Beton konzisztencia osztályok, mérőszámok, vizsgálatok
a magyar nemzeti és a honosított európai szabványok szerint

Konzisztencia mérőszám megnevezése	Beton (főképp kavicsbeton) konzisztencia osztályok jele, megnevezése és mérőszámainak határértékei az egykori és a mai magyar nemzeti szabványok szerint					
	AFN Alig föld-nedves	FN Föld-nedves	KK Kissé képlékeny	K Képlékeny	F Folyós	Ö Önthető
	Érvénytelen MSZ 4714:1955	Érvényes MSZ 4714-3:1986				Érvénytelen MSZ 4714:1955
Roskadási mérték, mm		< 20	20 - 40	41 - 100	100 <	
Terülési mérték, cm		< 36	36 - 42	43 - 50	50 <	
Ejtőkengyeles átformálási ütésszám, db		> 100	100 - 51	50 - 16	15 - 8	8 >
VEBE-méteres átformálási vibrációs idő, s	> 50	50 - 21	20 - 8	7 - 3	2 ≥	
Glanville-féle tömörödési tényező	< 0,70	0,70 - 0,75	0,76 - 0,85	0,86 - 0,92	0,93 - 0,97	0,97 <
Humm-féle behatolási ütésszám, db	ha a d_{max} = 16 mm	20 - 16	15 - 6	5 - 3	2 - 1	
	ha a d_{max} = 32 mm	100 - 51	50 - 21	20 - 11	10 - 6	
Graf-féle behatolás mértéke, cm	0 - 1	1 - 3	3 - 6	6 - 10	10 <	
Kanálpróba ütésszám, db	35 - 25	25- 15	15 - 5	5 - 2	2 - 0	
Walz-féle tömöritési mérték, átlag		1,35	1,20	1,10	1,05	
Hígítási tényező, átlag	0,85	1,00	1,15	1,25	1,35	1,45
A konzisztencia számjele a régi MSZ 4719:1958 szabványban, a cm-ben kifejezett roskadási mérték alapján						
	(0)	(1)	(3)	(10)	(15)	(20)

A beton konzisztencia fizikai, a folyadékok viszkozitásával rokon betontechnológiai fogalom, amely a friss beton mozgással szembeni ellenállását, belső súrlódását, alaktartását fejezi ki. A beton konzisztenciája első sorban a friss beton szállíthatóságát és bedolgozhatóságát befolyásolja, de hatással van a beton cement- és vízigényére, zsugorodására, a megszilárdult beton struktúrájára, szilárdságára is.

Ha ide kattint, akkor megtekintheti a konzisztencia mérő eszközök fényképeit és ábráit.

1. Jegyzetek a magyar nemzeti szabványok szerinti beton konzisztencia méréshez

- Az MSZ 4719:1982 "Betonok" című magyar nemzeti termék szabvány az FN, KK, K, F jelű konzisztencia osztályokat ismeri. E konzisztencia osztályok mérőszámainak határértékei az MSZ 4714-3:1986 "A betonkeverék és a friss beton vizsgálata. A konzisztencia meghatározása" című szabvány függelékében találhatók. Az alig földnedves (AFN) és az önthető (Ö) konzisztencia osztályt az 1978-ig érvényben volt MSZ 4714:1955 vizsgálati szabvány és az 1977-ig érvényben volt MSZ 4719:1958 termék szabvány tartalmazta, de egyes nemzeti és nemzetközi szabványokban ma is szerepelnek.
- A fenti táblázatban, a napjainkban legáltalánosabban alkalmazott konzisztencia osztályok és konzisztencia mérési módszerek mezejében a konzisztencia mérőszámok határértékeit **vastag számokkal** szedtük.
- Az MSZ 4719:1982 szabvány vizsgálati módszerként az MSZ 4714-3:1986 szabvány eljárásait jelöli meg. Ezért a friss beton konzisztenciájának nemzeti, minősítő erejű vizsgálatát jelenleg az MSZ 4714-3:1986 vizsgálati szabvány szerint kell végezni.
- Az egyes konzisztenciamérő készülékek a fenti táblázatban sárga színnel kiemelt mezők konzisztencia tartományában alkalmazhatók megbízhatóan.
- Az MSZ 4714-3:1986 szabvány szerinti **roskadási mérték** (németül: Setzmaß {nach Abrams}; EN 12350-2:1999, EN 206-1:2000) és a **terülési mérték** (németül: Ausbreitmaß {nach Graf}; DIN 1048-1:1991, EN 12350-5:1999, EN 206-1:2000) régóta a legáltalánosabban használt konzisztencia jellemzők. A vizsgálatokat leíró európai szabványokat hazánkban is honosították. Mindkét módszernek eszköze a csonkakúp forma, a roskadás méréshez magasabb, nagyobb térfogatú, a terülés méréshez alacsonyabb, kisebb térfogatú kialakítással. A roskadás mérési csonkakúp forma mérete 200/100*300 mm, térfogata 5498 cm^3. A terülés mérési csonkakúp forma mérete 200/130*200 mm, térfogata 4341 cm^3. A szabványos roskadás mérési csonkakúp formát **Abrams-féle kúpnak** is nevezik, és más konzisztencia vizsgálati módszerekhez, például a szabványos ejtőkengyeles, és a

szabványos VEBE-méteres átformáláshoz is alkalmazzák. • A gyakorlatban azt látni, hogy az öntömörödő betonok (németül: Selbstverdichtender Beton, angolul: Self Compacting Concrete, ebből rövidítve: SCC) terülés méréséhez nem a terülés mérési, hanem a roskadás mérési, Abrams-féle csonkakúp formát használják. Ez csalóka eredményt ad (anélkül, hogy e betonféleség erős folyósságát - terülési mértéke legalább 55 cm - bárki kétségbe vonná), ha a nem-öntömörödő beton terülési mértékéhez hasonlítják, hiszen az ugyanolyan folyósságú beton akkor is szélesebbre terül, ha a térfogata nagyobb, ráadásul a mérés előtti helyzetben súlypontja magasabban van. • Érdekes és indokolt, hogy az ASTM C 995:1991 "Standard Test Method for Time of Flow of Fiber-Reinforced Concrete Through Inverted Slump Cone" című USA szabvány a szálerősítésű, d_{max} <40 mm legnagyobb szemnagyságú, nem folyós betonok konzisztenciájának méréséhez kisebb nyílásával lefelé fordított, szabványos Abrams-féle kúpot alkalmaz. Az USA szabvány a szálerősítésű betonok konzisztenciáját a beton, a tölcsérszerűen elhelyezett Abrams-kúpból, vibrálás hatására való kifolyásának idejével jellemzi [10, 11].

