméterekkel rendelkező keverékkel a pályaszerkezetek élettartama megnövelhető. Ez fontos nemzetgazdasági érdek is. Ugyanakkor a jó típusvizsgálat még nem garancia a sikerre, a beépítés során is felmerülhet számos probléma, és a gyártás folyamatát is kontroll alatt kell tartani. A gyártás szoros ellenőrzéséhez, és pontos megismeréséhez azonban vizsgálatokra van szükség. Ezeket mutatom be a következő fejezet folyamán.

4. Vizsgálatok

A következő vizsgálatok elvégzésének az volt a célja, hogy az eredményeket összehasonlítva meg tudjuk állapítani, hogy a gyártás első felében legyártott anyag egyes értékei mennyiben térnek el a gyártás további részétől, illetve a típusvizsgálatban meghatározott paraméterektől. A szakdolgozatomban AC11kopó (F) 50/70-es jelzésű hengerelt aszfaltot használtam. Ennek a típusnak az első, második, harmadik és a hetedik legyártott adagjából vettünk mintát. Ezekben a keverésekben várunk eltéréseket a típusvizsgálatban szereplő vizsgálati értékekhez képest.

Az eredeti tervekben fáradásvizsgálat is szerepelt, de a vizsgálat idő- és anyagigénye miatt végül erre nem került sor.

A használt aszfaltkeverék az AC 11 kopó (F) tatabányai és teplicky-i kőbányákból származó kőből készül. A hozzáadagolt 0,063 mm alatti töltőanyag tartalom 9,6 %. Hozzá adagolt bitumen 5,1%.

4.1. Próbatetek készítése

4.1.1. Marshall döngölés

Több vizsgálathoz is Marshall próbateteket kellett készíteni, ezeken folytak a vizsgálatok. Külön megjelölt próbateteket kellett készíteni a vizsgált aszfaltkeverék egyes, kettes, hármas, és hetes keveréséből is.

Első lépésben 1200 gramm anyagot választottunk le a mintából próbatestenként. Ez a mennyiség a keverék hézagmentes testsűrűségétől függően 1050 g és 1400 g között mozoghat.



7. ábra Leválasztott anyagminták a próbatestekhez

Ezeket a leválasztott mintákat egy ventilációs szekrénybehelyeztem, ahol 150°C-ra kellett melegíteni. Ha a keverék elérte a döngölési hőmérsékletet, a kimért porciókat egy adott $(101,6 \pm 0,1)$ mm belső átmérőjű tömörítőformába öntöttem, amely magasítófeltétből, formahengerből és formaalaplóból állt. Ezt a megfelelő módon döngölőbe helyeztem.

A döngölés megkezdése előtt be kellett állítani a megfelelő ütésszámot. Ez mind a 4 keverésből származó minden próbatestnél azonos, 2x50 ütés volt. Ezután azonnal meg kellett kezdeni a döngölést.

A tömörítéshez Marshall döngölőt használtam

A Marshall eljárást a II. világháború idején dolgozta ki Bruce Marshall az USA Mississippi államában.

Európában az 1960-as évek óta terjedt el. Lényege, hogy a keveréket a döngölő előírt



8. ábra Marshall döngölő

magasságából, előírt tömegű lesikló súllyal tömöríti. Az aszfaltminta mindkét oldalát azonos ütőmunkával, tömörítési energiával kell tömöríteni. Napjainkban a megfelelő használatát az (MSZ EN 12697-30-2004,2004)[9] szabvány írja le.

Ezután még a döngölőformában ventilátor elé kellett őket helyezni és 40°C-ra le kellett hűteni. Ha elérte ezt a hőfokot, egy kinyomó berendezés segítségével kivettük a formát. Ezek után kezdődhetnek meg a vizsgálatok.



9. ábra Marshall próbatestek

4.1.2. Szegmens tömörítés

A keréknyomás vizsgálathoz téglatest alakú, 40 mm vastagságú lap próbatesteket alkalmazunk. Ezek elkészítéséhez acélhengeres tömörítőt használnak. A



10. ábra Acélhengeres tömörítő

tömörítés abból áll, hogy egy gördülőkerék egy formában elhelyezett anyagmintán előre-hátra mozog, ezzel tömöríti azt. Először le kell választani egy térfogattól és szükséges vastagságtól függő anyagminta tömeget. Ezután fel kell melegíteni azt. A tömörítési

hőmérsékletre melegített mintát az előre bepermetezett formába kell helyezni és egy lapáttal egyenletesen el kell teríteni. Figyelni kell, hogy a sarkokba is jusson megfelelő mennyiségű anyag. Ezután rá lehet engedni a tömörítőt, ami elvégzi a tömörítést. A tömörítés pontos szabályait [10] MSZ EN 12697-33-2003+A1-2008-as szabvány írja le.

4.2. Hézagmentes testsűrűség vizsgálat

A hézagmentes testsűrűség meghatározásához több módszer is lehetséges az (MSZ EN 12697-5-2010) [3] alapján.

Ezek a következők:

A módszer: térfogatos eljárás

B módszer: hidrosztatikus eljárás

C módszer: matematikai eljárás

Szakdolgozatom során az "A" módszert alkalmaztam.

A hézagmentes testsűrűséget a minta hézagmentes térfogatából, és a száraz tömegéből határozzuk meg. A kivett mintát először osztási hőmérsékletre kellett melegíteni. Ez a minta típusától, a benne található bitumentől függ, de körülbelül 105-135°C között kell



11. ábra Leválasztott anyagminták

mozognia. Ezek után minimum a maximális szemnagyság 50-szeresét, esetünkben körülbelül 700 gramm mintát leválasztottunk. Minden mintából két adagot készítettünk a pontos eredmény miatt. Először is ezeket kézi módszerrel fellazítottuk, és durva szemcsékre, rögökre szét kellett választani. A rögök mérete 6 mm-nél nem lehetett nagyobb.

Ezek után a száraz mintát egy ismert térfogatú, és tömegű piknométerbe töltöttem, majd miután felvette a szoba hőmérsékletét, a feltétellel együtt lemértem a tömegét.

Ezután a piknométert lágy vízzel fel kellett tölteni, legfeljebb 30 mm-rel a nyakcsiszolat alatt. Ezután vákuummal el kellett távolítani a hézagok közötti levegőt, úgy hogy az 15 percig 4 kPa-alatti maradó nyomást eredményezzen. A légtelenítést elő lehet segíteni keveréssel, forgatással, vagy esetleg diszpergáló szer használatával is, ez a szer elősegíti a levegő távozását. Kísérletemkor diszpergáló szert nem használtam.

A vákuumos eljárás után a piknométer zárdugóját rögzíteni kellett, és a rajta lévő jelzésig fel kellett tölteni lágyvízzel. A mintát ezután egy vizsgálati hőmérsékletű vízfürdőbe eresztettük (28°C), ami körülbelül 30 perc alatt a piknométerben lévő anyagot, és a lágyvizet is erre a hőmérsékletre melegítette. Szabvány szerint ez az időtartam 30 és 180 perc között lehetséges.



12. ábra Anyagminta a piknométerben

A vizsgálati hőmérséklet, 28°C elérése után a piknométert a vízből kivettük, megtöröltük és a tömegét lemértük. Ezekből az adatokból már számítható volt a keverések testsűrűsége.

A számítási módszer részletesen megtalálható az MSZ EN 12697-6-2003-as szabványában. Az aszfaltkeverékek hézagmentes testsűrűségét 1 kg/m³ pontossággal kell meghatározni a következő képlet alapján:

$$\rho_m = \frac{m_2 - m_1}{1000 \times \left(V_p - \frac{m_3 - m_2}{\rho_w} \right)}$$

ahol:

ρ_m az aszfaltkeverék hézagmentes testsűrűsége a térfogatos eljárással meghatározva, kilogramm per köbméterben (kg/m³), 1 kg/m³ pontossággal ;

m_1	a piknométer, a feltét és szorítórugó együttes tömege grammban (g);
m_2	a piknométer, a feltét, szorítórugó és a vizsgálati minta együttes tömege grammban (g);
m_3	a piknométer, a feltét, a szorítórugó, a vizsgálati minta és a víz vagy az oldószer együttes tömege grammban (g);
V_p	a mérőjelig feltöltött piknométer térfogata köbméterben (m^3);
ρ_w	a víz vagy az oldószer sűrűsége a vizsgálati hőmérsékleten $0,1 \text{ kg per köbméterben (kg/m}^3\text{) } 0,1 \text{ kg/m}^3\text{ pontossággal.}$

4.3. Szabad hézag meghatározás

A szabad hézag a tömör aszfalt próbatestben a bitumennel bevont ásványi szemcsék között bezárt levegő összessége. A szabad hézagtartalom a próbatestben lévő hézagok térfogata, ugyanazon próbatest teljes térfogatának százalékában. Az aszfalt próbatest szabad hézagtartalmát a keverék hézagmentes testsűrűségéből, és Marshall próbatestek testsűrűségéből számítjuk ki. Minden keverés esetén 3 próbatestet kellett felhasználni.

Az elkészített három Marshall próbatestet teljesen ki kellett hűteni. Csak ezek után kezdődhettek a mérések. Legelőször az egyenkénti száraz tömegüket kellett megmérni. Ezután egy lágyvizes fürdőben áztattuk őket 30 percig, hogy utána egy hidrosztatikai mérleg segítségével meg tudjuk mérni a víz alatti tömegüket.

A víz alatti tömeg leérése után a nedves tömegük is leérésre került. Ezekből az adatokból már számítható volt a testsűrűség. A testsűrűség számítás menete a következő (MSZ EN 12697-6-2003+A1-2008) [4]:



14. ábra Próbatestek a hidrosztatikai mérlegen

$$\rho_b = \frac{m_1}{m_3 - m_2} \times \rho_v$$

ahol

ρ_b	a próbatest testsűrűsége (kg/m ³)
m_1	száraz próbatest tömege (g)
m_2	próbatest tömege víz alatt mérve (g)
m_3	telített, száraz felületű próbatest tömege (g)
ρ_v	víz sűrűsége (kg/m ³)

A sűrűség és az anyag hézagmentes testsűrűségének ismeretében már számítható volt a minta szabad Marshall hézag százaléka. Az MSZ EN 12697-8-2003-as szabványa [5] a következő képletet adja meg:

$$Vm = \frac{\rho_m - \rho_b}{\rho_m} \times 100 \%$$

ahol:

V_m	a próbatest szabad hézagtartalma, 0,1 százalék (V/V) <i>pontossággal;</i>
ρ_m	a keverék hézagmentes testsűrűsége, kilogramm per köbméterben (kg/m ³);
ρ_b	a próbatest testsűrűsége, kilogramm per köbméterben (kg/m ³).

4.4. Bitumentartalom meghatározása, szemeloszlás-vizsgálat

A keverékekből vett mintákból mind a négy esetben megvizsgáltam a bitumentartalmat, és a szemeloszlást is. A bitumen tartalom meghatározásához extrakciós módszert, vagyis oldószeres módszert alkalmaztam. Az extrahálás [12], vagyis kioldás során, az aszfaltkeverékből oldószerrel eltávolítják a bitument, és a visszamaradó ásványi vázból következtetnek a kötőanyag-tartalomra. Ebből az ásványi vázból lehet megállapítani a szemeloszlást is. Az oldószer ebben az esetben triklóretilén volt. Ez az oldószer rákkeltő hatású, ezért a kioldást végző analízátor egy elszívó

berendezéssel ellátott szobában volt elhelyezve, ahová csak védőmaszkban lehetett bemenni. A kioldás után az oldószert a gép visszaregenerálja, így azt többször is fel lehetett használni.

Az osztási hőmérsékletre, körülbelül 105°C-ra melegített mintából 900 gramm anyagot leválasztunk, és előre lemerített szitába helyezünk. Az analizátor még tartalmaz egy poharat is, ami majd a fillert, a 0,063 mm szemnagyság alatti szemcséket tárolja. A kioldás leteltével meg kellett várni, míg az anyag szobahőmérsékletre hűl. Ez után kezdődhetett el a szitálás.

Az ásványi anyagok lemerése után következettünk a minta kötőanyag-tartalmára. A szemeloszlás vizsgálatot (MSZ EN 12697-2-2002+A1-2008) [2] szabvány szerint végeztem el.



15. ábra Szemeloszlás vizsgálat

4.5 Merevség vizsgálat

A merevségi eljárást aszfaltkeverékek merevség szerinti osztályozására alkalmazzák, amely a pályaszerkezetben nyújtott relatív teljesítményre utal, így adatot kapunk az anyag szerkezeti viselkedésének értékelésére.

Az aszfalt merevség vizsgálatára többféle módszer is lehetséges a (MSZ-EN-12697-26-2005)[8] szabvány szerint.

A következők:

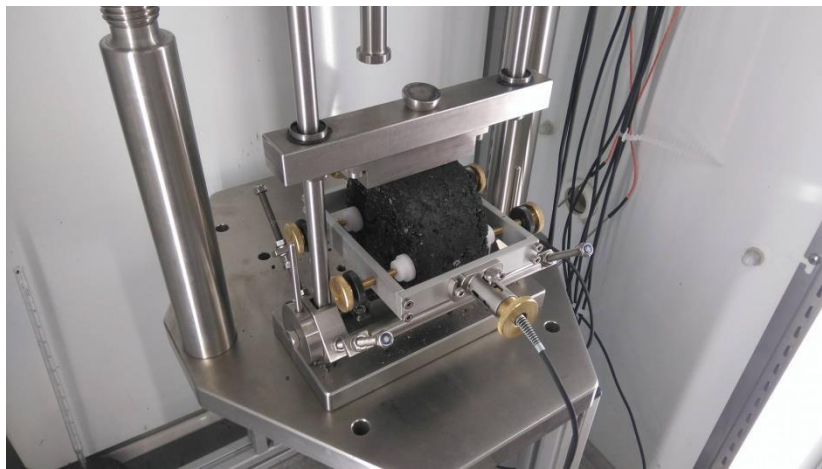
1. Hajlító vizsgálat - két-, három- és négyponthoz vizsgálatok

2. Hasító, húzó vizsgálat - IT-CY

3. Közvetlen egytengelyű vizsgálatok

Kutatásom alatt a merevséget a 2. módszerrel, a Hasító-húzó vizsgálattal végeztem el, amihez IT-CY hasító gépet használtam. Ehhez a vizsgálatához is Marshall próbatesteket kellett alkalmazni, keverésenként 4 darabot, így összesen 16 alkalommal.

Legelőször a Marshall próbatestet egy hűtőberendezésbe kellett beletenni, amíg el nem érte a vizsgálati hőmérsékletet, ami ebben az esetben 20°C. Ezt egy hőmérővel is ellenőrizni kellett. Ezek után két ponton meg kellett mérni a próbatest vastagságát, majd be kellett helyezni a vizsgáló keretbe.



16. ábra IT-CY hasítógép a próbatesttel

Figyelni kellett, hogy minden szorító csavar, és az LVTD beállítók pontosan érintkezzenek a próbatesttel. Középre rá kellett helyezni a felső hasítóélt is. A vizsgáló berendezésre kapcsolt számítógépes program segítségével még pontosabban be lehetett állítani az érzékelőket. Ezután lehetett elkezdeni a mérést. Legelőször kondicionáló impulzust kellett alkalmazni annak érdekében, hogy a berendezés képes legyen a terhelés nagyságát az elérendő vízszintes átmérőirányúalakváltozáshoz és felfutási időhöz igazítani. A kondicionálás után az 5 terhelési impulzusméréseiből a mért merevségi modulus értékét minden egyes terhelési impulzusra a következőképlettel kell meghatározni:

$$Sm = \frac{F \times (v + 0,27)}{z \times h}$$

ahol

- S_m a mért merevségi modulus [MPa];
 F az alkalmazott függőleges teher csúcsértéke [N];
 z a vízszintes alakváltozásnak a terhelési ciklusban elért amplitúdója [mm];
 h a próbatest vastagságának középértéke [mm];
 ν a Poisson-tényező. Értéke általában 0,3510

A mért merevségi modulus értékét korrigálni kell a terhelési területtenyező 0,60-as értékéhez a következő képlettel:

$$S'm = S_m \times (1 - 0,322 \times (\lg S_m - 1,82) \times (0,60 - k))$$

ahol

- $S'm$ a merevségi modulus 0,60-os terhelési területtenyezőre korrigált értéke, [MPa];
 k a mért terhelési területtenyező;
 S_m a mért merevségi modulus [MPa], k terhelési területtenyező esetén.

A próbatest merevségi modulusát két, egymásra merőleges átmérő mentén kell mérni és számítani, majd ezek átlagát képezni, ezt nevezzük az adott próbatest merevségi modulusának.