- Az **átformálási ütésszámot** régebben **Powers-foknak**, a vizsgálatot Powers-féle konzisztencia vizsgálatnak nevezték [1, 2, 3, 4, 8]. A mai ejtőkengyeles készülék henger alakú mérőedénye 233,5 mm belső átmérőjű és ugyanilyen magas, az eredeti Powers-féle készüléké 240 mm belső átmérőjű és 200 mm magas [8], módosított változatáé 300 mm belső átmérőjű és 200 mm magas volt [4, 8]. A módosított változat voltaképpen nem más, mint az MSZ 4714:1955 szabványban szereplő, rázóasztalon álló, átformálási időt mérő, kettős hengeres Bährner-féle VEBE-méter, amely egykor 2,2 cm ejtési magasságú, az átformáláshoz szükséges ütéseket létrehozó ejtőasztalon állt, és a konzisztenciát az átformáláshoz szükséges ejtési ütések számával fejezte ki (ez utóbbi módszer neve németül: Verformungsversuch nach Powers). Az egyszerű ejtőkengyeles berendezést **Thaulov-készüléknek is hívták [5].**
- A **VEBE-méteres átformálás** (németül: Vebe-Prüfung, Vebe-Zeit-Prüfung; EN 12350-3:1999) a Powers-féle konzisztencia vizsgálat módosított formája. A készülék rázóasztalon áll, és az átformáláshoz szükséges vibrálási idő (németül: Setzzeit {nach Vébé}; EN 206-1:2000) mérésére alkalmas. A vizsgálatot leíró európai szabványt hazánkban is honosították. A berendezés a VEBE-méter megnevezést a svéd **Victor Bährner** nevének kezdőbetűi után kapta, aki konzisztencia vizsgálati módszerét 1940-ben publikálta a német "Zement" c. folyóiratban (Prof. Dr. Popovics Sándor közlése.). A Bährner-féle VEBE-méter fő méretei azóta sem sokat változtak, de szerkezete bizonyos fejlődésen ment át, az MSZ 4714:1955 szabvány még azt írta, hogy a rázóasztalra szerelt kettős henger átlátszó anyagból készült. A mai, MSZ 4714-3:1986 szabvány szerinti készülék henger alakú szimpla fémtartállyal rendelkezik, amelynek belső átmérője (240 mm) megegyezik az eredeti változat belső hengerének belső átmérőjével [5]. Az MSZ 4714:1955 szabvány és egy időben az irodalom [2, 4] a Bährner-féle VEBE-

méter mellett az attól annyiban különböző **Szkramtajev-módszert [6]** is tárgyalta, hogy az utóbbi a henger alakú tartály helyett 200 mm élhosszúságú kockaformát alkalmaz. A Szkramtajev-módszert Weisz György [7] 1936. évi hivatkozással ismerteti.

- Az MSZ 4714-3:1986 szabvány szerinti **Glanville-féle <u>tömörödési</u>** tényező fenti táblázatban szereplő mérőszámainak határértékei a $d_{max} < 32$ mm legnagyobb szemnagyságú betonok vizsgálatára alkalmas 5 dm^3 űrtartalmú hengerrel rendelkező, kisebb készülékre vonatkoznak. E kisebb készülék felső csonkakúpjának méretei: 260/130*280 mm. A készülék másik, ritkán használt, nagyobb méretváltozata a $d_{max} < 63$ mm legnagyobb szemnagyságú betonok vizsgálatára alkalmas, ennek henger-űrtartalma 20 dm^3. (A méretek a [5] irodalom 101. oldalán találhatók.) A Glanville-féle tömörödési tényezőt CF-számnak is szokták nevezni, az angol "Compacting Factor" kifejezés kezdőbetűi alapján. (BS 1881:1988) Az irodalom [5] a mérőeszközt Glanville-Rilem-féle készülék néven is említi (RILEM = Réunion Internationale des Laboratoires d'Essais et de Recherches sur les Materiaux et les Constructions = Építőanyagok és szerkezetek laboratóriumi vizsgálatának és kutatásának nemzetközi egyesülete). A tömörödési tényező fogalmát dr. Palotás László már 1958-ban értelmezi [1].
- A **Humm-féle szondával való behatolási ütésszám** mérését az MSZ 4714-3:1986 szabvány függeléke írja le. A Humm-féle szondáról dr. Weisz György azt írja, hogy használata főképp Franciaországban terjedt el [8]. Az eljárás legalább 200 mm rétegvastagságú, bedolgozott, kötésben lévő betonok konzisztenciájának mérésére használható.
- A **Graf-féle**, máshol **Graf-Humm-féle** néven említett **ejtősúlyos, behatolás mérő készülék (**németül: Gerät für den Eindringversuch {nach Graf}) [1, 5, 7, 9] a Humm-féle szonda elődjének tekinthető. A Graf-féle behatolási mélység mérését az MSZ 4714:1955 szabvány tárgyalta, és még az 1960-as évtized második felében is használatban volt (e dolgozat szerzője még mért vele). Földnedves és képlékeny betonok konzisztenciájának mérésére volt alkalmas. Valószínűleg azért szorult ki a használatból, mert alkalmazásához nagy mennyiségű betonra (3*3*3=27 dm^3) volt szükség, és az ejtősúly tömege 15 kg volt.
- Érdekességként megemlítjük, hogy az MSZ 4714:1955 vizsgálati szabvány még a végtelenül egyszerű **"kanálpróbát"** is tárgyalta. A bedolgozatlan és simítatlan beton felületét léccel lehúzták, és szabványos kőműves kanállal addig mértek gyors és erélyes ütéseket kb. 25 cm magasról a beton felületére, amíg az fényes, csillogó, habarcsos nem lett. A kanálpróba eredményét a szükséges ütések száma jellemezte. Megfigyelhető, hogy adott konzisztencia esetén a kanálpróba ütésszáma közel megegyezik a Humm-féle szonda behatolási ütésszámával, ha az adalékanyag legnagyobb szemnagysága $d_{max} = 16$ mm.
- Hazánkban nem terjedt el az 1980-as évek elején beszerzett, forgatónyomaték, illetve nyírási ellenállás mérésen alapuló, rugós, lapátos, **"plaszticiméter"**-nek nevezett, gyors konzisztencia vizsgáló (franciául:

Plasticimètre Rapide, angolul: Rap-Act Plasticity meter) készülék. A készülék szárát, amelyen három lapát van, és rugóerő ellenében a készülékfejben elforgatható, be kell meríteni a friss, be nem tömörített betonba. A készülék fejét el kell fordítani addig, amíg a beton nyírási ellenállásának legyőzése által a lapátok el nem fordulnak. A skálán ekkor leolvasott számérték (képlékeny beton esetén 2,5 - 16, folyós beton esetén 16 - 20) tájékoztatást ad a beton konzisztenciájáról.

- Nálunk eddig nem kifejezetten, inkább Németországban használatos konzisztencia jellemző a **Walz-féle <u>tömörítési</u> tényező** [5], amelyet tömörítési mértéknek (németül: Verdichtungsmaß {nach Walz}; DIN 1048-1:1991, EN 12350-4:1999, EN 206-1:2000) is neveznek. A módszert a konzisztencia jellemzésére az EN 12350-4:1999 európai szabvány átvette, és hazánkban is honosították, sajnos a címben az angol "Degree of compactability" kifejezést véletlenül tömörödési tényezőnek fordítva. (A tévedés kijavítására akkor lesz lehetőség, amikor az angol nyelvű, jóváhagyó közleményes szabványt magyar nyelven is kiadják.) A tömörítési tényező azt mutatja meg, hogy a laza állapotú beton térfogata a betömörített beton térfogatának hányszorosa. A tömörítési tényező értékét betontervezéskor annak kiszámítására szoktuk használni, hogy a betonkeverőgép dobjában megkeverhető betonadag laza térfogata hányszorosa a betonadag betömörítés utáni térfogatának, illetve, hogy a laza betonadag tömege hányadrésze az ugyanolyan térfogatú betömörített beton tömegének. (Például abból a képlékeny konzisztenciájú betonból, amelynek testsűrűsége friss állapotban, betömörítés után 2400 kg/m^3 lesz, az 1000 literes betonkeverő dobban 2400/1,1=2182 kg tömegű adag keverhető meg.) A Walz-féle tömörítési tényezőt 200*200*400 mm méretű álló hasáb formában mérik, és a laza, majd a betömörített beton magassága hányadosával fejezik ki. A betontervezéshez használt Walz-féle tömörítési tényező értékek a Glanville-féle tömörödési tényező MSZ 4714-3:1986 szabvány szerinti konzisztencia osztály határértékei közül közelítőleg a nagyobb érték reciprokának felelnek meg. A tömörítési tényezőt, igazodva a szabványos európai megnevezéshez, nevezzük a jövőben **tömörítési mértéknek.**
- A h**ígítási tényező** nem konzisztencia jellemző, hanem szintén betontervezéskor használatos, a beton konzisztenciájával összefüggő szám. A hígítási tényező azt adja meg, hogy a földnedves beton vízadagolásának hányszorosával lehet egy másik konzisztenciát elérni [1, 2, 4, 5]. A hígítási tényező a Bolomey-Palotás-féle betontervezési módszerben a redukált víz-cementtényező kiszámításának egyik faktora [5, 12].
- Az utóbbi években a friss beton konzisztenciáját tárgyaló magyar nemzeti szabványokkal egyidejűleg érvényben voltak **honosított nemzetközi szabványok** is. Az MSZ ISO 4103:1992 (A beton konzisztenciaosztályai), MSZ ISO 4109:1993 (Roskadásvizsgálat), MSZ ISO 4110:1993 (Vebe-vizsgálat), MSZ ISO 4111:1993 (Tömörítési mérőszám) szabványokat a Magyar Szabványügyi Testület 2001. nyarán visszavonta.