4.6 Keréknyomképződés

Az MSZ EN 12697-22-2003-as [7] szabványában foglalják össze az aszfaltok terhelés alatti alakváltozásának hajlamát. Az alakváltozási hajlamot terhelt kerék ismételt áthaladásai alatt állandó hőmérsékleten képződő keréknyommal értékeljük. Három berendezés változat lehetséges: extra nagy kerekű, nagykerekű és kiskerekű berendezés. Szakdolgozatomban a kiskerekű változatot használtam.

Kiskerekű berendezéseknél minimum 2 próbatest szükséges. Ezek már előzőleg el lettek készítve mind a 4 keverésből.

A keréknyomvizsgáló berendezés terhelt kerékből áll, amely egy biztonságosan befogott mintán nyugszik. A minta felett a kerék előre hátra mozog. Figyelni kell arra, hogy a szerkezet holtjátéka 0,25 mm-nél kisebb legyen.

Mivel kiskerekű berendezést használtam, a próbatestjeim névleges vastagsága 40 mm volt, hiszen ez a szükséges vastagság azon keverékek esetén, amelyekben a legnagyobb szemnagyság 8 mm és 16 mm között van. A próbatesteket nem a vizsgáló formában készítettük, hanem később lettek a mintába behelyezve úgy, hogy minden lényeges mérete 0,5 mm-nél kisebb mértékben tért el a mintától. Egy keverésből kettő mintát kellett készíteni, ezek vizsgálata egyszerre történt.

A próbatestek hőmérsékletét először pontosan be kellett állítani. Miután bekerültek a minták a befogószerkezetbe, és rögzítve lettek, csatlakoztatni kellett a hőérzékelőt, a felszíntől körülbelül 20mm mélyen. A gép elindítása után egy számítógépes program mérte az adatokat. A program a kerék helyzetét annak megállítása nélkül mérte. 10 000 terhelési ciklusig kellett mérni. Ezek után a program által kiadott értékektől számíthatóak az eredmények az MSZ EN 12697-22-2003-as szabvány alapján a következő módon.



17. ábra Keréknyom képződés vizsgálat

Keréknyom-képződési görbe hajlásszöge:

$$WTS_{AIR} = \frac{(d_{10000} - d_{5000})}{5}$$

ahol:

WTS_{AIR}	a keréknyom-képződés görbe hajlásszöge, milliméter/ 10^3 terhelési ciklusban
d_{5000}, d_{10000}	a nyommélység 5000 és 10000 terhelési ciklus után (mm)

A vizsgálat során megkaptam a nyommélységet milliméteres értékben (RDAIR), és ebből következően a fajlagos nyommélységet (PRDAIR), és ezek középértékét.

4.7. Vízérzékenység vizsgálat

Ezzel a vizsgálattal vizsgálni tudom a nedvesség aszfaltra gyakorolt hatását. Az MSZ EN 12697-12-2009-es [6] szabványa három módszert különböztet meg.

Ezek a következők:

A módszer - a hengeres aszfalt próbatestek hasító-húzó szilárdságán alapul

B módszer - a hengeres aszfalt próbatestek nyomószilárdságán alapul

C módszer - a lágyaszfalt tapadási értékét határozza meg

Ezen vizsgálatok közül én az A módszert alkalmaztam.

Ezzel a vizsgálattal meghatározható egy állandó hőmérsékleten és meghatározott elmozdulási sebesség mellett az átmérő vonalában törésig terhelt, henger alakú Marshall próbatestre adott legnagyobb húzófeszültség.

A vizsgálatához minden keverésből 6 darab Marshall próbatestre volt szükségem. Ezeknek előzetesen megállapítottam a méreteit és testsűrűségüket. A próbatesteket minden keverés esetében két csoportra osztottam. Egyik a nedves, másik a száraz csoport. A vizsgálat előtt kondicionálni kellett őket, ami a száraz próbatestek esetében $20 \pm 5^\circ\text{C}$ on való pihentetést jelentett, míg a nedves próbatesteknél 60°C -os vízfürdőbe helyezést jelentett.

A kondicionálás után a próbatesteket 15°C -os vizsgálati hőmérsékletre kellett lehűteni. A száraz próbatestek hűtése úgy történt, hogy egy lágy műanyag zacskóba lettek belerakva hogy ne érje őket nedvesség, ezután kerültek be egy termosztáttal ellátott szárítószekrénybe. A nedves próbatesteket közvetlenül egy fix hőmérsékletű vízfürdőbe helyeztem.

Ezek után egyesével el kellett őket helyezni a nyomógépben a hasítóélek közé úgy, hogy a próbatestet az átmérő irányába lehessen terhelni. Ilyen átmérőjű ($100 \pm 3\text{mm}$) próbatest esetén, a hasítóél szélessége $12,7 \pm 0,2\text{ mm}$. Ezután alkotója mentén a henger átmérője irányában állandó sebességű elmozdulással elkezdtem törésig terhelni. Szemrevételezéssel meg kellett állapítani, hogy a törési felületen megrepedt, vagy

széttört szemek vannak-e, ha voltak, fel kellett jegyezni őket. A hasító-húzó szilárdság a töréskor alkalmazott legnagyobb erőből és a próbatest méreteiből számított legnagyobb húzófeszültség.

Ezek után a megkapott maximális terhelésből számítható a hasító-húzó szilárdság.

$$ITS = \frac{2 \times P}{\pi \times D \times H}$$

ahol:

- ITS a hasító-húzó szilárdság KPa-ban kifejezve
- P a maximális terhelés kN-ban kifejezve
- D a próbatest átmérője mm-ben
- H a próbatest magassága mm-ben

Ebből a számítási menetből kaptunk egy hasító-húzó szilárdsági értéket a száraz és a nedves próbatestekből is. Innen már számítható a hasító-húzó szilárdsági százalékos tényező a következő képlet segítségével.

$$ITRS = 100 \times \frac{ITSw}{ITSd}$$

ahol:

- ITRS a hasító-húzó szilárdsági tényező százalékban (%)
- ITSw a nedves csoport átlagos hasító-húzó szilárdsága (kPa)
- ITSd a száraz csoport átlagos hasító-húzó szilárdsága (kPa)

5. Vizsgálati eredmények

A vizsgálati eredményeket minden esetben az AC 11 kopó (F) 50/70-es keverék típusvizsgálatában szereplő eredményekhez hasonlítom. Ebben a dokumentumban minden információ megtalálható a keverékről. Ha áruként kezeljük az aszfaltot, nevezhetjük egy mindenre kiterjedő termékleírásnak is.

A típusvizsgálatnak tartalmaznia kell:

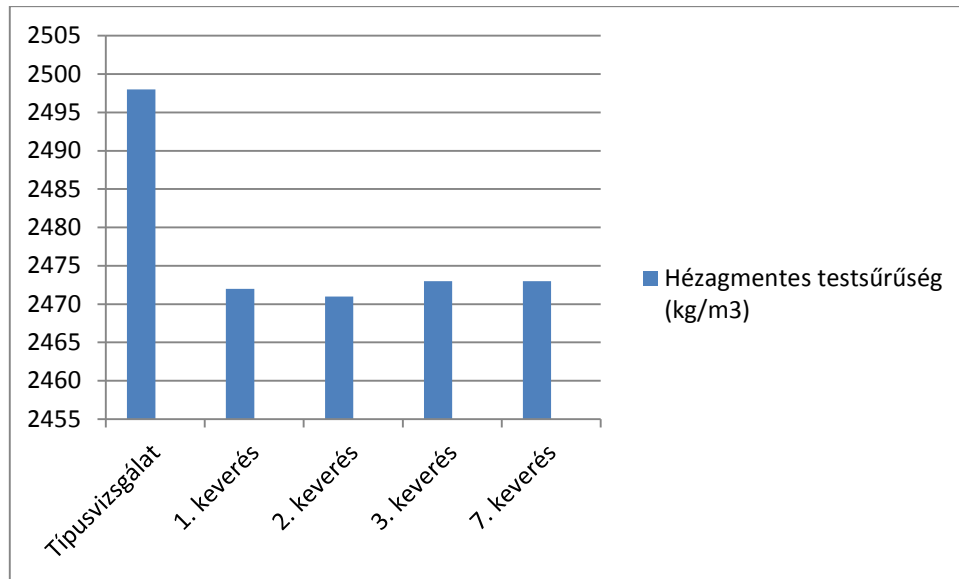
- A keverék finomszemcse tartalmának tulajdonságait, sűrűségét, származási helyét, a szemcséken elvégzett vizsgálati eredményeket szitaméretre lebontva.
- A durva kőanyag tulajdonságait, közettani típusát, sűrűségét, származási helyét, a rajtuk elvégzett vizsgálatok eredményeit, szitaméretre lebontva.
- A keverék bitumentartalmát, a felhasznált bitumen minőségét, tulajdonságait, (penetráció, lágyuláspont, duktilitás stb.)
- A keverékből vett minta sűrűségeit, hézagtartalmát, vízerzékenységet, keréknyomképződési eredményeit, merevségét, fáradását.

Az itt elvégzett vizsgálatokról biztosan tudható, hogy a hozzá szükséges mintát a finomhangolás beállta után vették, így a pontos receptúrában leírt anyagmennyiségeket tartalmazza. Az így kapott eredmények tehát az aszfaltkeverék valós mechanikai tulajdonságait adja vissza. Ezért nagyon jó hasonlítási alap az én általam vizsgált keverékek összehasonlításához.

5.1. Hézagmentes testsűrűség meghatározás

Az alábbi táblázat és grafikon a keverékek hézagmentes testsűrűségét hasonlítja össze a típusvizsgálatban szereplő testsűrűséggel.

	Típusvizsgálat	1. keverés	2. keverés	3. keverés	7. keverés
Hézagmentes testsűrűség (kg/m ³)	2498	2472	2471	2473	2473



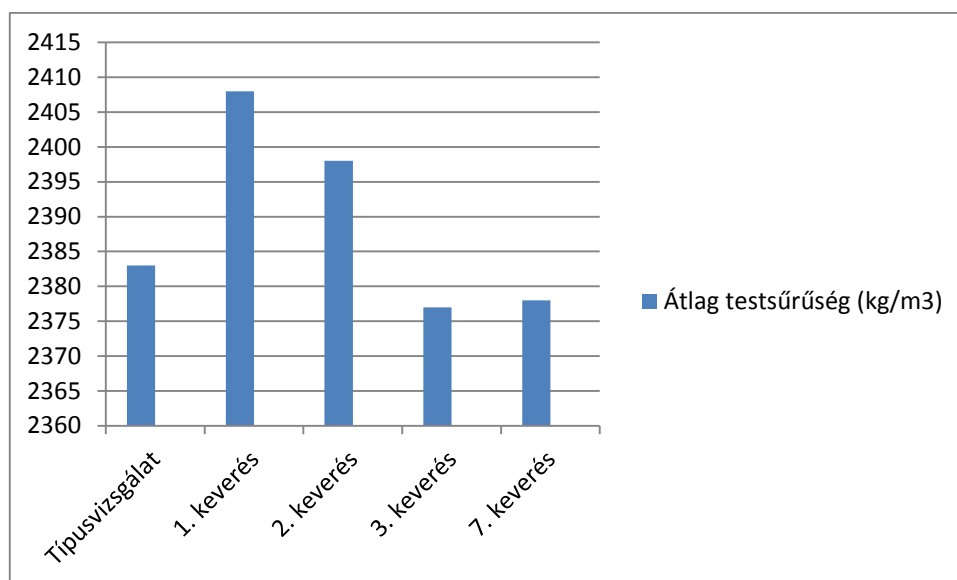
A grafikonon szépen kirajzolódik, hogy a típusvizsgálatban bár nagyobb hézagmentes testsűrűséget kaptunk, a jelenlegi keverések testsűrűsége a gyártás során folyamatosan növekszik. Ennek lehet az oka, hogy az AC11 kopó (F) 50/70-es keverék típusvizsgálata már 2 évvel ezelőtt készült, és bár a jelenlegi keverék ugyanabból a típusú kőből, ugyanabból a bányából származik, mégis a kőánya egy másik részéről jött az alapanyag. A kőanyag testsűrűsége jelentősen befolyásolja a keverék testsűrűségét, lehetséges, hogy ebben az esetben egy kisebb testsűrűségű kő lett felhasználva.

5.2. Testsűrűség és szabad hézag meghatározás

Az alábbi táblázat és grafikon a típusvizsgálatban szereplő átlagos testsűrűséget hasonlítja a keverések átlagos testsűrűségeihez. Megfigyelhető, hogy az első két keverés átlagos testsűrűsége jóval nagyobb, mint a típusvizsgálatban szereplő testsűrűség. Ennek több oka lehet. Egyik ok lehet a szemeloszlás. A későbbi összetétel-vizsgálatnál látható, hogy a keverésekben nagyobb arányban voltak jelen a nagyobb szemcsék, mint a típusvizsgálat szerinti szemeloszlás esetében. Előfordulhat viszont az is, hogy az előző aszfaltkeverék gyártás után fennmaradhatott néhány nagyobb szemcse a keverőteknőben, és ez hozzákeveredett ehhez a mintához.

Mindemellett a 3-as és 7-es keverés már szépen igazodik a típusvizsgálatban szereplő értékhez, így a teljes keverék testsűrűségére nincs hatással ez a kiugrás.

	Típusvizsgálat	1. keverés	2. keverés	3. keverés	7. keverés
Átlag testsűrűség (kg/m ³)	2383	2408	2398	2377	2378



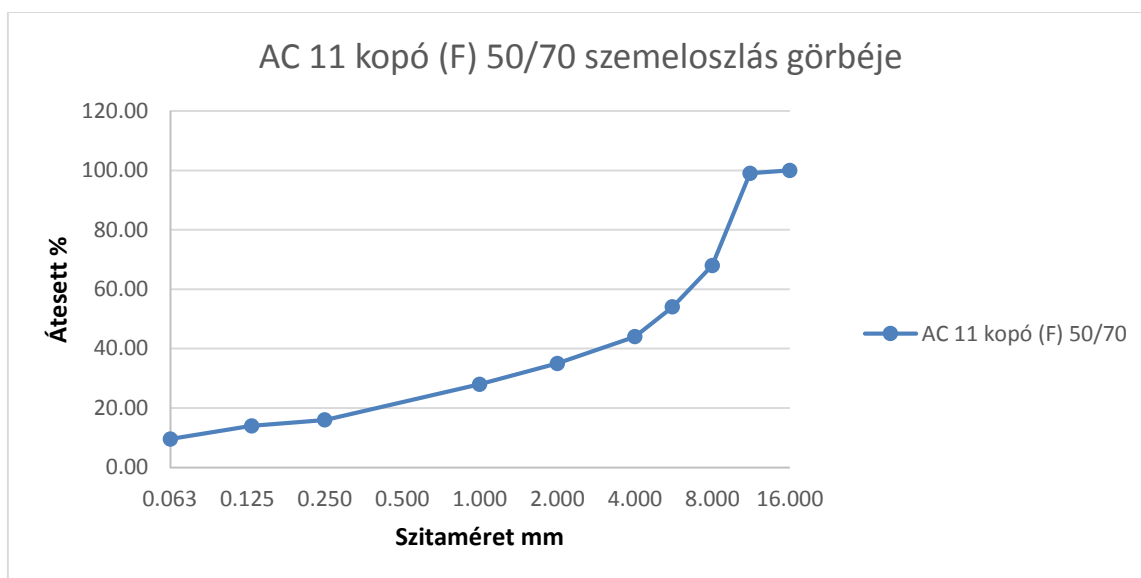
Az alábbi táblázat a szabad hézagtartalmak összehasonlítását mutatja. A szabad hézag százalékos értékét az előzőekben megkapott átlagos testsűrűségből és hézagmentes testsűrűség arányából kaptunk meg.

	Típusvizsgálat	1. keverés	2. keverés	3. keverés	7. keverés
Szabad hézag %	4,2	2,6	3	3,9	3,8

A szabad hézag tartalom is azt mutatja, hogy az első két keverés esetén kevesebb a hézag, ezek sűrűbb, tömörebb, több bitument tartalmazó minták. Ez a következő, összetétel vizsgálatban is ki lett mutatva, és már előzőleg a testsűrűségből is ez volt megfigyelhető. Itt is látszik viszont, hogy a későbbi keverések már közelítenek a típusvizsgálatban szereplő értékhez. Az Útügyi Műszaki előírásban (ÚT 2-3-301-1-2010) ennek a keveréknek(AC11 kopó) a szabad hézagtartalma 2,5-4,5 % között ingadozhat, ennek a megkapott értékek tökéletesen megfelelnek, így a kikevert aszfalt mechanikai paraméterein jelentős változást nem okoznak.

5.3. Összetétel vizsgálat (oldható bitumentartalom, szemeloszlás)

A vizsgált aszfaltkeverékem AC 11 kopó (F) 50/70. Az alábbi grafikon mutatja a típusvizsgálatban szereplő szemeloszlást.



A következő táblázat összesítve mutatja az átesett szemcsemennyiséget, a típusvizsgálatban szereplő szemeloszláshoz képest.

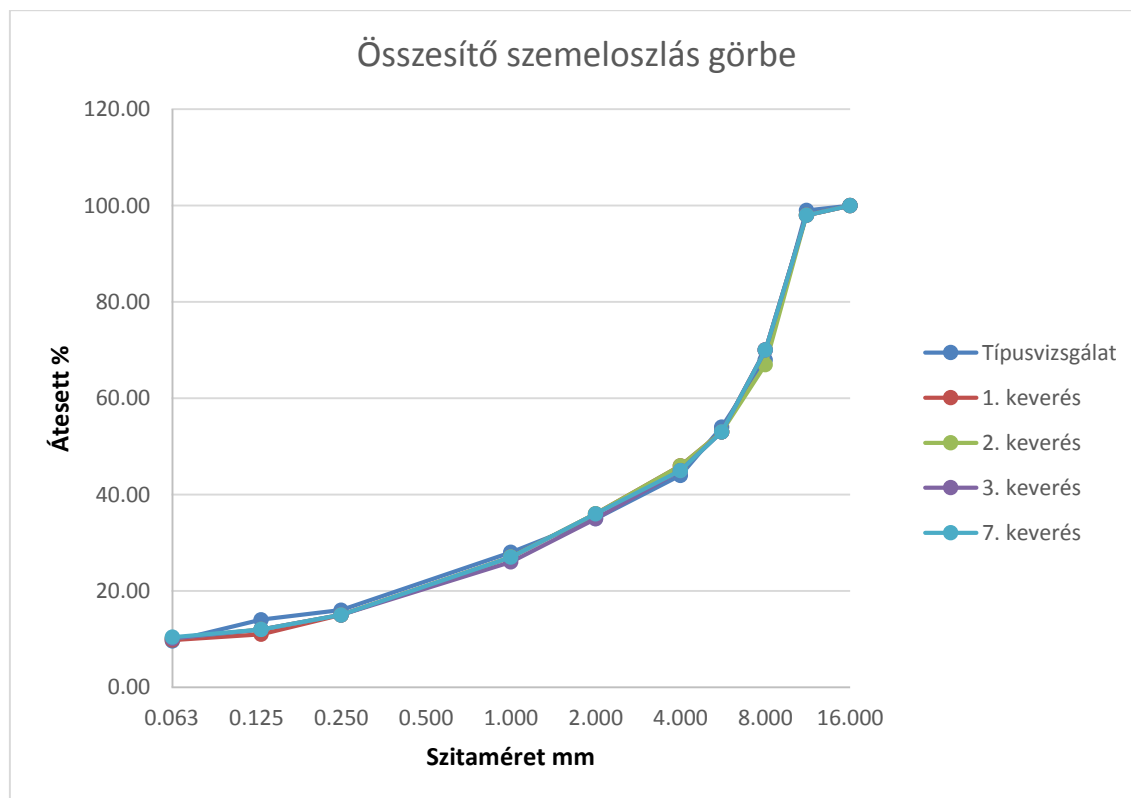
	Típusvizsgálat	1. keverés	2. keverés	3. keverés	7. keverés
16,00	100,00	100	100	100	100
11,20	99,00	98	98	98	98
8,00	68,00	70	67	70	70
5,60	54,00	53	53	53	53
4,00	44,00	46	46	45	45
2,00	35,00	36	36	35	36
1,00	28,00	27	27	26	27
0,25	16,00	15	15	15	15
0,13	14,00	11	12	12	12
0,063	9,600	9,8	10,2	10,1	10,4

Mint a táblázatban is látszik, nagyon hasonló eredményeket kaptam, tehát a gyártás elején alig-alig van eltérés a szemeloszlásban. Az előző vizsgálatok által kimutatott nagyobb sűrűség, merevség és kisebb hézagtartalom viszont itt is megmutatkozik. Látható, hogy az első keverések alkalmával a 8 mm-es szemcsenagyságból egy kicsivel több került a keverékbe. Magasabb volt a 4 mm-es szemnagyság átesési tömegszázaléka is. Ez alapján az apróbb szemcsékből a filler kivételével minden méretből kevesebb lett bekeverve, főleg a 0,13-as frakcióból.

Ennek a keveréknek a szemeloszlására négy előírást találtam az MSZ EN 13108-21-2006-os Üzemi gyártásellenőrzés című szabványában[1]:

1. 11,2 mm	- +5/-8	-	megfelel
2. 5,6 mm	- +7	-	megfelel
3. 0,063mm	- +2	-	nem felel meg

Az első két kritériumnak még megfelelnek a keverések, de a 0,063 mm-es fillerből egy kicsivel több van jelen a keverés elején, de ez a mennyiség még nem befolyásolja az aszfalt minőségét.



Az összesítő szemeloszlási görbén is látszik, hogy alig van különbség a típusvizsgálathoz képest. Ezen a grafikonon jobban szembetűnik, hogy a 0,13-as frakcióból egy kicsivel kevesebb került a gyártás eleji keverésekbe.

A következő táblázatban az oldható kötőanyag tartalom látható a keverésekre lebontva. Megállapítható, hogy a keverés megkezdésekor még egy kicsivel több bitumen kötőanyagot tartalmaz a keverék, mint amit gyártás közepéből készült típusvizsgálatban szereplő összetétel vizsgálat kimutat. Ez kisebb hézagtartalmú, nagyobb nyomvályúsodási hajlamú aszfaltot feltételez. Ettől függetlenül az 1. 2. és 7. keverés értékei még megfelelnek a szabványban előírt határértéknek (MSZ EN 13108-21-2006-os Üzemi gyártásellenőrzés)[1]. A szabvány csak $\pm 0,5\%$ -os eltérést engedélyez így az általam vizsgált 3-as keverékben viszont már túl sok bitumen található. Ez nagyon kicsi különbség, ami adódhat akár műszerpontatlanságból, vagy esetleg a mintában egy bitumen góc is lehetett. Mivel ennyire kicsi az eltérés ez még nem befolyásolhatja a kiterített aszfalt mechanikai paramétereit.

	AC 11 kopó (F) 50/70	1. keverés	2. keverés	3. keverés	7. keverés
Oldható kötőanyag tartalom	4,9	5,2	5,2	5,5	5,2

A Jegyzőkönyv mellékletben megtalálhatóak az összetétel vizsgálat pontos részletei táblázatokba szedve, és a vizsgálati jegyzőkönyvek is.

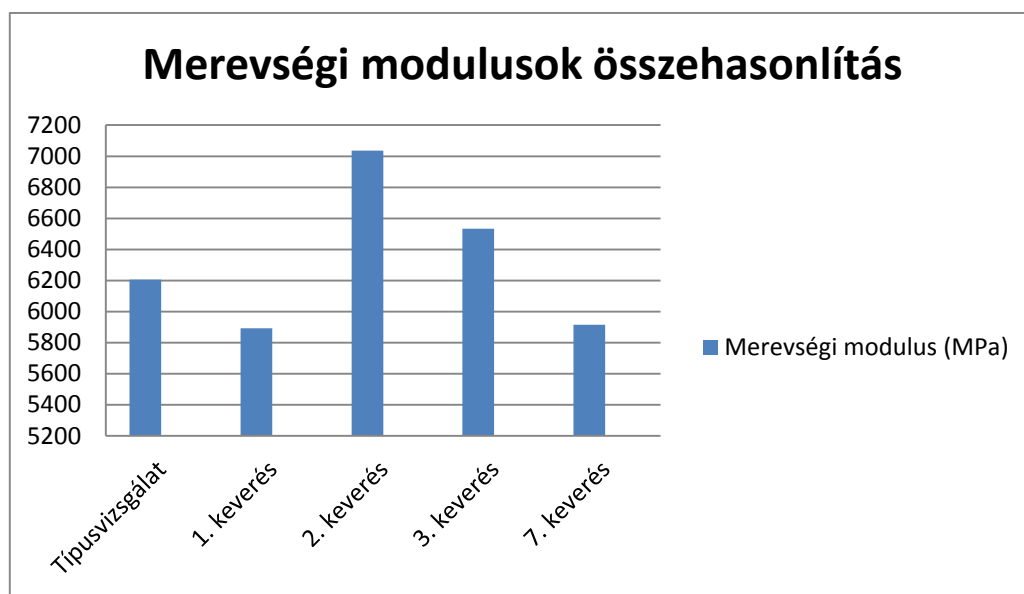
5.4. Merevség vizsgálat

A következő táblázatok a merevségi modulust mutatják. A típusvizsgálatban szereplő vizsgálati jelentés szerint az AC 11 kopó (F) 50/70-es aszfaltkeverék merevségi modulusainak az átlag értéke 6205 MPa. Nagyon jó merevségi értékeket kaptam, hiszen a négy vizsgálatból kettő meg is haladja a típusvizsgálatban található

merevséget. Emellett az is látható, hogy mint vártuk, a 7. keverés hasonlít legjobban a típusvizsgálati értékhez.

Az aszfalt rétegződésekor általában a középső kötő rétegek a legmerevebbek, ezek merevségi modulusai akár a 10.000 MPa-os értéket is elérhetik. Az átlagos kopórétegek körülbelül 3000-5000 MPa merevségi modulussal rendelkeznek. Bár ebben az aszfaltkeverékben egy lágyabb bitument alkalmaztak, a kőanyag összetétele olyan jó, hogy bőven meghaladja ezt az átlagos értéket. Így ez a keverék már a kezdeti gyártási szakaszban is nagyon jó merevséggel rendelkezik, későbbiekben sem léphet fel merevségi probléma a gyártás eleji minőség ingadozásból adódóan.

	Típusvizsgálat	1. keverés	2. keverés	3. keverés	7. keverés
Merevségi modulus (MPa)	6205	5892	7036	6534	5916



A Jegyzőkönyv mellékletben megtalálhatóak a vizsgálat pontos kimutatási eredményei.

5.5. Keréknyom vizsgálat

A következő táblázat a típusvizsgálatban szereplő vizsgálat eredményét mutatja az AC11 kopó (F) 50/70-es keverékre.

Típusvizsgálat AC11 kopó (F) 50/70

	A minta	B minta
Próbatest vastagsága (mm)	40	40
Próbatest testsűrűsége (kg/m ³)	2410	2408
WTRAIR keréknyom képződési görbe hajlásszöge	0,044	0,086
WTRAIR középérték	0,065	
PRDAIR fajlagos nyommélység (%)	4,9	5,9
PRDAIR középérték (%)	5,4	
RDAIR nyommélység (mm)	1,9	2,3
RDAIR Középérték (mm)	2,1	

A következő táblázat az egyes keverések nyommélységeit és fajlagos nyommélységeit hasonlítja össze a típusvizsgálatban szereplő értékekkel.

Látható, hogy a 2-es, 3-as és 7-es keverés nagyon megközelíti a típusvizsgálatban szereplő értéket, az ott vizsgált aszfaltminta nyomvályúsodási hajlama hasonló az általam vizsgált mintákkal.

Az értékelés kedvéért beszúrtam a szabad hézagtartalom eredményeit is. Általánosságban egy aszfaltkeveréknél minél kisebb a hézagtartalom, annál magasabb a fajlagos nyommélység. Ebben az esetben viszont a növekvő szabad hézag mellé a nyommélység is nő, ami nem jó eredmény.

Mindettől függetlenül viszont az eredmények még határértéken belül vannak. Az Ütügyi Műszaki előírás (ÚT 2-3-301-1-2010) szerint az ehhez a keverékhez tartozó maradandó alakváltozás 7% lehet, így bár kicsit magasabb nyomvályúsodási hajlam tapasztalható az első keverések között, a kiterített aszfalt nyomvályúsodási hajlamát ez nem fogja növelni.

	Típusvizsgálat	1. keverés	2. keverés	3. keverés	7. keverés
RDAIR nyommélység középértéke (mm)	2,1	1,4	2,1	2,3	2,4
PRDAIR fajlagos nyommélység középértéke (%)	5,4	3,4	5,2	5,7	5,9
Szabad hézag (%)	4,2	2,6	3	3,9	3,8

A jegyzőkönyv-mellékletben megtalálhatóak a vizsgálat részletes eredményei a vizsgálati jegyzőkönyvön.

5.6.Húzó-hasító vizsgálat

A típusvizsgálatban az AC 11 kopó (F) 50/70-es aszfaltkeverékre a következő értékek találhatók.

	Száraz próbatestek	Nedves próbatestek
Próbatestek száma	3	3
Átlagos magasság (mm)	64	64,5
Átlagos átmérő (mm)	101,8	101,9
Átlagos testsűrűség (kg/m ³)	2343	2339
Átlag hasító-húzó szil. (kPa)	2570	2350
ITRS %	91,4	

A következő táblázatokban az ITRS hasító-húzó szilárdsági tényező értékei láthatóak összehasonlítva.

	Típusvizsgálat	1. keverés	2. keverés	3. keverés	7. keverés
ITRS %	91,4	93,3	93,2	93,3	96,2

Látható, hogy az első keverékek szilárdsági értékei nagyobbak, mint a típusvizsgálatban szereplőké. Ez talán annak tudható be, hogy ezek a keverések, mint az előző vizsgálatok is kimutatták, kicsit sűrűbbek, merevebbek. Ezek nagyon jó eredmények, hiszen ez azt mutatja, hogy az első keveréseinkből készített próbatestek sokkal jobban reagáltak szilárdságilag a nedvességre, mint a típusvizsgálatban megvizsgált próbatestek.

A Jegyzőkönyv mellékletben megtalálhatóak a vizsgálat pontos adatai táblázatokban keverésekre lebontva, és a vizsgálati jegyzőkönyvek is.

6. Összefoglalás

Mivel napjainkban az aszfaltkeverékeket azok mechanikai vizsgálati eredményeinek megfelelősége alapján minősítik, diplomamunkámban is ezeket a mechanikai vizsgálatokat végeztem el. A kutatás célja az volt, hogy kiderüljön, hogy, hogy egy bizonyos aszfaltkeverék vajon megőrzi-e anyagminőségének a folytonosságát a gyártás folyamán. Ennek a minőség változásnak az oka az aszfaltkeverőgép finomhangolása a gyártás első szakaszában. Ezalatt a finomhangolás alatt a gép addig pontosítja a bemért alapanyag mennyiségeket, míg nem sikerült a pontos receptúrában leírtakat teljesítenie. Ez a finomhangolás az első legyártott 5 adagban végbe is megy. Kutatásomban egy AC11 kopó (F) 50/70-es aszfaltkeverékkel dolgoztam. Ezen belül is az első, második, harmadik, illetve a hetedik keverésből származó mintát vizsgáltam, és hasonlítottam össze a keverék típusvizsgálatában szereplő értékekkel. Arra voltam kíváncsi, hogy a gyártás első szakaszában legyártott aszfalt adagok, keverések (az első, második és harmadik) mechanikai paraméterei, mennyire térnek el, vagy nem térnek el a gyártás további szakaszában legyártottakétól. A hetedik legyártott keverést is vizsgáltam, hiszen ennek már mindenképpen a típusvizsgálatban szereplő értékekhez kellett hasonlítani, mert feltételezések szerint ez a finomhangolás miatti minőség változás már első 5 legyártott keverésben végbe megy. Vizsgáltam a keverések testsűrűségét, hézagtartalmát, összetételét, bitumentartalmát. Ezek mellett merevségi, húzó-hajlító vizsgálatot, keréknyomás vizsgálatot, vízerzékenységi vizsgálatot is végeztem.