Irodalom:

[1] Palotás László szerkesztésében: Műszaki Értelmező Szótár I. kötet. Építőanyagok. Terra Kiadó. Budapest, 1958.
[2] Palotás László: Építőanyagok. II. kötet. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1961.
[3] Powers, T. C.: Studies of workability of concrete. Proc. Amer. Concr. Inst. 28. k. 1932. p. 419.
[4] Palotás László: Minőségi beton. Közlekedés- és Mélyépítéstudományi Kiadó. Budapest, 1952.
[5] Palotás László - Balázs György: Mérnöki szerkezetek anyagtana 3. Beton - habarcs - kerámia - műanyag. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1980.
[6] Szkramtajev, B. G.: Építőanyagok. Ép. Kiadó. Budapest, 1953.
[7] Weisz György: A betonozás technológiája. Közlekedési Kiadó. Budapest, 1952.
[8] Weisz György: Építőipari laboratóriumi méréstechnika és műszerismeret. III. kötet. ÉMI kiadványsorozat, 28. sz. Építésügyi Tájékoztatási Központ. Budapest, 1976.
[9] Graf, O.: Die Eigenschaften des Betons. Springer Verlag. Berlin, 1950.
[10] Kausay Tibor: A szálerősítésű betonok szabványosított vizsgálatai. A "Szálerősítésű Betonok" című, Budapesten, 1999. március 4-5-én tartott, a fib Magyar Tagozata által rendezett konferencia kiadványa, BME Kiadó, 97-113. p.
[11] Kausay Tibor: Szálerősítésű betonok szabványosított vizsgálatai és néhány tulajdonsága. [12] Kausay Tibor: Kavicsbeton tervezés a Bolomey-Palotás-féle képletek alapján.

2. Jegyzetek a honosított európai szabványok szerinti konzisztencia méréshez

A beton konzisztencia mérésével foglalkozó, honosított európai szabványok a következők:

- MSZ EN 12350-2:2000 A friss beton vizsgálata. 2. rész: Roskadásvizsgálat (Jóváhagyó közleménnyel, angol nyelven.)
- MSZ EN 12350-3:2000 A friss beton vizsgálata. 3. rész: VEBE vizsgálat (Jóváhagyó közleménnyel, angol nyelven.)
- MSZ EN 12350-4:2000 A friss beton vizsgálata. 4. rész: Tömörítési tényező (Jóváhagyó közleménnyel, angol nyelven.). {A tömörödési tényező címfordítás nem fedi a szabvány tartalmát, mint arra a fentiekben kitértünk.}

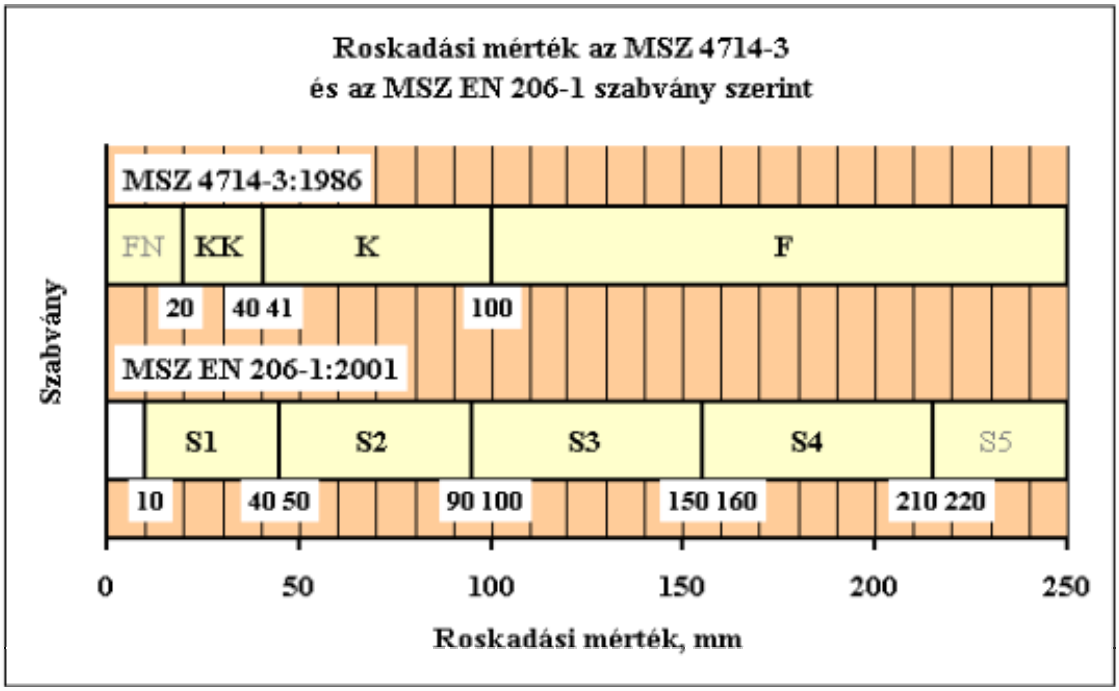
- MSZ EN 12350-5:2000 A friss beton vizsgálata. 5. rész: Terülésmérés ejtőasztalon (Jóváhagyó közleménnyel, angol nyelven. A terülésmérés kézi eszközét ejtőasztalnak hívjuk, a címfordítás szerinti rázóasztalon gépi vibroasztalt értünk.)