Elmondható, hogy az első keverések jóval merevebbek, tömörebbek voltak, több oldható bitument tartalmaztak, de a vizsgálati eredmények szerint, összességében nincsenek jelentős eltérések a típus vizsgálatban szereplő értékekhez képest. Bár találhatók itt-ott kilógó eredmények, ezeknek sincs még minőségbefolyásoló hatásuk. Összehasonlítottam az Üzemi gyártásellenőrzés [1] című szabványban szereplő határértékekkel, ezekből sem lógnak ki. Nem találtam jelentős különbséget az első három keverés összehasonlításánál a hetedik keveréssel, sem az összes vizsgált keverés és a típusvizsgálati eredmények között. A vizsgálati eredmények azt mutatják, hogy a keverőgép által gyártott aszfalt első körülbelül 10 tonnája ugyanúgy megfelel a minőségi követelményeknek, mint a finomhangolás bekövetkezése után, már a pontosan beállított receptúra alapján gyártott aszfaltmennyiség. A bevezető résznél már szó volt

róla, hogy ez a kezdeti mennyiség már a tehergépkocsin elkeveredik. Ezáltal az útépitésre kikerült terítésre váró aszfalt minősége már elenyésző a későbbi adagokhoz képest, szinte semmilyen mértékben nem tudja befolyásolni a leterített aszfalt-burkolat minőségét, és a későbbi élettartamra sem lesz semmilyen hatással. Ez egy nagyon pozitív eredmény, hiszen így kijelenthető, hogy a keverőgép által kikevert aszfalt mennyiség 100%-osan felhasználható, a gép nem termel felesleges mennyiséget, aminek a megléte jelentős plusz költséget jelentett volna mind az aszfalt gyártásában, mind az útépitésben.

JEGYZŐKÖNYV MELLÉKLET

A következő táblázatok a hézagmentes testsűrűség vizsgálat részleteit mutatják az egyes keverésekre lebontva.

1. Keverés	
Piknométer száma	94
Piknométer vízértéke (m ³)	1280
Oldószer sűrűsége	996,3
Piknométer tömege (g)	582,7
Pikno+anyag tömege (g)	1323,8
Bemért anyag tömege (g)	741,1
Pikno+anyag+oldószer (g)	2300,4
Bemért anyag térfogata (m ³)	299,8
Anyag sűrűsége (kg/m ³)	2472

2. Keverés	
Piknométer száma	97
Piknométer vízértéke (m ³)	1162,5
Oldószer sűrűsége	996,3
Piknométer tömege (g)	696,6
Pikno+anyag tömege (g)	1533,7
Bemért anyag tömege (g)	837,1
Pikno+anyag+oldószer (g)	2354,4
Bemért anyag térfogata (m ³)	338,8
Anyag sűrűsége (kg/m ³)	2471

3. Keverés	
Piknométer száma	99
Piknométer vízártéke (m ³)	1316
Oldószer sűrűsége	996,3
Piknométer tömege (g)	564,2
Pikno+anyag tömege (g)	1305
Bemért anyag tömege (g)	740,8
Pikno+anyag+oldószer (g)	2317,7
Bemért anyag térfogata (m ³)	299,5
Anyag sűrűsége (kg/m ³)	2473

7. Keverés	
Piknométer száma	92
Piknométer vízártéke (m ³)	1276,5
Oldószer sűrűsége	996,3
Piknométer tömege (g)	506
Pikno+anyag tömege (g)	1217,9
Bemért anyag tömege (g)	711,9
Pikno+anyag+oldószer (g)	2202,9
Bemért anyag térfogata (m ³)	287,8
Anyag sűrűsége (kg/m ³)	2473

A következő táblázatok a szabad hézag meghatározásához szükséges tömegértékeket, testsűrűséget mutatja keverésekre lebontva. Látható szabad hézagtartalmak, és a próbatestek vízfelvevő képessége is.

1. Keverés			
Próbatest jele	I.	II.	III.
Száraz tömeg (g)	1209,3	1203	1197,7
Víz alatti tömeg (g)	711	707,8	705,2
Nedves tömeg (g)	1212,3	1207,3	1200,1
Testsűrűség (kg/m ³)	2408	2403	2414
Átlag testsűrűség (kg/m ³)	2408		
Felvett víz (g)	2,7	4,3	2,4

SZABAD HÉZAG	2,6
--------------	-----

2. Keverés			
Próbatest jele	I.	II.	III.
Száraz tömeg (g)	1201,3	1202,4	1198,9
Víz alatti tömeg (g)	703,3	706,3	705
Nedves tömeg (g)	1205,8	1205,8	1201,9
Testsűrűség (kg/m ³)	2385	2401	2407
Átlag testsűrűség (kg/m ³)	2398		
Felvett víz	4,5	3,4	3

SZABAD HÉZAG	3
--------------	---

3. Keverés			
Próbatest jele	I.	II.	III.
Száraz tömeg (g)	1200,8	1198	1198,3
Víz alatti tömeg (g)	702,6	697,1	700,9
Nedves tömeg (g)	1205,3	1202,9	1202
Testsűrűség (kg/m ³)	2383	2363	2386
Átlag testsűrűség (kg/m ³)	2377		
Felvett víz	4,5	4,9	3,7

SZABAD HÉZAG	3,9
--------------	-----

7. Keverés			
Próbatest jele	I.	II.	III.
Száraz tömeg (g)	1203,6	1207,6	1197,8
Víz alatti tömeg (g)	703,7	706,4	700
Nedves tömeg (g)	1208	1213,9	1202
Testsűrűség (kg/m ³)	2381	2374	2380
Átlag testsűrűség (kg/m ³)	2378		
Felvett víz	4,4	6,3	4,2

SZABAD HÉZAG	3,8
--------------	-----

A következő táblázatok a hasító-húzó vizsgálati eredményeket mutatják részletesen.

1. keverés					
Keverék jele	Mérés	vastagság	Fajlagos alakváltozás	Merevségi modulus	Átlag
		mm	microns	MPa	MPa
1/1	A	62	5,0	5963	5947,38
	B		5,0	5979	
1/2	A	62	4,9	6215	
	B		5,1	5804	
1/3	A	62	5,0	6297	
	B		5,0	5731	
1/4	A	63	5,0	5748	
	B		5,0	5842	

2. keverés					
Keverék jele	Mérés	vastagság	Fajlagos alakváltozás	Merevségi modulus	Átlag
		mm	microns	Mpa	Mpa
2/1	A	63	4,9	7432	7082,25
	B		5,1	6806	
2/2	A	62	4,9	6918	
	B		4,9	6765	
2/3	A	62	4,9	6831	
	B		5,0	7020	
2/4	A	63	5,0	7520	
	B		4,6	7366	

3. keverés					
Keverék jele	Mérés	vastagság	Fajlagos alakváltozás	Merevségi modulus	Átlag
		mm	microns	Mpa	Mpa
3/1	A	62	5,1	5049	6573,13
	B		4,8	5545	
3/2	A	62	5,0	7389	
	B		5,0	7084	
3/3	A	62	4,8	7099	
	B		4,8	6859	
3/4	A	62	5,0	7002	
	B		5,0	6558	

7. keverés					
Keverék jele	Mérés	vastagság	Fajlagos alakváltozás	Merevségi modulus	Átlag
		mm	microns	Mpa	Mpa
7/1	A	62	5,0	6191	5974,88
	B		4,9	5964	
7/2	A	68	5,0	5719	
	B		4,9	5666	
7/3	A	61	4,9	6302	
	B		4,8	6362	
7/4	A	61	5,1	5942	
	B		5,0	5653	

A következő táblázatok megmutatják az összetétel vizsgálat eredményét egyes keverésekre lebontva. A táblázat felső részében a vizsgálati adatok találhatóak, külön kiemelve az oldható kötőanyag tartalom. Az alsó részben és a grafikonokon az egyes keverések szemeloszlásai láthatóak.

1. KEVERÉS

	gramm
Szita tömege	3448,3
Szita + aszfalt tömege	4458,5
Aszfalt tömege	1010,2
Pohár tömege	559,9
Pohár + filler tömege	653,5
Töltőanyag tömege	93,6
Szita + ásványi anyag tömege	4312,8
Kötőanyag + filler tömege	145,7
Kötőanyag	52,1

Oldható kötőanyag (%)	5,2
-----------------------	-----

ÁSVÁNYI ANYAG:			
SZITÁK		fennmar.	átesett
	gramm	%	100
31,50	0,0	0,0	100
22,40	0,0	0,0	100
16,00	0,0	0,0	100
11,20	14,4	1,5	98
8,00	274,4	28,6	70
5,60	158,4	16,5	53
4,00	71,2	7,4	46
2,00	91,4	9,5	36
1,00	91,3	9,5	27
0,25	115,1	12,0	15
0,13	34,0	3,5	11
0,063	13,8	1,4	9,8
0,063-	0,2		

2. KEVERÉS

	gramm
Szita tömege	3448
Szita + aszfalt tömege	4382,7
Aszfalt tömege	934,7
Pohár tömege	535,2
Pohár + filler tömege	624,5
Töltőanyag tömege	89,3
Szita + ásványi anyag tömege	4244,8
Kötőanyag + filler tömege	137,9
Kötőanyag	48,6

Oldható kötőanyag (%)	5,2
-----------------------	-----

ÁSVÁNYI ANYAG:			
SZITÁK		fennmar.	átesett
	gramm	%	100
31,50	0	0	100
22,40	0	0	100
16,00	0	0	100
11,20	13,5	1,5	98
8,00	275,1	31	67
5,60	130,2	14,7	53
4,00	62,9	7,1	46
2,00	86,1	9,7	36
1,00	81,7	9,2	27
0,25	102,5	11,6	15
0,13	31,1	3,5	12
0,063	12,9	1,5	10,2
0,063-	0,1		

3. KEVERÉS

	gramm
Szita tömege	3451,8
Szita + aszfalt tömege	4385
Aszfalt tömege	933,2
Pohár tömege	571
Pohár + filler tömege	659,6
Töltőanyag tömege	88,6
Szita + ásványi anyag tömege	4244,8
Kötőanyag + filler tömege	140,2
Kötőanyag	51,6

Oldható kötőanyag (%)	5,5
-----------------------	-----

ÁSVÁNYI ANYAG:			
SZITÁK		fennmar.	átesett
	gramm	%	100
31,50	0	0	100
22,40	0	0	100
16,00	0	0	100
11,20	20,1	2,3	98
8,00	247,9	28,1	70
5,60	148,8	16,9	53
4,00	69,2	7,8	45
2,00	88,3	10	35
1,00	80	9,1	26
0,25	95,4	10,8	15
0,13	29,9	34	12
0,063	13,2	1,5	10,1
0,063-	0,2		

7. KEVERÉS

	gramm
Szita tömege	3450,2
Szita + aszfalt tömege	4535,5
Aszfalt tömege	1085,3
Pohár tömege	551,4
Pohár + filler tömege	657,3
Töltőanyag tömege	105,9
Szita + ásványi anyag tömege	4373,5
Kötőanyag + filler tömege	162
Kötőanyag	56,1

Oldható kötőanyag (%)	5,2
-----------------------	------------

ÁSVÁNYI ANYAG:			
SZITÁK		fennmar.	átesett
	gramm	%	100
31,50	0,0	0	100
22,40	0,0	0	100
16,00	0,0	0	100
11,20	17,9	1,7	98
8,00	292,7	28,4	70
5,60	174,8	17	53
4,00	81,2	7,9	45
2,00	90,7	8,8	36
1,00	93,5	9,1	27
0,25	120,5	11,7	15
0,13	35,0	3,4	12
0,063	15,5	1,5	10,4
0,063-	0,2		

A következő táblázatokban a húzó-hasító vizsgálat részletei láthatók keverékekre lebontva.

Aszfalt típusa	1. keverés	Száras próbatestek			Nedves próbatestek		
		1	2	3	1	2	3
Száras tömeg (g)		1201,9	1201	1199	1201,9	1194,7	1205,1
Víz alatti tömeg (g)		691,7	690,9	690,5	692,1	688,5	69404
Vizes tömeg (g)		1212	1210,7	1209	1214,1	1205,5	1219
Sűrűség (kg/m3)		2304	2305	2307	2297	2305	2292
Átlag (kg/m3)		2305			2298		
Geometriaai adatok							
	Magasság (mm)	65,7	65,9	65,7	66,8	65,7	67,3
	Átlag magasság mm	65,8			66,6		
	Átmérő (mm)	102	102	102	101,8	102,1	102
	Átlag átmérő (mm)	102			102		

Mérőóra állás (KN)	26,5	27,2	26,7	26,6	25	24,6
Indirekt húzószilárdság (Kpa)	2520	2580	2540	2480	2370	2280
Indirekt húzószilárdság átlag (Kpa)	2550			2380		
Hasító -húzó szil. Tényező ITRS (%)	93,3					

Aszfalt típusa	2. keverés	Száras próbatestek			Nedves próbatestek		
		1	2	3	1	2	3
Száras tömeg (g)		1192,7	1195,8	1198,1	1206,6	1200	1199,8
Víz alatti tömeg (g)		688,3	688,3	691,8	696,3	692,7	692
Vizes tömeg (g)		1202,6	1205,3	1206,2	1215,5	1210,1	1208,9
Sűrűség (kg/m3)		2314	2307	2324	2318	2314	2316
Átlag (kg/m3)		2315			2316		
Geometria adatok							
	Magasság (mm)	65,4	65,5	65,1	65,9	66	65,1
	Átlag magasság mm	65,3			65,7		
	Átmérő (mm)	101,8	102,1	102	101,8	102	102,1
	Átlag átmérő (mm)	102			102		

Mérőóra állás (KN)	27,5	28	2704	26	25,2	26,6
Indirekt húzószilárdság (Kpa)	2630	2670	2630	2470	2380	2540
Indirekt húzószilárdság átlag (Kpa)	2640			2460		
Hasító -húzó szil. Tényező ITRS (%)	93,2					

Aszfalt típusa	3. keverés				Nedves próbatestek		
		1	2	3	1	2	3
Száraz tömeg (g)		1136,2	1203,9	1140,9	1204,2	1142,8	1197,6
Víz alatti tömeg (g)		658	697,1	656,5	695,3	660,7	690
Vizes tömeg (g)		1140,8	1209,4	1147,8	1209	1148,6	1203,3
Sűrűség (kg/m3)		2348	2344	2317	2339	2337	2328
Átlag (kg/m3)		2336			2334		
Geometriai adatok							
	Magasság (mm)	60,5	65,3	62,8	65	61,7	65,2
	Átlag magasság mm	62,9			64		
	Átmérő (mm)	102,2	101,7	102	101,9	102,1	101,7
	Átlag átmérő (mm)	102			101,9		

Mérőóra állás (KN)	29,6	30,9	25,3	27,2	26	28,3
Indirekt húzószilárdság (Kpa)	3050	2960	2510	2610	2630	2720
Indirekt húzószilárdság átlag (Kpa)	2840			2650		
Hasító -húzó szil. Tényező ITRS (%)	93,3					

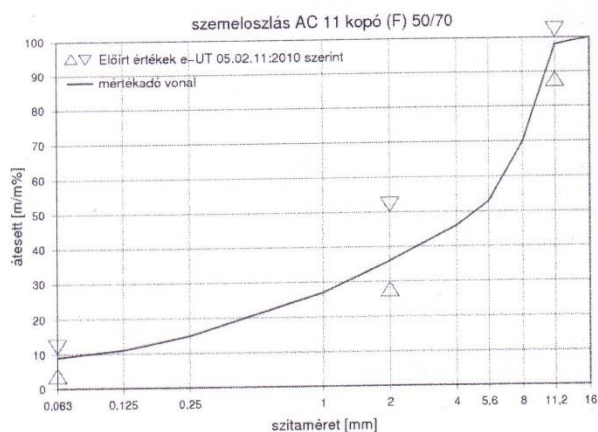
Aszfalt típusa	7. keverés	Száras próbatestek			Nedves próbatestek		
		1	2	3	1	2	3
Száras tömeg (g)		1198,2	1198,7	1205,5	1192	1203,5	1198,6
Víz alatti tömeg (g)		695,1	698	696,5	690	697,9	693,7
Vizes tömeg (g)		1202,4	1203	1210,9	1197	1208,8	1204,4
Sűrűség (kg/m3)		2354	2368	2338	2345	2350	2341
Átlag (kg/m3)		2354			2346		
Geometriai adatok							
	Magasság (mm)	64,1	63,1	65	63,9	64,8	64,9
	Átlag magasság mm	64,1			64,5		
	Átmérő (mm)	101,8	101,9	102	102	101,7	101,8
	Átlag átmérő (mm)	101,9			101,8		

Mérőóra állás (KN)	30,2	29,5	29,5	28,2	29	29,4
Indirekt húzószilárdság (Kpa)	2950	2920	2830	2750	2800	2830
Indirekt húzószilárdság átlag (Kpa)	2900			2790		
Hasító -húzó szil. Tényező ITRS (%)	96,2					

Vizsgálati eredmény:

Jellemző	szimb.	Szabvány / eljárás	Érték	Egység	Előírt értékek szerint e-UT	TT érték	Tűréshatár
Oldható kötőanyag-tartalom	S	MSZ EN 12697-1:2012, 5.4.2.1 alpont	5,2	m/m%	≥3,0		
Keverék hézagmentes testsűrűsége	ρ_{mv}	MSZ EN 12697-5:2002+A1:2008 (visszavont), 9.2 szakasz	2472	kg/m ³	-		
Testsűrűség	$\rho_{t\ ssd}$	MSZ EN 12697-6:2012, 9.3 szakasz B eljárás	2,408	Mg/m ³	-		
V _m hézagmentes tartalom	V _m	MSZ EN 12697-8:2003	2,6	V/V%	2,5 - 4,5		
Köváz befogadó hézag	VMA	MSZ EN 12697-8:2003	14,9	V/V%	-		
Kötőanyag-telítettség	VFB	MSZ EN 12697-8:2003	82,4	%	-		
Marshall próbatest száraz tömeg		MSZ EN 12697-6:2012	1203,3	g	-		
hézagmentes tests. vizsgálati hőm.		MSZ EN 12697-5:2002+A1:2008 (visszavont), 9.2 szakasz	28,0	°C	-		

MSZ EN 12697-2:2002+A1:2008 (visszavont)		
mm	át. [m/m%]	Előírt értékek szerint e-UT 05.02.11:2010
16,0	100	-
11,2	98	90 - 100
8,0	70	-
5,6	53	-
4,0	46	-
2,0	36	30 - 50
1,0	27	-
0,25	15	-
0,125	11	-
0,063	9,8	6,0 - 10,0



A minta származása nem képezi vizsgálat tárgyát. A vizsgálati eredmények csak az adott mintára vonatkoznak. A vizsgálati jelentés kivonatos sokszorosítása, ill. nyilvánosságra hozatala kizárólag TPA HU Kft. írásos engedélyével lehetséges.

18. ábra Összesített vizsgálati jegyzőkönyv 1. keverés

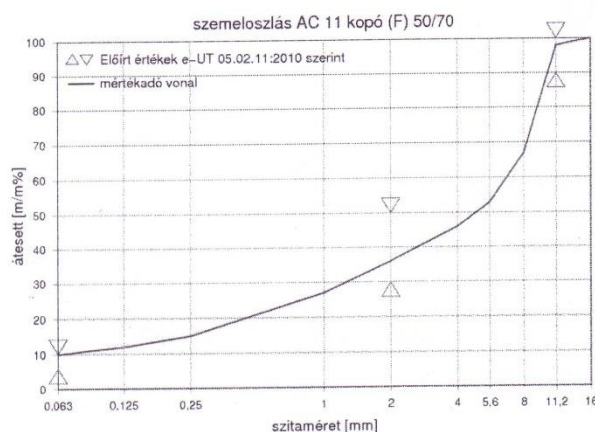
TPA HU Kft.
AC 11 kopó (F) 50/70

2/2 oldal
BUD/2016/00009

Vizsgálati eredmény:

Jellemző	szimb.	Szabvány / eljárás	Érték	Egység	Előírt értékek szerint e-UT	TT érték	Tűréshatár
Oldható kötőanyag-tartalom	S	MSZ EN 12697-1:2012, 5.4.2.1 alpont	5,2	m/m%	≥3,0		
Keverék hézagmentes testsűrűsége	ρ_{mv}	MSZ EN 12697-5:2002+A1:2008 (visszavont), 9.2 szakasz	2471	kg/m³	-		
Testsűrűség	ρ_{tssd}	MSZ EN 12697-6:2012, 9.3 szakasz B eljárás	2,398	Mg/m³	-		
Vm hézagtartalom	V _m	MSZ EN 12697-8:2003	3,0	V/V%	2,5 - 4,5		
Köváz befogadó hézag	VMA	MSZ EN 12697-8:2003	15,2	V/V%	-		
Kötőanyag-telítettség	VFB	MSZ EN 12697-8:2003	80,4	%	-		
Marshall próbatest száraz tömeg		MSZ EN 12697-6:2012	1200,8	g	-		
hézagmentes tests. vizsgálati hőm.		MSZ EN 12697-5:2002+A1:2008 (visszavont), 9.2 szakasz	28,0	°C	-		

MSZ EN 12697-2:2002+A1:2008 (visszavont)		
mm	át. [m/m%]	Előírt értékek szerint e-UT 05.02.11:2010
16,0	100	-
11,2	98	90 - 100
8,0	67	-
5,6	53	-
4,0	46	-
2,0	36	30 - 50
1,0	27	-
0,25	15	-
0,125	12	-
0,063	10,2	6,0 - 10,0



A minta származása nem képezi vizsgálat tárgyát. A vizsgálati eredmények csak az adott mintára vonatkoznak. A vizsgálati jelentés kivonatos sokszorosítása, ill. nyilvánosságra hozatala kizárólag TPA HU Kft. írásos engedélyével lehetséges.

19. ábra Összesített vizsgálati jegyzőkönyv 2. keverés

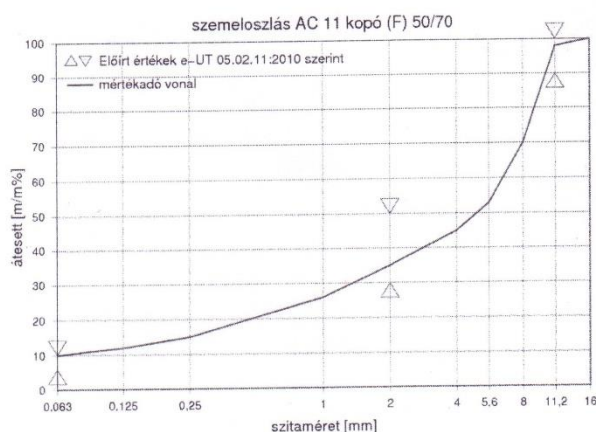
TPA HU Kft.
AC 11 kopó (F) 50/70

2/2 oldal
BUD/2016/00010

Vizsgálati eredmény:

Jellemző	szimb.	Szabvány / eljárás	Érték	Egység	Előírt értékek szerint e-UT	TT érték	Tűrőhatár
Oldható kötőanyag-tartalom	S	MSZ EN 12697-1:2012, 5.4.2.1 alpont	5,5	m/m%	≥3,0		
Keverék hézagmentes testsűrűsége	ρ_{mv}	MSZ EN 12697-5:2002+A1:2008 (visszavont), 9.2 szakasz	2473	kg/m³	-		
Testsűrűség	ρ_{tssd}	MSZ EN 12697-6:2012, 9.3 szakasz B eljárás	2,377	Mg/m³	-		
Vm hézagtartalom	V _m	MSZ EN 12697-8:2003	3,9	V/V%	2,5 - 4,5		
Köváz befogadó hézag	VMA	MSZ EN 12697-8:2003	16,7	V/V%	-		
Kötőanyag-telítettség	VFB	MSZ EN 12697-8:2003	76,7	%	-		
Marshall próbatest száraz tömeg		MSZ EN 12697-6:2012	1199,0	g	-		
hézagmentes tests. vizsgálati hőm.		MSZ EN 12697-5:2002+A1:2008 (visszavont), 9.2 szakasz	28,0	°C	-		

MSZ EN 12697-2:2002+A1:2008 (visszavont)		
mm	át. [m/m%]	Előírt értékek szerint e-UT 05.02.11:2010
16,0	100	-
11,2	98	90 - 100
8,0	70	-
5,6	53	-
4,0	45	-
2,0	35	30 - 50
1,0	26	-
0,25	15	-
0,125	12	-
0,063	10,1	6,0 - 10,0



A minta származása nem közepe vizsgálat tárgyát. A vizsgálati eredmények csak az adott mintára vonatkoznak. A vizsgálati jelentés kivonatolt sokszorosítása, ill. nyilvánosságra hozatala kizárólag TPA HU Kft. írásos engedélyével lehetséges.

20. ábra Összesített vizsgálati jegyzőkönyv 3. keverés

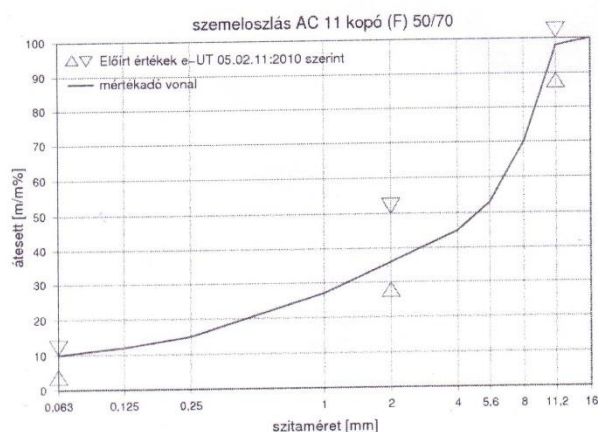
TPA HU Kft.
AC 11 kopó (F) 50/70

2/2 oldal
BUD/2016/00011

Vizsgálati eredmény:

Jellemző	szimb.	Szabvány / eljárás	Érték	Egység	Előírt értékek szerint e-UT	---	
						TT érték	Tűréshatár
Oldható kötőanyag-tartalom	S	MSZ EN 12697-1:2012, 5.4.2.1 alpont	5,2	m/m%	≥3,0		
Keverék hézagmentes testsűrűsége	ρ_{mv}	MSZ EN 12697-5:2002+A1:2008 (visszavont), 9.2 szakasz	2473	kg/m³	-		
Testsűrűség	ρ_{tssd}	MSZ EN 12697-6:2012, 9.3 szakasz B eljárás	2,378	Mg/m³	-		
Vm hézagtartalom	V_m	MSZ EN 12697-8:2003	3,8	V/V%	2,5 - 4,5		
Köváz befogadó hézag	VMA	MSZ EN 12697-8:2003	15,9	V/V%	-		
Kötőanyag-telítettség	VFB	MSZ EN 12697-8:2003	76,2	%	-		
Marshall próbatest száraz tömeg		MSZ EN 12697-6:2012	1203,0	g	-		
hézagmentes tests. vizsgálati hőm.		MSZ EN 12697-5:2002+A1:2008 (visszavont), 9.2 szakasz	28,0	°C	-		

MSZ EN 12697-2:2002+A1:2008 (visszavont)		
mm	át. [m/m%]	Előírt értékek szerint e-UT 05.02.11:2010
16,0	100	-
11,2	98	90 - 100
8,0	70	-
5,6	53	-
4,0	45	-
2,0	36	30 - 50
1,0	27	-
0,25	15	-
0,125	12	-
0,063	10,4	6,0 - 10,0



A minta származása nem közepe vizsgálat tárgyát. A vizsgálati eredmények csak az adott mintára vonatkoznak. A vizsgálati jelentés kivonatolt sokszorosítása, ill. nyilvánosságra hozatala kizárólag TPA HU Kft. írásos engedélyével lehetséges.

TPA HU Kft. Budapest Laboratórium Budapest Egység 1097 Budapest, Illatos út 8.																																																																											
VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV																																																																											
<i>A vizsgálati jegyzőkönyv 1 számozott oldalt tartalmaz.</i>																																																																											
Hasító-húzó vizsgálat hengeres próbatesteken (IT-CY) Indirekt húzószilárdság - Merevségi modulus meghatározása MSZ EN 12697-26:2012 C melléklet szerint																																																																											
Megrendelő (ügyfél): TPA HU Budapest Laboratórium Budapest Egység 1117 Budapest Gábor Dénes u. 2. Kivitelező (vállalkozó): TPA HU Budapest Laboratórium Budapest Egység Beépítés vagy származás helye: Külső azonosító: -	Minta száma: Ikt.szám: BUC/ 2016/00009 Munkaszám: 2016/00001 Mintavétel időpontja: 29.04.2016 06 Mintavétel módja: Megrendelő Mintakészítés időpontja: 2016.05.02 Vizsgálat időpontja: 2016.05.09	<u>Kapcsolódó dokumentumok azonosítói:</u> Mintavételi jegyzőkönyv: Mérés lapok: BUC/2016/00009_9.28																																																																									
Aszfaltkeverék megnevezése: AC 11 kopó (F) 50/70 Típusvizsgálat jele/száma: - Aszfaltkeverék előállításának módja: ömlesztett minta Minta tömörítésének módszere: MSZ EN 12697-30:2004+A1:2008	Minta testsűrűsége [kg/m ³]: 2398 Vizsgálati hőmérséklet [°C]: 20 Felfutási idő [ms]: 124 Poisson-tényező [-]: 0,35 Próbatestek kora [nap]: 7																																																																										
Vizsgálati eredmények																																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Próbatest jele és helyzete</th> <th style="text-align: center;">Próbatest magassága h [mm]</th> <th style="text-align: center;">Fajlagos alakváltozás micron</th> <th style="text-align: center;">Mért merevségi modulus Sm [MPa]</th> <th style="text-align: center;">Terhelési területtényező k</th> <th style="text-align: center;">Korrigált merevségi modulus Sm' [MPa]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">1A</td><td style="text-align: center;">63,0</td><td style="text-align: center;">4,9</td><td style="text-align: center;">7 432</td><td style="text-align: center;">0,591</td><td style="text-align: center;">7 388</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2A</td><td style="text-align: center;">62,0</td><td style="text-align: center;">4,9</td><td style="text-align: center;">6 918</td><td style="text-align: center;">0,592</td><td style="text-align: center;">6 882</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3A</td><td style="text-align: center;">62,0</td><td style="text-align: center;">4,9</td><td style="text-align: center;">6 831</td><td style="text-align: center;">0,588</td><td style="text-align: center;">6 778</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">4A</td><td style="text-align: center;">63,0</td><td style="text-align: center;">5,0</td><td style="text-align: center;">7 520</td><td style="text-align: center;">0,589</td><td style="text-align: center;">7 465</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td style="text-align: center;">1B</td><td style="text-align: center;">63,0</td><td style="text-align: center;">5,1</td><td style="text-align: center;">6 806</td><td style="text-align: center;">0,590</td><td style="text-align: center;">6 762</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2B</td><td style="text-align: center;">62,0</td><td style="text-align: center;">4,9</td><td style="text-align: center;">6 765</td><td style="text-align: center;">0,591</td><td style="text-align: center;">6 726</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3B</td><td style="text-align: center;">62,0</td><td style="text-align: center;">5,0</td><td style="text-align: center;">7 020</td><td style="text-align: center;">0,589</td><td style="text-align: center;">6 970</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">4B</td><td style="text-align: center;">63,0</td><td style="text-align: center;">4,6</td><td style="text-align: center;">7 366</td><td style="text-align: center;">0,590</td><td style="text-align: center;">7 317</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td style="text-align: center;"> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	Próbatest jele és helyzete	Próbatest magassága h [mm]	Fajlagos alakváltozás micron	Mért merevségi modulus Sm [MPa]	Terhelési területtényező k	Korrigált merevségi modulus Sm' [MPa]	1A	63,0	4,9	7 432	0,591	7 388	2A	62,0	4,9	6 918	0,592	6 882	3A	62,0	4,9	6 831	0,588	6 778	4A	63,0	5,0	7 520	0,589	7 465							1B	63,0	5,1	6 806	0,590	6 762	2B	62,0	4,9	6 765	0,591	6 726	3B	62,0	5,0	7 020	0,589	6 970	4B	63,0	4,6	7 366	0,590	7 317													Átlag [MPa] 7 036		
Próbatest jele és helyzete	Próbatest magassága h [mm]	Fajlagos alakváltozás micron	Mért merevségi modulus Sm [MPa]	Terhelési területtényező k	Korrigált merevségi modulus Sm' [MPa]																																																																						
1A	63,0	4,9	7 432	0,591	7 388																																																																						
2A	62,0	4,9	6 918	0,592	6 882																																																																						
3A	62,0	4,9	6 831	0,588	6 778																																																																						
4A	63,0	5,0	7 520	0,589	7 465																																																																						
1B	63,0	5,1	6 806	0,590	6 762																																																																						
2B	62,0	4,9	6 765	0,591	6 726																																																																						
3B	62,0	5,0	7 020	0,589	6 970																																																																						
4B	63,0	4,6	7 366	0,590	7 317																																																																						
Megjegyzés: D=102 mm																																																																											
Eszköz neve (száma): Cooper NU-10; Hőmérő 49/997.X; MITUTOYO tolómérő 12395715																																																																											
 Bélyegző TPA HU KFT 1117 BUDAPEST GÁBOR DÉNES U. 2. (Infopark D épület) 1097	 Hermann Tamás laboráns mérést / vizsgálatot végezte	 Ávár Vivien technológus műszaki tartalomért felelős																																																																									
Kelt: Budapest, 25.05.2016																																																																											
A vizsgálati jegyzőkönyvben szereplő vizsgálati eredmények csak a megvizsgálat egyedeire vonatkoznak. Ezen vizsgálati jegyzőkönyv, a vizsgáló laboratórium írásbeli engedélye nélkül, csak teljes terjedelmében másolható!																																																																											