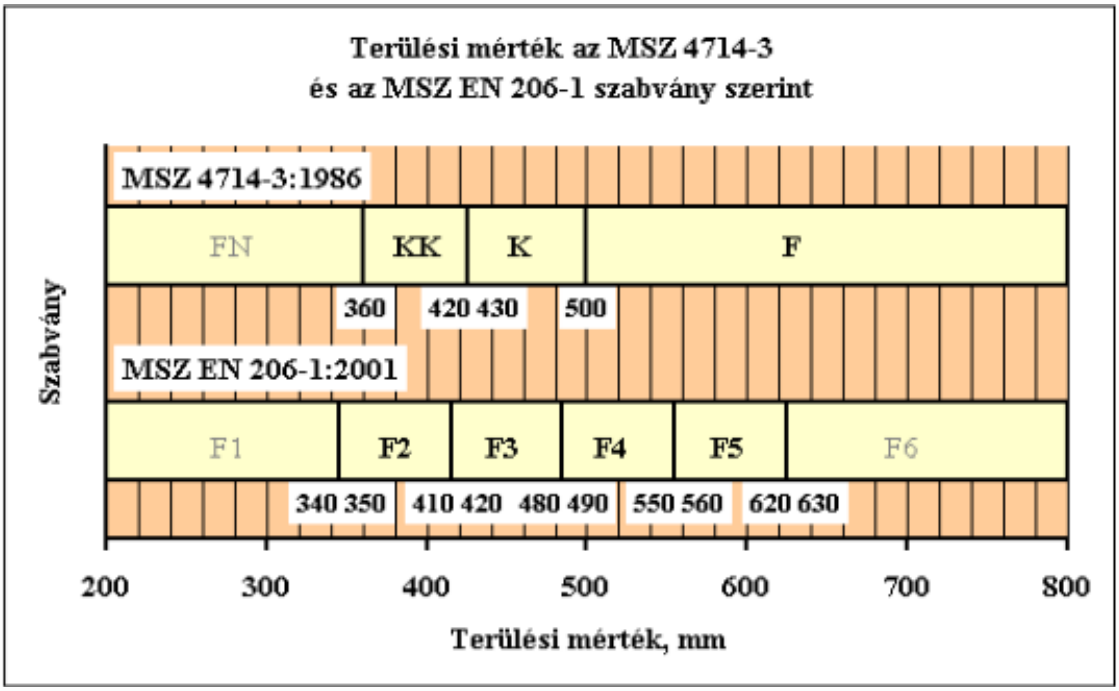
E szabványok szerint végzett vizsgálatok eredményei adják a konzisztencia mérőszámokat, és ezekre alapozva az MSZ EN 206-1:2002 “Beton. 1. rész: Feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelőség” c. honosított európai szabvány konzisztencia osztályokat tartalmaz. (A táblázatok és ábrák készítése idején úgy gondoltuk, hogy a szabvány 2001. évi jelzetet kap.) A konzisztencia osztályok jele és azok mérőszám határértékei a következők:

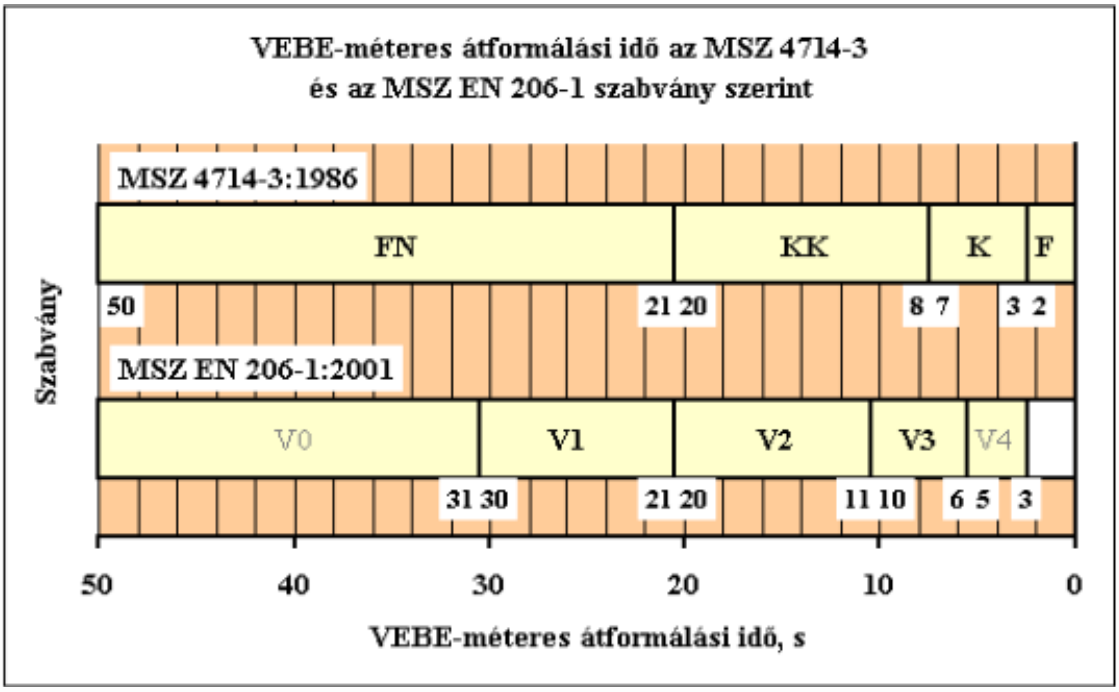
Konzisztencia osztályok az MSZ EN 206-1:2001 szabvány szerint	
Roskadási osztályok	Roskadási mérték, mm MSZ EN 12350-2:2000
S1	10 - 40
S2	50 - 90
S3	100 - 150
S4	160 - 210
S5*	220 ≤
Terülési osztályok	Terülési mérték, mm MSZ EN 12350-5:2000
F1*	≤ 340
F2	350 - 410
F3	420 - 480
F4	490 - 550
F5	560 - 620
F6*	630 ≤
VEBE osztályok	VEBE-méteres átformálási idő, s MSZ EN 12350-3:2000
V0*	≥ 31
V1	30 - 21
V2	20 - 11
V3	10 - 6
V4*	5 - 3
Tömörítési osztályok	Tömörítési mérték MSZ EN 12350-4:2000
C0*	≥ 1,46
C1	1,45 - 1,26
C2	1,25 - 1,11
C3	1,10 - 1,04
Megjegyzés: A *-gal jelölt osztályokban a vizsgálati módszerek kevéssé érzékenyek.	