22. ábra Hasító-húzó vizsgálat jegyzőkönyv 1. keverés

TPA HU Kft. Budapest Laboratórium Budapest Egység 1097 Budapest, Illatos út 8.					
VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV					
A vizsgálati jegyzőkönyv 1 számozott oldalt tartalmaz.					
Hasító-húzó vizsgálat hengeres próbatesteken (IT-CY) Indirekt húzószilárdság - Merevségi modulus meghatározása MSZ EN 12697-26:2012 C melléklet szerint					
Megrendelő (ügyfél): TPA HU Budapest Laboratórium Budapest Egység 1117 Budapest Gábor Dénes u. 2.		Minta száma:			
Kivitelező (vállalkozó): TPA HU Budapest Laboratórium Budapest Egység		Ikt.szám: BUC/ 2016/00008			
Beépítés vagy származás helye:		Munkaszám: 2016/00001			
Külső azonosító: -		Mintavétel időpontja: 29.04.2016 06			
<u>Kapcsolódó dokumentumok azonosítói:</u>		Mintavétel módja: Megrendelő			
Mintavételi jegyzőkönyv:		Mintakészítés időpontja: 2016.05.02			
Mérési lapok: BUC/2016/00008_9.28		Vizsgálat időpontja: 2016.05.09			
Aszfaltkeverék megnevezése: AC 11 kopó (F) 50/70		Minta testsűrűsége [kg/m³]: 2408			
Típusvizsgálat jele/száma: -		Vizsgálati hőmérséklet [°C]: 20			
Aszfaltkeverék előállításának módja: ömlesztett minta		Felfutási idő [ms]: 124			
Minta tömörítésének módszere: MSZ EN 12697-30:2004+A1:2008		Poisson-tényező [-]: 0,35			
		Próbatestek kora [nap]: 7			
Vizsgálati eredmények					
Próbatest jele és helyzete	Próbatest magassága h [mm]	Fajlagos alakváltozás micron	Mért merevségi modulus Sm [MPa]	Terhelési területtényező k	Korrigált merevségi modulus Sm' [MPa]
1A	62,0	5,0	5 963	0,580	5 888
2A	62,0	4,9	6 215	0,585	6 156
3A	62,0	5,0	6 297	0,586	6 241
4A	63,0	5,0	5 748	0,582	5 683
1B	62,0	5,0	5 979	0,588	5 934
2B	62,0	5,1	5 804	0,590	5 768
3B	62,0	5,0	5 731	0,587	5 685
4B	63,0	5,0	5 842	0,583	5 780
Átlag		[MPa]		5 892	
Megjegyzés: D=102 mm					
Eszköz neve (száma): Cooper NU-10; Hőmérő 49/997.X; MITUTOYO tolómérő 12395715					
 Bélyegző TPA HU KFT. 1117 BUDAPEST GÁBOR DÉNES U. 2. (Hátsópark D. épület)		 Hermann Tamás laboráns mérést / vizsgálatot végezte		 Ávár Vivien technológus műszaki tartalomért felelős	
Kelt: Budapest, 09.05.2016					
A vizsgálati jegyzőkönyvben szereplő vizsgálati eredmények csak a megvizsgálat egyedeire vonatkoznak. Ezen vizsgálati jegyzőkönyv, a vizsgáló laboratórium írásbeli engedélye nélkül, csak teljes terjedelmében másolható!					

23. ábra Hasító-húzó vizsgálat jegyzőkönyv 2. keverés

TPA HU Kft. Budapest Laboratórium Budapest Egység 1097 Budapest, Illatos út 8. VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV																																																																															
A vizsgálati jegyzőkönyv 1 számozott oldalt tartalmaz. Hasító-húzó vizsgálat hengeres próbatesteken (IT-CY) Indirekt húzószilárdság - Merevségi modulus meghatározása MSZ EN 12697-26:2012 C melléklet szerint																																																																															
Megrendelő (ügyfél): TPA HU Budapest Laboratórium Budapest Egység 1117 Budapest Gábor Dénes u. 2. Kivitelező (vállalkozó): TPA HU Budapest Laboratórium Budapest Egység Beépítés vagy származás helye: Külső azonosító: -	Minta száma: Ikt.szám: BUC/ 2016/00010 Munkaszám: 2016/00001 Mintavétel időpontja: 29.04.2016 06 Mintavétel módja: Megrendelő Mintakészítés időpontja: 2016.05.02 Vizsgálat időpontja: 2016.05.09																																																																														
<u>Kapcsolódó dokumentumok azonosítói:</u> Mintavételi jegyzőkönyv: Mérés lapok: BUC/2016/00010_9.28																																																																															
Aszfaltkeverék megnevezése: AC 11 kopó (F) 50/70 Típusvizsgálat jele/száma: - Aszfaltkeverék előállításának módja: ömlesztett minta Minta tömörítésének módszere: MSZ EN 12697-30:2004+A1:2008	Minta testsűrűsége [kg/m ³]: 2377 Vizsgálati hőmérséklet [°C]: 20 Felfutási idő [ms]: 124 Poisson-tényező [-]: 0,35 Próbatestek kora [nap]: 7																																																																														
Vizsgálati eredmények																																																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Próbatest jele és helyzete</th> <th style="width: 15%;">Próbatest magassága h [mm]</th> <th style="width: 15%;">Fajlagos alakváltozás micron</th> <th style="width: 15%;">Mért merevségi modulus Sm [MPa]</th> <th style="width: 15%;">Terhelési területtényező k</th> <th style="width: 15%;">Korrigált merevségi modulus Sm' [MPa]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1A</td><td>62,0</td><td>5,1</td><td>5 049</td><td>0,577</td><td>4 979</td></tr> <tr><td>2A</td><td>62,0</td><td>5,0</td><td>7 389</td><td>0,578</td><td>7 282</td></tr> <tr><td>3A</td><td>62,0</td><td>4,8</td><td>7 099</td><td>0,581</td><td>7 011</td></tr> <tr><td>4A</td><td>62,0</td><td>5,0</td><td>7 002</td><td>0,588</td><td>6 947</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>1B</td><td>62,0</td><td>4,8</td><td>5 545</td><td>0,581</td><td>5 480</td></tr> <tr><td>2B</td><td>62,0</td><td>5,0</td><td>7 389</td><td>0,583</td><td>7 306</td></tr> <tr><td>3B</td><td>62,0</td><td>4,8</td><td>6 859</td><td>0,582</td><td>6 779</td></tr> <tr><td>4B</td><td>62,0</td><td>5,0</td><td>6 558</td><td>0,584</td><td>6 491</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>		Próbatest jele és helyzete	Próbatest magassága h [mm]	Fajlagos alakváltozás micron	Mért merevségi modulus Sm [MPa]	Terhelési területtényező k	Korrigált merevségi modulus Sm' [MPa]	1A	62,0	5,1	5 049	0,577	4 979	2A	62,0	5,0	7 389	0,578	7 282	3A	62,0	4,8	7 099	0,581	7 011	4A	62,0	5,0	7 002	0,588	6 947													1B	62,0	4,8	5 545	0,581	5 480	2B	62,0	5,0	7 389	0,583	7 306	3B	62,0	4,8	6 859	0,582	6 779	4B	62,0	5,0	6 558	0,584	6 491												
Próbatest jele és helyzete	Próbatest magassága h [mm]	Fajlagos alakváltozás micron	Mért merevségi modulus Sm [MPa]	Terhelési területtényező k	Korrigált merevségi modulus Sm' [MPa]																																																																										
1A	62,0	5,1	5 049	0,577	4 979																																																																										
2A	62,0	5,0	7 389	0,578	7 282																																																																										
3A	62,0	4,8	7 099	0,581	7 011																																																																										
4A	62,0	5,0	7 002	0,588	6 947																																																																										
1B	62,0	4,8	5 545	0,581	5 480																																																																										
2B	62,0	5,0	7 389	0,583	7 306																																																																										
3B	62,0	4,8	6 859	0,582	6 779																																																																										
4B	62,0	5,0	6 558	0,584	6 491																																																																										
Átlag [MPa] 6 534																																																																															
Megjegyzés: D=102 mm																																																																															
Eszköz neve (száma): Cooper NU-10; Hőmérő 49/997.X; MITUTOYO tolómérő 12395715																																																																															
 Bélyegző TPA HU Kft. 1117 BUDAPEST GÁBOR DÉNES U. 2. 1097 Budapest	 Hermann Tamás laboráns mérést / vizsgálatot végezte																																																																														
Kelt: Budapest, 25.05.2016	 Ávár Vivien technológus műszaki tartalomért felelős																																																																														
A vizsgálati jegyzőkönyvben szereplő vizsgálati eredmények csak a megvizsgálat egyedeire vonatkoznak. Ezen vizsgálati jegyzőkönyv, a vizsgáló laboratórium írásbeli engedélye nélkül, csak teljes terjedelmében másolható!																																																																															

24. ábra Hasító-húzó vizsgálat jegyzőkönyv 3. keverés

TPA HU Kft. Budapest Laboratórium Budapest Egység 1097 Budapest, Illatos út 8.																																																																																				
VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV																																																																																				
A vizsgálati jegyzőkönyv 1 számozott oldalt tartalmaz.																																																																																				
Hasító-húzó vizsgálat hengeres próbatesteken (IT-CY) Indirekt húzószilárdság - Merevségi modulus meghatározása MSZ EN 12697-26:2012 C melléklet szerint																																																																																				
Megrendelő (ügyfél): TPA HU Budapest Laboratórium Budapest Egység 1117 Budapest Gábor Dénes u. 2. Kivitelező (vállalkozó): TPA HU Budapest Laboratórium Budapest Egység Beépítés vagy származás helye: Külső azonosító: -	Minta száma: Ikt.szám: BUC/ 2016/00011 Munkaszám: 2016/00001 Mintavétel időpontja: 29.04.2016 06 Mintavétel módja: Megrendelő Mintakészítés időpontja: 2016.05.02 Vizsgálat időpontja: 2016.05.09																																																																																			
<u>Kapcsolódó dokumentumok azonosítói:</u> Mintavételi jegyzőkönyv: Mérési lapok: BUC/2016/00011_9.28																																																																																				
Aszfaltkeverék megnevezése: AC 11 kopó (F) 50/70 Típusvizsgálat jele/száma: - Aszfaltkeverék előállításának módja: ömlesztett minta Minta tömörítésének módszere: MSZ EN 12697-30:2004+A1:2008	Minta testsűrűsége [kg/m³]: 2378 Vizsgálati hőmérséklet [°C]: 20 Felfutási idő [ms]: 124 Poisson-tényező [-]: 0,35 Próbatetek kora [nap]: 7																																																																																			
Vizsgálati eredmények																																																																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Próbatest jele és helyzete</th> <th>Próbatest magassága</th> <th>Fajlagos alakváltozás</th> <th>Mért merevségi modulus</th> <th>Terhelési terület-tényező</th> <th>Korrigált merevségi modulus</th> </tr> <tr> <th>h [mm]</th> <th>micron</th> <th>Sm [MPa]</th> <th>k</th> <th>Sm' [MPa]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1A</td><td>62,0</td><td>5,0</td><td>6 191</td><td>0,583</td><td>6 124</td></tr> <tr><td>2A</td><td>62,0</td><td>5,0</td><td>5 719</td><td>0,587</td><td>5 673</td></tr> <tr><td>3A</td><td>61,0</td><td>4,9</td><td>6 302</td><td>0,585</td><td>6 242</td></tr> <tr><td>4A</td><td>61,0</td><td>5,1</td><td>5 942</td><td>0,586</td><td>5 890</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>1B</td><td>62,0</td><td>4,9</td><td>5 964</td><td>0,584</td><td>5 904</td></tr> <tr><td>2B</td><td>62,0</td><td>4,9</td><td>5 666</td><td>0,582</td><td>5 603</td></tr> <tr><td>3B</td><td>61,0</td><td>4,8</td><td>6 362</td><td>0,584</td><td>6 297</td></tr> <tr><td>4B</td><td>61,0</td><td>5,0</td><td>5 653</td><td>0,583</td><td>5 593</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>		Próbatest jele és helyzete	Próbatest magassága	Fajlagos alakváltozás	Mért merevségi modulus	Terhelési terület-tényező	Korrigált merevségi modulus	h [mm]	micron	Sm [MPa]	k	Sm' [MPa]	1A	62,0	5,0	6 191	0,583	6 124	2A	62,0	5,0	5 719	0,587	5 673	3A	61,0	4,9	6 302	0,585	6 242	4A	61,0	5,1	5 942	0,586	5 890													1B	62,0	4,9	5 964	0,584	5 904	2B	62,0	4,9	5 666	0,582	5 603	3B	61,0	4,8	6 362	0,584	6 297	4B	61,0	5,0	5 653	0,583	5 593												
Próbatest jele és helyzete	Próbatest magassága		Fajlagos alakváltozás	Mért merevségi modulus	Terhelési terület-tényező	Korrigált merevségi modulus																																																																														
	h [mm]	micron	Sm [MPa]	k	Sm' [MPa]																																																																															
1A	62,0	5,0	6 191	0,583	6 124																																																																															
2A	62,0	5,0	5 719	0,587	5 673																																																																															
3A	61,0	4,9	6 302	0,585	6 242																																																																															
4A	61,0	5,1	5 942	0,586	5 890																																																																															
1B	62,0	4,9	5 964	0,584	5 904																																																																															
2B	62,0	4,9	5 666	0,582	5 603																																																																															
3B	61,0	4,8	6 362	0,584	6 297																																																																															
4B	61,0	5,0	5 653	0,583	5 593																																																																															
Átlag [MPa] 5 916																																																																																				
Megjegyzés: D=102 mm																																																																																				
Eszköz neve (száma): Cooper NU-10; Hőmérő 49/997.X; MITUTOYO tolómérő 12395715																																																																																				
 Bélyegző 1117 BUDAPEST GÁBOR DÉNES U. 2. Infopark D 600	 Hermann Tamás laboráns mérés / vizsgálatot végezte																																																																																			
Kelt: Budapest, 25.05.2016	 Ávár Vivien technológus műszaki tartalomért felelős																																																																																			
A vizsgálati jegyzőkönyvben szereplő vizsgálati eredmények csak a megvizsgálat egyedekre vonatkoznak. Ezen vizsgálati jegyzőkönyv, a vizsgáló laboratórium írásbeli engedélye nélkül, csak teljes terjedelmében másolható!																																																																																				

25. ábra Hasító-húzó vizsgálat 7. keverés

TPA HU Kft. Budapest Laboratórium Budapest Egység 1097 Budapest, Illatos út 8.		TPA	
Vizsgálati jegyzőkönyv			
A vizsgálati jegyzőkönyv 1 számozott oldalt tartalmaz			
Aszfaltkeverékek. Meleg aszfaltkeverék vizsgálati módszerei 12. rész. Aszfalt próbatestek vízerzékenységének meghatározása MSZ EN 12697-12:2009 A módszer			
Megrendelő (ügyfél): Kivitelező (vállalkozó): Azonosítója: Beépítés vagy származás helye:		TPA HU Budapest Laboratórium Budapest Egység - 1.kev. diplomamunka BP/0006/2015 - keverőtelep	
Kapcsolódó dokumentumok azonosítói:		Típusvizsgálat jele:	
Mintavételi jegyzőkönyv:		Ikt.szám: BUD/ 2016/00008	
Mérési lapok: BUD/2016/00008_9.20		Mintavétel időpontja: 29.04.2016 Mintavétel módja: Megrendelő által Beérkezés időpontja: 02.05.2016 Vizsgálat elvégzésének időpontja: 20.05.2016	
Aszfalt típusa: AC 11 kopó (F) 50/70			
		Száraz próbatestek	Nedves próbatestek
Vizsgált próbatestek száma: [db]		3	3
A próbatestek a kondicionálás megkezdése előtt min. 16 órát pihentek.			
Marshall próbatest (MSZ EN 12697-30:2004/A1:2008 4.1. alapján)	2x35 ütés	2x35 ütés	
Próbatestek átlagos magassága:[mm]	65,8	65,9	
Próbatestek átlagos átmérője:[mm]	102,0	102,0	
Próbatestek átlagos testsűrűsége: [kg/m³]	2305	2299	
Tárolási idő: [h]	2	2	
Vizsgálati hőmérséklet: [°C]	15,0	15,0	
Átlagos hasító-húzó szilárdság: [kPa]	2550	2410	
Törés típusa:	Kombináció	Kombináció	
ITSR [%]		94,5	
Megjegyzés:			
A keverék bevontsági foka megfelelő: Igen ☒ Nem ☐			
Széttört vagy szétrepedt szemcsét észleltünk: Igen ☐ Nem ☒			
Eszköz neve (száma):Hasító feltét 99,Tolómérő 005,Döngölő Strassentest 1271/1988,Termosztát 760154,Száritószekrény Venticell B-042425,Sartorius mérleg 70908893, Vákuum berendezés 09350612,Termosztát 024955900G,Törőgép 20297 03,Hőmérő 29/11.II,Hőmérő 18/997 X.,Hőmérő 156/993 II.			
TPA Bélyegző TPA HU KFT. 1117 BUDAPEST GABOR DÉNES U. 2. (Illatos út épület) 20.05.2016		Kiss Kissné Szabó Éva laboráns mérés/vizsgálatot végezte Ávár Vivien Brigitta technológus műszaki tartalomért felelős	
A vizsgálati jegyzőkönyvben szereplő vizsgálati eredmények csak a megvizsgált egyedekre vonatkoznak. Ezen vizsgálati jegyzőkönyv a vizsgáló laboratórium írásbeli engedélye nélkül csak teljes terjedelmében másolható!			