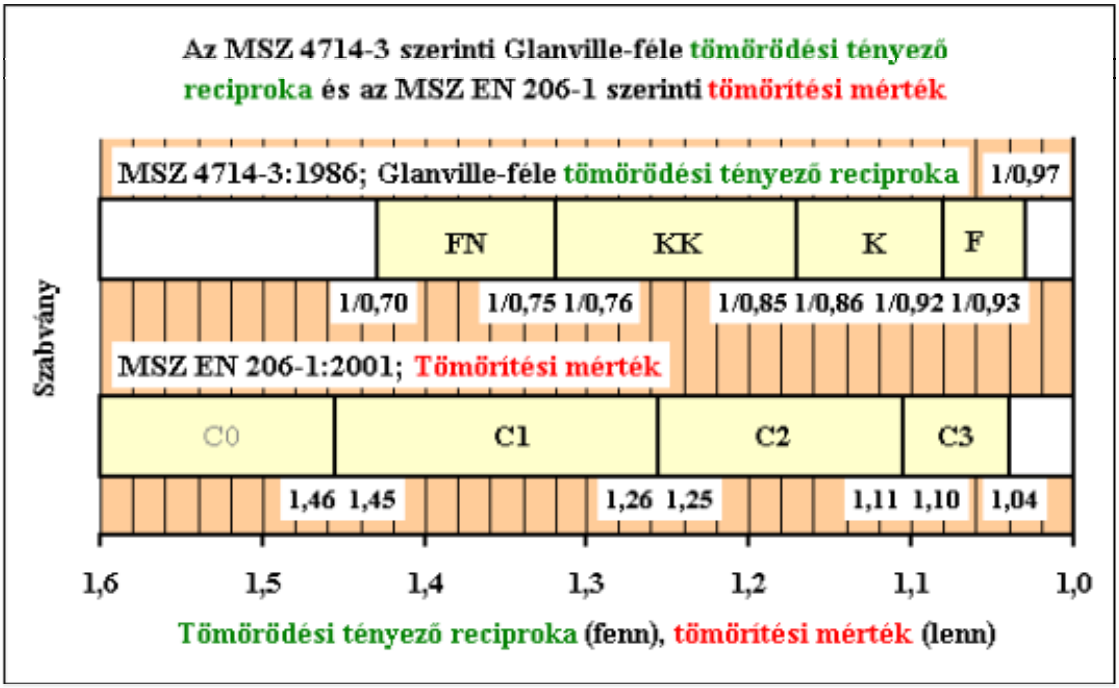
Az MSZ EN 206-1:2002 szabvány szerinti konzisztencia osztály jelek nem tartalmaznak utalást a konzisztencia jellegére. A konzisztencia megítélését és az európai konzisztencia osztály jelek közötti eligazodást megkönnyítheti, ha az európai és a magyar konzisztencia osztályokat egymással vizsgálati módszerenként összehasonlítjuk. Ezt a roskadási mérték, a terülési mérték, a VEBE-méteres

átformálási idő esetén könnyen megtehetjük, mert ezek a konzisztencia vizsgálati módszerek mind európai, mind magyar vonatkozásban szabványosak. A tömörítési mértékkel kapcsolatban gondot jelent, hogy annak vizsgálatát a hazai szabványok nem tárgyalják, és így konzisztencia osztályokat sem rendelnek hozzá, azaz az európai tömörítési osztályokat közvetlenül nincs mihez hasonlítani. Minthogy azonban a tömörítési mérték közelítőleg egyenlő a hazai szabványokban szereplő Glanville-féle tömörödési tényező reciprokával, ez utóbbit a közvetett összehasonlítás alapjául használhatjuk.









Az összehasonlító ábrák alapján készítettünk egy összefoglaló táblázatot, amelyben az MSZ EN 206-1:2002 szabvány szerinti konzisztencia osztályokat az MSZ 4714-3:1986 szabvány szerinti konzisztenciák jellege szerint csoportosítottuk. A táblázatot közelítő pontossága miatt óvatosan kell használni, mégis például a betontervezés vagy a friss beton konzisztenciájának ellenőrzése során jó szolgálatot tehet. A FENTI ÁBRÁKON A HELYES ÉVSZÁM: MSZ EN 206-1:2002 LENNE.

Konzisztencia jellege az MSZ 4714-3:1986 szabvány szerint	Konzisztencia osztályok az MSZ EN 206-1:2001 honosított európai szabvány szerint			
	Roskadási osztály	Terülési osztály	VEBE osztály	Tömörítési osztály
(Alig földnedves)				C0*
Földnedves	S1	F1*	V0*	C1
			V1	
Kissé képlékeny		F2	V2	
			V3	C2
Képlékeny	S2	F3		
			V4*	C3
Folyós	S3	F4		
	S4	F5		
	S5*	F6*		

Az MSZ EN 12350-4:2000 szerinti tömörítési mérték fogalmát Walz-féle tömörítési mértékként ismerjük, de vizsgálata nálunk eddig nem volt szabványos. Nem szabad összetéveszteni a Glanville-féle tömörödési tényezővel. Az MSZ EN 12350-4:2000 szerinti módszer akkor alkalmazható, ha az adalékanyag legnagyobb szemnagysága nem nagyobb, mint 63 mm, és a konzisztencia osztály C1 - C3 közötti. A vizsgáló eszköz 200*200 mm alapterületű, 400 mm magas fém edény, amelyet lazán meg kell tölteni betonnal, és le kell húzni. Ezután a betont vibroasztalon, vagy merülő vibrátorral tömöríteni kell. A tömörítési mérték a beton eredeti magasságának (400 mm) és a tömörítés utáni magasságának a hányadosa. A módszer pontosságára jelenleg nincs adat.