26. ábra Vízérzékenység vizsgálat jegyzőkönyv 1. keverés

TPA HU Kft.		TPA	
Budapest Laboratórium Budapest Egység			
1097 Budapest, Illatos út 8.			
Vizsgálati jegyzőkönyv			
A vizsgálati jegyzőkönyv 1 számozott oldal tartalmaz			
Aszfaltkeverékek. Meleg aszfaltkeverék vizsgálati módszerei			
12. rész. Aszfalt próbatestek vízázékenységeinek meghatározása			
MSZ EN 12697-12:2009 A módszer			
Megrendelő (ügyfél):	TPA HU Budapest Laboratórium Budapest Egység	Típusvizsgálat jele:	
Kivitelező (vállalkozó):	-	Ikt.szám: BUD/ 2016/00009	
Azonosítója:	2.kev. diplomamunka BP/0006/2015		
Beépítés vagy származás helye:	-		
keverőtelep			
Kapcsolódó dokumentumok azonosítói:	Mintavétel időpontja: 29.04.2016	Mintavétel módja: Megrendelő által	
Mintavételi jegyzőkönyv:	Mintavétel időpontja: 02.05.2016	Beérkezés időpontja: 20.05.2016	
Mérési lapok: BUD/2016/00009_9.20	Vizsgálat elvégzésének időpontja: 20.05.2016		
AC 11 kopó (F) 50/70			
Aszfalt típusa:		AC 11 kopó (F) 50/70	
		Száraz próbatestek	Nedves próbatestek
Vizsgált próbatestek száma: [db]	3	3	3
A próbatestek a kondicionálás megkezdése előtt min. 16 órát pihentek.			
Marshall próbatest	2x35 ütés	2x35 ütés	
(MSZ EN 12697-30:2004/A1:2008 4.1. alapján)	65,3	65,7	
Próbatestek átlagos magassága:[mm]	102,0	102,0	
Próbatestek átlagos átmérője:[mm]	2315	2316	
Próbatestek átlagos testsűrűsége: [kg/m³]	2	2	
Tárolási idő: [h]	15,0	15,0	
Vizsgálati hőmérséklet: [°C]	2640	2460	
Átlagos hasító-húzó szilárdság: [kPa]	Kombináció	Kombináció	
Törés típusa:			
ITSR [%]		93,2	
Megjegyzés:			
A keverék bevontsági foka megfelelő: Igen ☒ Nem ☐			
Széttört vagy szétrepedt szemcsét észleltünk: Igen ☐ Nem ☒			
Eszköz neve (száma):Hasító feltét 99,Tolómérő 005,Döngölő Strassentest 1271/1988,Termosztát 760154,Száritószekevény Venticell B-042425,Sartorius mérleg 70908893, Vákuum berendezés 09350612,Termosztát 024955900G,Törőgépg 20297 03,Hőmérő 29/11.II,Hőmérő 18/997.X.,Hőmérő 156/993 II.			
TPA Budapest Laboratórium Budapest Egység		Kiss Szabó Éva laboráns	
Bélyegző		mérést/vizsgálatot végezte	
20.05.2016		Ávár Vivien Brigitta technológus	
		műszaki tartalomért felelős	
A vizsgálati jegyzőkönyvben szereplő vizsgálati eredmények csak a megvizsgált egyedekre vonatkoznak. Ezen vizsgálati jegyzőkönyv a vizsgált laboratórium írásbeli engedélye nélkül csak teljes terjedelmében másolható!			

27. ábra Vízérzékenység vizsgálat jegyzőkönyv 2. keverés

TPA HU Kft. Budapest Laboratórium Budapest Egység 1097 Budapest, Illatos út 8.		
Vizsgálati jegyzőkönyv		
A vizsgálati jegyzőkönyv 1 számozott oldalt tartalmaz		
Aszfaltkeverékek. Meleg aszfaltkeverék vizsgálati módszerei 12. rész. Aszfalt próbatestek vízáteresztőképességének meghatározása MSZ EN 12697-12:2009 A módszer		
Megrendelő (ügyfél): Kivitelező (vállalkozó): Azonosítója: Beépítés vagy származás helye:	TPA HU Budapest Laboratórium Budapest Egység - 3.kev. diplomamunka BP/0006/2015 - keverőtelep	Típusvizsgálat jele: Ikt.szám: BUD/ 2016/00010
Kapcsolódó dokumentumok azonosítói: Mintavételi jegyzőkönyv: Mérés lapok:		Mintavétel időpontja: 29.04.2016 Mintavétel módja: Megrendelő által Beérkezés időpontja: 02.05.2016 Vizsgálat elvégzésének időpontja: 20.05.2016
BUD/2016/00010_9.20		
Aszfalt típusa: AC 11 kopó (F) 50/70		
	Száraz próbatestek	Nedves próbatestek
Vizsgált próbatestek száma: [db]	3	3
A próbatestek a kondicionálás megkezdése előtt min. 16 órát pihentek.		
Marshall próbatest (MSZ EN 12697-30:2004/A1:2008 4.1. alapján)	2x35 ütés	2x35 ütés
Próbatestek átlagos magassága:[mm]	62,9	64,0
Próbatestek átlagos átmérője:[mm]	102,0	101,9
Próbatestek átlagos testsűrűsége: [kg/m ³]	2336	2334
Tárolási idő: [h]	2	2
Vizsgálati hőmérséklet: [°C]	15,0	15,0
Átlagos hasító-húzó szilárdság: [kPa]	2840	2650
Törés típusa:	Kombináció	Kombináció
		93,3
ITSR [%]		
Megjegyzés:		
A keverék bevontsági foka megfelelő:		
Széttört vagy szétrepedt szemcsét észleltünk:		
Eszköz neve (száma): Hasító feltét 99, Tolómérő 005, Döngölő Strassentest 1271/1988, Termosztát 760154, Szárlószelektény Venticell B-042425, Sartorius mérleg 70908893, Vákuum berendezés 09350612, Termosztát 024955900G, Törőgép 20297 03, Hőmérő 29/11.11, Hőmérő 18/997 X., Hőmérő 156/993 II.		
 Bélyegző TPA HU KFT. 1117 BUDAPEST GÁBOR DÉNES U. 2. 20.05.2016	 Kocsis Domonkos laboráns mérést/vizsgálatot végezte	 Ávár Vivien Brigitta technológus műszaki tartalomért felelős
A vizsgálati jegyzőkönyvben szereplő vizsgálati eredmények csak a megvizsgált egyedekre vonatkoznak. Ezen vizsgálati jegyzőkönyv a vizsgáló laboratórium írásbeli engedélye nélkül csak teljes terjedelmében másolható!		

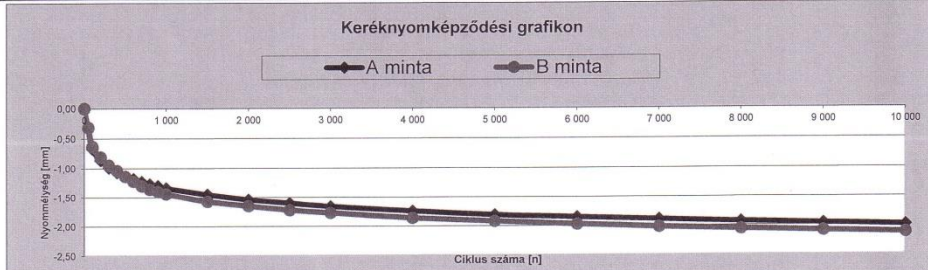
28. ábra Vízáteresztőképesség vizsgálat jegyzőkönyv 3. keverés

TPA HU Kft. Budapest Laboratórium Budapest Egység 1097 Budapest, Illatos út 8.		
Vizsgálati jegyzőkönyv		
A vizsgálati jegyzőkönyv 1 számozott oldalt tartalmaz		
Aszfaltkeverékek. Meleg aszfaltkeverék vizsgálati módszerei 12. rész. Aszfalt próbatestek vízáteresztőképességének meghatározása MSZ EN 12697-12:2009 A módszer		
Megrendelő (ügyfél): Kivitelező (vállalkozó): Azonosítója: Beépítés vagy származás helye:	TPA HU Budapest Laboratórium Budapest Egység - 7.kev. diplomamunka BP/0006/2015 - keverőtelep	Típusvizsgálat jele: Ikt.szám: BUD/ 2016/00011
Kapcsolódó dokumentumok azonosítói: Mintavételi jegyzőkönyv: Mérés lapok:		Mintavétel időpontja: 29.04.2016 Mintavétel módja: Megrendelő által Beérkezés időpontja: 02.05.2016 Vizsgálat elvégzésének időpontja: 20.05.2016
BUD/2016/00011_9.20		
Aszfalt típusa: AC 11 kopó (F) 50/70		
	Száraz próbatestek	Nedves próbatestek
Vizsgált próbatestek száma: [db]	3	3
A próbatestek a kondicionálás megkezdése előtt min. 16 órát pihentek.		
Marshall próbatest (MSZ EN 12697-30:2004/A1:2008 4.1. alapján)	2x35 ütés	2x35 ütés
Próbatestek átlagos magassága:[mm]	64,1	64,5
Próbatestek átlagos átmérője:[mm]	101,9	101,9
Próbatestek átlagos testsűrűsége: [kg/m³]	2354	2346
Tárolási idő: [h]	2	2
Vizsgálati hőmérséklet: [°C]	15,0	15,0
Átlagos hasító-húzó szilárdság: [kPa]	2900	2790
Törés típusa:	Kombináció	Kombináció
ITSR [%]		96,2
Megjegyzés:		
A keverék bevontsági foka megfelelő: Igen ☒ Nem ☐		
Széttört vagy szétrepedt szemcsét észleltünk: Igen ☐ Nem ☒		
Eszköz neve (száma): Hasító feltét 99, Tolómérő 005, Döngölő Strassentest 1271/1988, Termosztát 760154, Szárítószekrény Venticell B-042425, Sartorius mérleg 70908893, Vákuum berendezés 09350612, Termosztát 024955900G, Törőgép 20297 03, Hőmérő 29/11.II, Hőmérő 18/997.X., Hőmérő 156/993 II.		
 Bélyegző TPA HU KFT. 1117 BUDAPEST GÁBOR DÉNES U. 2. (Illatpark D. épület) 20.05.2016	 Kocsis Domonkos laboráns mérést/vizsgálatot végezte	 Ávár Vivien Brigitta technológus műszaki tartalomért felelős
A vizsgálati jegyzőkönyvben szereplő vizsgálati eredmények csak a megvizsgált egyedekre vonatkoznak. Ezen vizsgálati jegyzőkönyv a vizsgáló laboratórium írásbeli engedélye nélkül csak teljes terjedelmében másolható!		

29. ábra Vízáteresztőképesség vizsgálat jegyzőkönyv 7. keverés

TPA HU Kft. Budapest Laboratórium Budapest Egység 1097 Budapest, Illatos út 8. VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV																												
<i>A vizsgálati jegyzőkönyv 1 számozott oldalt tartalmaz.</i> Keréknyomképződés MSZ EN 12697-22:2003+A1:2008 6.3 Kiskerekű berendezés, B eljárás levegőn																												
Megrendelő (ügyfél): TPA HU Budapest Laboratórium Budapest Egység 1117 Budapest Gábor Dénes u. 2. Kivitelező (vállalkozó): TPA HU Budapest Laboratórium Budapest Egység Beépítés vagy származás helye: 1. keverés Külső azonosító: - <u>Kapcsolódó dokumentumok azonosítói:</u> Mintavételi jegyzőkönyv: Mérés lapok: BUC/2016/00008_9.26	Minta száma: Ikt.szám: BUC/ 2016/00008 Munkaszám: 2016/00001 Mintavétel időpontja: 29.04.2016 Mintavétel módja: Megrendelő Beérkezés időpontja: 02.05.2016 Vizsgálat időpontja: 18.05.2016																											
Aszfaltkeverék megnevezése: AC 11 kopó (F) 50/70 Típusvizsgálat jele/száma: - Aszfaltkeverék előállításának módja: ömlesztett minta Összetevők azonosítása és aránya: B _{old} : T: H: K: Minta tömörítésének módszere: MSZ EN 12697-33:2003+A1:2008	Mintakészítés dátuma: 11.05.2016 Próbatestek száma [db]: 2 Próbatestek kora [nap]: 7 Tárolás: laboratóriumban 25 °C Vizsgálati hőmérséklet: 60 °C																											
Vizsgálati eredmények																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">A minta</th> <th style="text-align: center;">B minta</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Próbatest vastagsága [mm]</td> <td style="text-align: center;">40</td> <td style="text-align: center;">40</td> </tr> <tr> <td>Próbatest testsűrűsége [kg/m³] (MSZ EN 12697-6:2003+A1:2008 (visszavont) B eljárás)</td> <td style="text-align: center;">2411</td> <td style="text-align: center;">2408</td> </tr> <tr> <td>WTS_{AIR} = (d10000-d5000)/5 [mm/10³ terhelési ciklusban]</td> <td style="text-align: center;">0,028</td> <td style="text-align: center;">0,024</td> </tr> <tr> <td>WTS_{AIR} középérték [mm/10³ terhelési ciklusban]</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">0,026</td> </tr> <tr> <td>PRD_{AIR} (fajlagos nyommélység 10 000 cikluson) [%]</td> <td style="text-align: center;">3,6</td> <td style="text-align: center;">3,2</td> </tr> <tr> <td>PRD_{AIR} (fajlagos nyommélység 10 000 ciklus) átlag [%]</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">3,4</td> </tr> <tr> <td>RD_{AIR} (nyommélység 10 000 ciklus) [mm]</td> <td style="text-align: center;">1,5</td> <td style="text-align: center;">1,3</td> </tr> <tr> <td>RD_{AIR} (nyommélység 10 000 ciklus) középérték [mm]</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">1,4</td> </tr> </tbody> </table>		A minta	B minta	Próbatest vastagsága [mm]	40	40	Próbatest testsűrűsége [kg/m ³] (MSZ EN 12697-6:2003+A1:2008 (visszavont) B eljárás)	2411	2408	WTS _{AIR} = (d10000-d5000)/5 [mm/10 ³ terhelési ciklusban]	0,028	0,024	WTS _{AIR} középérték [mm/10 ³ terhelési ciklusban]	0,026		PRD _{AIR} (fajlagos nyommélység 10 000 cikluson) [%]	3,6	3,2	PRD _{AIR} (fajlagos nyommélység 10 000 ciklus) átlag [%]	3,4		RD _{AIR} (nyommélység 10 000 ciklus) [mm]	1,5	1,3	RD _{AIR} (nyommélység 10 000 ciklus) középérték [mm]	1,4		Keréknyomképződési grafikon — A minta — B minta Nyommélység [mm] Ciklus száma [n]
	A minta	B minta																										
Próbatest vastagsága [mm]	40	40																										
Próbatest testsűrűsége [kg/m ³] (MSZ EN 12697-6:2003+A1:2008 (visszavont) B eljárás)	2411	2408																										
WTS _{AIR} = (d10000-d5000)/5 [mm/10 ³ terhelési ciklusban]	0,028	0,024																										
WTS _{AIR} középérték [mm/10 ³ terhelési ciklusban]	0,026																											
PRD _{AIR} (fajlagos nyommélység 10 000 cikluson) [%]	3,6	3,2																										
PRD _{AIR} (fajlagos nyommélység 10 000 ciklus) átlag [%]	3,4																											
RD _{AIR} (nyommélység 10 000 ciklus) [mm]	1,5	1,3																										
RD _{AIR} (nyommélység 10 000 ciklus) középérték [mm]	1,4																											
Megjegyzés: Eszköz neve (száma): Cooper CRT-WTEN2 nyomvályú gép; Mettler PM 34; BPS szegmenstömörítő; Hőmérő 133/09. II.; MITUTOYO tolómérő 12395715; MEMMERT UFE 800 szárítószekrény.																												
 TPA Budapest 1117 Budapest Gábor Dénes u. 2. (Infopark D épület)	 Hermann Tamás laboráns mérést / vizsgálatot végezte																											
Budapest, 20.05.2016	 Ávár Vivien technológus műszaki tartalomért felelős																											
Kelt: Budapest, 20.05.2016 A vizsgálati jegyzőkönyvben szereplő vizsgálati eredmények csak a megvizsgálat egyedeire vonatkoznak. Ezen vizsgálati jegyzőkönyv, a vizsgáló laboratórium írásbeli engedélye nélkül, csak teljes terjedelmében másolható!																												