Az európai szabványokban szereplő roskadás mérés, terülés mérés, átformálási idő mérés sem ismeretlen a hazai betontechnológusok körében, hiszen ezek a beton konzisztencia vizsgálati módszerek hazánkban régóta szabványosak. Kínálkozott a gondolat, hogy állítsuk párhuzamba a hazai és az európai konzisztencia mérési módszereket, és vizsgáljuk meg, hogy van-e számottevő eltérés közöttük. E helyen a leglényegesebb, egyébként nem túl jelentős eltéréseket mutatjuk be, de utalunk arra is, hogy az MSZ EN 206-1:2002 szabvány sincs teljes összhangban az európai konzisztencia vizsgálati szabványokkal, ami az alkalmazhatóság feltételeit illeti:

Roskadási mérték meghatározása

Eltérés van az alkalmazhatóság megítélésében. Az MSZ 4714-3:1986 szabvány az FN földnedves, az MSZ EN 12350-2:2000 és az MSZ EN 206-1:2002 szabvány az S5 konzisztencia osztályú beton esetén tartja a módszert pontatlannak, de az S5 osztály alsó határértékeként kissé eltérő számokat adnak meg. Az MSZ EN 12350-2:2000 szabvány szerint a módszer akkor alkalmazható, ha az adalékanyag legnagyobb szemnagysága nem nagyobb, mint 40 mm.

Az MSZ EN 12350-2:2000 szabványban csak egyféle csonkakúp szerepel, az MSZ 4714-3:1986 szabvány a 32 mm < d_{max} < 63 mm esetre másfélszeres méretű kúp használatát írja elő.

Az MSZ 4714-3:1986 szabvány szerint a csonkakúpot négy rétegben kell megtölteni betonnal, és összesen 4*25=100 szúrással kell tömöríteni, MSZ EN 12350-2:2000 szabvány szerint három rétegben kell megtölteni betonnal, és összesen 3*25=75 szúrással kell tömöríteni.

Az MSZ 4714-3:1986 szabvány szerint a roskadást 1 mm pontossággal, az MSZ EN 12350-2:2000 szabvány szerint 10 mm pontossággal kell megmérni.

A mértékadó vizsgálati eredményt az MSZ 4714-3:1986 szabvány szerint két mérés számtani átlaga, vagy nagy eltérés esetén új átlagmintákkal végzett három mérés számtani átlaga adja, míg az MSZ EN 12350-2:2000 szabvány egy mérés eredményét is elfogadhatja, és legfeljebb egy ismétlést ír elő.

Az ismétlési (ismételhetőségi) és az összehasonlítási (összehasonlíthatósági) feltételeket az MSZ EN 12350-2:2000 szabvány egyes mérések és két mérésből álló vizsgálatok esetére tárgyalja, az MSZ 4714-3:1986 szabvány a fogalomkört nem ismeri.

Terülési mérték meghatározása

Mind a két szabvány pontatlannak tartja a módszert az FN illetőleg F1 földnedves konzisztenciák tartományában, az MSZ EN 12350-5:2000 és az és az MSZ EN 206-1:2002 szabvány az F6 osztályban is, de az F6 osztály alsó határértékeként kissé eltérő számokat adnak meg. Az MSZ EN 12350-5:2000 szabvány szerint a módszer akkor alkalmazható, ha az adalékanyag legnagyobb szemnagysága nem nagyobb, mint 63 mm.

Az MSZ 4714-3:1986 szabvány szerint a terülést 1 cm pontossággal, az MSZ EN 12350-5:2000 szabvány szerint 10 mm pontossággal kell megmérni, ami ugyanaz, de a mértékegység más.

A mértékadó vizsgálati eredményt az MSZ 4714-3:1986 szabvány szerint két mérés számtani átlaga, vagy nagy eltérés esetén új átlagmintákkal végzett három mérés számtani átlaga adja, míg az MSZ EN 12350-5:2000 szabvány egy mérés eredményét is elfogadhatja, és egy ismétlésre közvetve utal.

Az ismétlési (ismételhetőségi) és az összehasonlítási (összehasonlíthatósági) feltételeket az MSZ EN 12350-5:2000 szabvány egyes mérések esetére tárgyalja, az MSZ 4714-3:1986 szabvány a fogalomkört nem ismeri.

VEBE-méteres átformálási idő meghatározása

Az MSZ 4714-3:1986 szabvány szerint a módszerrel az összes beton konzisztenciája meghatározható, az MSZ EN 12350-3:2000 szabvány szerint csak a V1 - V3 konzisztencia osztályba tartozó betonok esetén, és akkor alkalmazható, ha az adalékanyag legnagyobb szemnagysága nem nagyobb, mint 63 mm.

Az MSZ 4714-3:1986 szabvány szerint a forgókar függőleges rúdján mm-es beosztás van, az MSZ EN 12350-3:2000 szabvány szerint 5 mm-es beosztás van.

Hasonlóan a roskadás méréshez az MSZ 4714-3:1986 szabvány szerint a csonkakúpot négy rétegben kell megtölteni betonnal, és összesen 4*25=100 szúrással kell tömöríteni, MSZ EN 12350-3:2000 szabvány szerint három rétegben kell megtölteni betonnal, és összesen 3*25=75 szúrással kell tömöríteni.

Az MSZ 4714-3:1986 szabvány szerint a roskadást 1 mm pontossággal, az MSZ EN 12350-3:2000 szabvány szerint 10 mm pontossággal kell megmérni.

A mértékadó vizsgálati eredményt az MSZ 4714-3:1986 szabvány szerint két mérés számtani átlaga, vagy nagy eltérés esetén új átlagmintákkal végzett három mérés számtani átlaga adja, míg az MSZ EN 12350-3:2000 szabvány egy mérés eredményét is elfogadhatja, és egy ismétlésre közvetve utal.

Az ismétlési (ismételhetőségi) és az összehasonlítási (összehasonlíthatósági) feltételekre az MSZ EN 12350-3:2000 szabványban jelenleg nincs adat, az MSZ 4714-3:1986 szabvány a fogalomkört nem ismeri.

Mind a négy módszerre jellemző, hogy az európai szabványok az eszközök méretét tűréssel adják meg, míg az MSZ 4714-3:1986 szabvány csak elvétve.

Az MSZ EN 206-1:2002 európai szabvány különleges esetekben megengedi a konzisztencia osztályoktól való eltérést, és mind a négy módszerre megadja a konzisztencia tervezett értékeinek tűréseit.