30. ábra Keréknyom vizsgálat jegyzőkönyv 1. keverés

TPA HU Kft. Budapest Laboratórium Budapest Egység 1097 Budapest, Illatos út 8.			
VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV			
A vizsgálati jegyzőkönyv 1 számozott oldalt tartalmaz.			
Keréknyomképződés MSZ EN 12697-22:2003+A1:2008 6.3 Kiskerekű berendezés, B eljárás levegőn			
Megrendelő (ügyfél): TPA HU Budapest Laboratórium Budapest Egység 1117 Budapest Gábor Dénes u. 2. Kivitelező (vállalkozó): TPA HU Budapest Laboratórium Budapest Egység Beépítés vagy származás helye: 2. keverés Külső azonosító: -		Minta száma: Ikt.szám: BUC/ 2016/00009 Munkaszám: 2016/00001 Mintavétel időpontja: 29.04.2016 Mintavétel módja: Megrendelő Beérkezés időpontja: 02.05.2016 Vizsgálat időpontja: 19.05.2016	
Kapcsolódó dokumentumok azonosítói: Mintavételi jegyzőkönyv: Mérési lapok: BUC/2016/00009_9.26			
Aszfaltkeverék megnevezése: AC 11 kopó (F) 50/70 Típusvizsgálat jele/száma: - Aszfaltkeverék előállításának módja: ömlesztett minta Összetevők azonosítása és aránya: B _{old} : T: H: K: Minta tömörítésének módszere: MSZ EN 12697-33:2003+A1:2008		Mintakészítés dátuma: 11.05.2016 Próbatestek száma [db]: 2 Próbatestek kora [nap]: 8 Tárolás: laboratóriumban 25 °C Vizsgálati hőmérséklet: 60 °C	
Vizsgálati eredmények			
	A minta	B minta	
Próbatest vastagsága [mm]	40	40	
Próbatest testsűrűsége [kg/m ³] (MSZ EN 12697-6:2003+A1:2008 (visszavont) B eljárás)	2386	2382	
WTS _{AIR} = (d10000-d5000)/5 [mm/10 ³ terhelési ciklusban]	0,036	0,040	
WTS _{AIR} középérték [mm/10 ³ terhelési ciklusban]	0,038		
PRD _{AIR} (fajlagos nyommélység 10 000 cikluson) [%]	5,0	5,3	
PRD _{AIR} (fajlagos nyommélység 10 000 ciklus) átlag [%]	5,2		
RD _{AIR} (nyommélység 10 000 ciklus) [mm]	2,0	2,1	
RD _{AIR} (nyommélység 10 000 ciklus) középérték [mm]	2,1		
			
Megjegyzés: Eszköz neve (száma): Cooper CRT-WTEN2 nyomvályú gép; Mettler PM 34; BPS szegmenstömörítő; Hőmérő 133/09. II.; MITUTOYO tolmérő 12395715; MEMMERT UFE 800 szárítószekrény			
 Budapest 1117 BUDAPEST GÁBOR DÉNES U. 2. infopark D. épület 20		 Hermann Tamás laboráns mérést / vizsgálatot végezte	
 Ávár Vivien technológus műszaki tartalomért felelős			
Kelt: Budapest, 20.05.2016			
A vizsgálati jegyzőkönyvben szereplő vizsgálati eredmények csak a megvizsgálat egyedekre vonatkoznak. Ezen vizsgálati jegyzőkönyv, a vizsgáló laboratórium írásbeli engedélye nélkül, csak teljes terjedelmében másolható!			

31. ábra Keréknyom vizsgálat jegyzőkönyv 2. keverés

TPA HU Kft. Budapest Laboratórium Budapest Egység 1097 Budapest, Illatos út 8.			
VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV			
A vizsgálati jegyzőkönyv 1 számozott oldalt tartalmaz.			
Keréknyomképződés MSZ EN 12697-22:2003+A1:2008 6.3 Kiskerekű berendezés, B eljárás levegőn			
Megrendelő (ügyfél): TPA HU Budapest Laboratórium Budapest Egység 1117 Budapest Gábor Dénes u. 2. Kivitelező (vállalkozó): TPA HU Budapest Laboratórium Budapest Egység Beépítés vagy származás helye: 3. keverés Külső azonosító: -		Minta száma: Ikt.szám: BUC/ 2016/00010 Munkaszám: 2016/00001 Mintavétel időpontja: 29.04.2016 Mintavétel módja: Megrendelő Beérkezés időpontja: 02.05.2016 Vizsgálat időpontja: 24.05.2016	
Kapcsolódó dokumentumok azonosítói: Mintavételi jegyzőkönyv: Mérés lapok: BUC/2016/00010_9.26		Mintakészítés dátuma: 13.05.2016 Próbatetek száma [db]: 2 Próbatetek kora [nap]: 11 Tárolás: laboratóriumban 25 °C Vizsgálati hőmérséklet: 60 °C	
Aszfaltkeverék megnevezése: AC 11 kopó (F) 50/70 Típusvizsgálat jele/száma: - Aszfaltkeverék előállításának módja: ömlesztett minta Összetevők azonosítása és aránya: B _{old} : T: H: K: Minta tömörítésének módszere: MSZ EN 12697-33:2003+A1:2008		Mintakészítés dátuma: 13.05.2016 Próbatetek száma [db]: 2 Próbatetek kora [nap]: 11 Tárolás: laboratóriumban 25 °C Vizsgálati hőmérséklet: 60 °C	
Vizsgálati eredmények			
	A minta	B minta	
Próbatetek vastagsága [mm]	40	40	
Próbatetek testsűrűsége [kg/m ³] (MSZ EN 12697-6:2003+A1:2008 (visszavont) B eljárás)	2380	2385	
WTS _{AIR} = (d10000-d5000)/5 [mm/10 ³ terhelési ciklusban]	0,047	0,049	
WTS _{AIR} középérték [mm/10 ³ terhelési ciklusban]	0,048		
PRD _{AIR} (fajlagos nyommélység 10 000 cikluson) [%]	5,6	5,8	
PRD _{AIR} (fajlagos nyommélység 10 000 ciklus) átlag [%]	5,7		
RD _{AIR} (nyommélység 10 000 ciklus) [mm]	2,2	2,3	
RD _{AIR} (nyommélység 10 000 ciklus) középérték [mm]	2,3		
Keréknyomképződési grafikon			
Megjegyzés: Eszköz neve (száma): Cooper CRT-WTEN2 nyomvályú gép; Mettler PM 34; BPS szegmenstömörítő; Hőmérő 133/09. II.; MITUTOYO tolómérő 12395715; MEMMERT UFE 800 szárítószekrény			
 Bélyegző TPA HU KFT. 1117 BUDAPEST GÁBOR DÉNES U. 2. INFOPARK D. épület 209		 Hermann Tamás laboráns mérést / vizsgálatot végezte	
 Ávár Vivien technológus műszaki tartalomért felelős		Kelt: Budapest, 24.05.2016	
A vizsgálati jegyzőkönyvben szereplő vizsgálati eredmények csak a megvizsgálat egyedeire vonatkoznak. Ezen vizsgálati jegyzőkönyv, a vizsgáló laboratórium írásbeli engedélye nélkül, csak teljes terjedelmében másolható!			

32. ábra Keréknyom vizsgálat jegyzőkönyv 3. keverés

TPA HU Kft. Budapest Laboratórium Budapest Egység 1097 Budapest, Illatos út 8. VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV																												
<i>A vizsgálati jegyzőkönyv 1. számozott oldalt tartalmaz.</i> Keréknyomképződés MSZ EN 12697-22:2003+A1:2008 6.3 Kiskerekű berendezés, B eljárás levegőn																												
Megrendelő (ügyfél): TPA HU Budapest Laboratórium Budapest Egység 1117 Budapest Gábor Dénes u. 2. Kivitelező (vállalkozó): TPA HU Budapest Laboratórium Budapest Egység Beépítés vagy származás helye: 7. keverés Külső azonosító: - <u>Kapcsolódó dokumentumok azonosítói:</u> Mintavételi jegyzőkönyv: - Mérés lapok: BUC/2016/00011_9.26	Minta száma: Ikt.szám: BUC/ 2016/00011 Munkaszám: 2016/00001 Mintavétel időpontja: 29.04.2016 Mintavétel módja: Megrendelő Beérkezés időpontja: 02.05.2016 Vizsgálat időpontja: 24.05.2016																											
Aszfaltkeverék megnevezése: AC 11 kopó (F) 50/70 Típusvizsgálat jele/száma: - Aszfaltkeverék előállításának módja: ömlesztett minta Összetevők azonosítása és aránya: B _{old} : T: H: K: Minta tömörítésének módszere: MSZ EN 12697-33:2003+A1:2008	Mintakészítés dátuma: 12.05.2016 Próbatetek száma [db]: 2 Próbatetek kora [nap]: 12 Tárolás: laboratóriumban 25 °C Vizsgálati hőmérséklet: 60 °C																											
Vizsgálati eredmények																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="width: 50%;">A minta</th> <th style="width: 50%;">B minta</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Próbatest vastagsága [mm]</td> <td style="text-align: center;">40</td> <td style="text-align: center;">40</td> </tr> <tr> <td>Próbatest testsűrűsége [kg/m³] (MSZ EN 12697-6:2003+A1:2008 (visszavont) B eljárás)</td> <td style="text-align: center;">2384</td> <td style="text-align: center;">2381</td> </tr> <tr> <td>WTS_{AIR} = (d10000-d5000)/5 [mm/10³ terhelési ciklusban]</td> <td style="text-align: center;">0,048</td> <td style="text-align: center;">0,048</td> </tr> <tr> <td>WTS_{AIR} középérték [mm/10³ terhelési ciklusban]</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">0,048</td> </tr> <tr> <td>PRD_{AIR} (fajlagos nyommélység 10 000 cikluson) [%]</td> <td style="text-align: center;">5,9</td> <td style="text-align: center;">5,8</td> </tr> <tr> <td>PRD_{AIR} (fajlagos nyommélység 10 000 ciklus) átlag [%]</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">5,9</td> </tr> <tr> <td>RD_{AIR} (nyommélység 10 000 ciklus) [mm]</td> <td style="text-align: center;">2,4</td> <td style="text-align: center;">2,3</td> </tr> <tr> <td>RD_{AIR} (nyommélység 10 000 ciklus) középérték [mm]</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">2,4</td> </tr> </tbody> </table>		A minta	B minta	Próbatest vastagsága [mm]	40	40	Próbatest testsűrűsége [kg/m ³] (MSZ EN 12697-6:2003+A1:2008 (visszavont) B eljárás)	2384	2381	WTS _{AIR} = (d10000-d5000)/5 [mm/10 ³ terhelési ciklusban]	0,048	0,048	WTS _{AIR} középérték [mm/10 ³ terhelési ciklusban]	0,048		PRD _{AIR} (fajlagos nyommélység 10 000 cikluson) [%]	5,9	5,8	PRD _{AIR} (fajlagos nyommélység 10 000 ciklus) átlag [%]	5,9		RD _{AIR} (nyommélység 10 000 ciklus) [mm]	2,4	2,3	RD _{AIR} (nyommélység 10 000 ciklus) középérték [mm]	2,4		Keréknyomképződési grafikon
	A minta	B minta																										
Próbatest vastagsága [mm]	40	40																										
Próbatest testsűrűsége [kg/m ³] (MSZ EN 12697-6:2003+A1:2008 (visszavont) B eljárás)	2384	2381																										
WTS _{AIR} = (d10000-d5000)/5 [mm/10 ³ terhelési ciklusban]	0,048	0,048																										
WTS _{AIR} középérték [mm/10 ³ terhelési ciklusban]	0,048																											
PRD _{AIR} (fajlagos nyommélység 10 000 cikluson) [%]	5,9	5,8																										
PRD _{AIR} (fajlagos nyommélység 10 000 ciklus) átlag [%]	5,9																											
RD _{AIR} (nyommélység 10 000 ciklus) [mm]	2,4	2,3																										
RD _{AIR} (nyommélység 10 000 ciklus) középérték [mm]	2,4																											
Megjegyzés: Eszköz neve (száma): Cooper CRT-WTEN2 nyomvályú gép; Mettler PM 34; BPS szegmenstömörítő; Hőmérő 133/09. II.; MITUTOYO tolmérő 12395715; MEMMERT UFE 800 szárítószekrény																												
 Bélyegző TPA HU KFT. 1117 BUDAPEST GÁBOR DÉNES U. 2. ILLATPARK D. épület	 Hermann Tamás laboráns mérést / vizsgálatot végezte	 Ávár Vivien technológus műszaki tartalomért felelős																										
Kelt: Budapest, 24.05.2016																												
A vizsgálati jegyzőkönyvben szereplő vizsgálati eredmények csak a megvizsgálat egyedeire vonatkoznak. Ezen vizsgálati jegyzőkönyv, a vizsgáló laboratórium írásbeli engedélye nélkül, csak teljes terjedelmében másolható!																												

33. ábra Keréknyom vizsgálat jegyzőkönyv 7. keverés

HIVATKOZÁSOK

- [1] MSZ EN 13108-21-2006 Aszfaltkeverékek. Anyagelőírások 21.rész: Üzemi gyártásellenőrzés
- [2] MSZ EN 12697-2-2002+A1-2008 Aszfaltkeverékek. Meleg aszfaltkeverék vizsgálati módszerei. 2. rész: A szemmegoszlás meghatározása
- [3] MSZ EN 12697-5-2010 Aszfaltkeverékek. Meleg aszfaltkeverék vizsgálati módszerei. 5. rész: A hézagmentes testsűrűség meghatározása
- [4] MSZ EN 12697-6-2003+A1-2008 Aszfaltkeverékek. Meleg aszfaltkeverék vizsgálati módszerei. 6. rész: Aszfalt próbatestek testsűrűségének meghatározása
- [5] MSZ EN 12697-8-2003 Aszfaltkeverékek. Meleg aszfaltkeverék vizsgálati módszerei. 8. rész: Aszfalt próbatestek hézagjellemzőinek meghatározása
- [6] MSZ EN 12697-12-2009 Aszfaltkeverékek. Meleg aszfaltkeverék vizsgálati módszerei. 12. rész: Aszfalt próbatestek vízerzékenységének meghatározása
- [7] MSZ EN 12697-22-2003+A1-2008 Aszfaltkeverékek. Meleg aszfaltkeverék vizsgálati módszerei. 22. rész: Keréknyomképződés
- [8] MSZ EN 12697-26-2005 Aszfaltkeverékek. Meleg aszfaltkeverék vizsgálati módszerei. 26. rész: Merevség
- [9] MSZ EN 12697-30-2004+A1-2008 Aszfaltkeverékek. Meleg aszfaltkeverék vizsgálati módszerei. 30. rész: Próbatest készítése döngölővel
- [10] MSZ EN 12697-33-2003+A1-2008 Aszfaltkeverékek. Meleg aszfaltkeverék vizsgálati módszerei. 33. rész: Próbatest készítése hengeres tömörítővel
- [11] Bocz Péter: Az aszfaltkeverékek mechanikai paramétereinek és a pályaszerkezet fáradási élettartamának összefüggései. BME Út és Vasútépítő Tanszék. Budapest 2009.
- [12] Szvoboda Krisztián: Aszfaltkeverékek bitumentartalmának égetéses és oldószeres meghatározásának összehasonlítása. BME Út és Vasútépítő Tanszék. Budapest 2015.
- [13] www.jarmunaplo.hu/az-utak-tortenete-history-of-roads/
- [14] www.tankonyvtar.hu