Az ismételhetőség és összehasonlíthatóság fogalmát, amely a magyar szabványokban csak igen ritkán, az európai szabványokban azonban gyakran előfordul, szükségesnek tartjuk a következőkben külön is értelmezni.

3. A konzisztencia vizsgálati európai szabványok ismétlési (ismételhetőségi) és összehasonlítási (összehasonlíthatósági) feltételeinek értelmezése

A honosított MSZ EN 12350-2:2000 és MSZ EN 12350-5:2000 konzisztencia vizsgálati európai szabványok megadják az **ismételhetőség** (németül: Wiederholbarkeit) és az **összehasonlíthatóság** (németül: Vergleichbarkeit) feltételeinek számértékeit arra az esetre, ha a statisztikai biztonság értéke 0,95,

- és a roskadási mérték 50 - 80 mm közé esik (S2 konzisztencia osztály), és az eredményeik összeférhetősége szempontjából megítélendő két vizsgálat mindegyike vagy egy mérésből, vagy két mérésből áll;
- illetve, ha a terülési mérték 555 mm (F4 és F5 konzisztencia osztályok határa), és az eredményeik összeférhetősége szempontjából megítélendő két vizsgálat mindegyike egy mérésből áll.

Megemlítjük, hogy a szabványok szóhasználata szerinti "ismételhetőségi feltétel" szinonimája az **"ismétlési feltétel"**, az összehasonlíthatósági feltétel" szinonimája az **"összehasonlítási feltétel".**

Az ismételhetőség és az összehasonlíthatóság meghatározásának célja a mérési eredmények összeférhetőségének (pontosságának) megítélése, ami a terjedelem alapján történik.

A terjedelem a vizsgálat legnagyobb és legkisebb mérési eredményének (esetünkben két mérés eredményének, vagy két-két mérés átlagának) különbsége, abszolút értékben kifejezve.

Az "ismételhetőség" az a megengedett szórás vagy az a megengedett terjedelem, ami egy laboráns által - ugyanabból a betonkeverékből vett mintákon (jelen esetben két mintán), ugyanazzal az eszközzel, rövid időn belül - végzett ún. összeférhető vizsgálatok (jelen esetben két vizsgálat) szórását vagy terjedelmét tekintve, jelen esetben 20 eset közül legfeljebb egyszer (azaz 5 %-os gyakorisággal) léphet fel.

Az "összehasonlíthatóság" az a megengedett szórás vagy az a megengedett terjedelem, ami két laboráns által - ugyanabból a betonkeverékből vett mintákon (jelen esetben két mintán), két különböző eszközzel, rövid időn belül - végzett ún. összeférhető vizsgálatok (jelen esetben két vizsgálat) szórását vagy terjedelmét tekintve, jelen esetben 20 eset közül legfeljebb egyszer (azaz 5 %-os gyakorisággal) léphet fel.

Az ismételhetőség és az összehasonlíthatóság tehát feltételeink szerint az 5 %-os alsó küszöbértéknek megfelelő követelmények, azaz "minősítési értékek", amelyeket a mérési vagy több mérés eredményének átlagaként kapott vizsgálati eredményekből a matematikai statisztika módszereivel kiszámított értékek, mint tapasztalati "jellemző értékek" nem szabad, hogy meghaladjanak, ha a mérési vagy több mérés eredményének átlagaként kapott vizsgálati eredmények egymással összeférhetőek.

Az MSZ EN 12350-2:200 honosított európai szabvány két roskadás mérés (ez két olyan vizsgálat, amelyek mindegyike egy mérésből áll), (németül: Einzelbestimmung); vagy két roskadás vizsgálat (ez két olyan vizsgálat, amelyek mindegyike két mérésből áll), (németül: Doppelbestimmungen) összeférhetőségének feltételeit tárgyalja.

Más az ismételhetőség és az összehasonlíthatóság követelmény értéke, ha két mérésről (egy-egy mérésből álló két vizsgálatról) beszélünk (Einzelbestimmung), és más, ha két olyan vizsgálatról, amelyek eredményei két mérés eredményének számtani átlagából adódnak (Doppelbestimmungen).

Idézzük az MSZ EN 12350-2:2000 honosított európai szabvány 1. és 2. táblázatát:

1. táblázat. A roskadási mérték mérésének pontossági adatai (németül: Genauigkeitsdaten), ha mind a két vizsgálat egy mérésből áll (Einzelbestimmung)

Ismételhetőség feltételei, mm		Összehasonlíthatóság feltételei, mm	
Szórás, s_r	Terjedelem, r	Szórás, s_R	Terjedelem, R
5,8	16	9,0	25

2. táblázat. A roskadási mérték mérésének pontossági adatai (Genauigkeitsdaten), ha mind a két vizsgálat eredménye két mérés eredményének számtani átlagából áll (Doppelbestimmungen)

Ismételhetőség feltételei, mm		Összehasonlíthatóság feltételei, mm	
Szórás, s_r	Terjedelem, r	Szórás, s_R	Terjedelem, R
4,1	11	8,0	22

Megfigyelhetjük, hogy a táblázatokban a terjedelem és a szórás hányadosának értéke minden esetben: $(\omega) = r/s_r = R/s_R \sim 2{,}7\text{-}2{,}8$, pontos értéke: 2,771808. Ebből lehet tudni, hogy minden esetben két mérési eredmény, vagy két - esetünkben egyenként két mérésből álló - vizsgálat mérési eredményeinek átlagáról van szó (n=2), mert három adat esetén (n=3) a terjedelem és a szórás hányadosának értéke (omega) = 3,314493 lenne [13-16].

Értelmezésünk szerint ezek a roskadás mérésre vonatkozó táblázatok azt fejezik ki, hogy

- ha egy laboráns az ismételhetőség feltételei mellett két roskadás mérést végez, akkor azok eredménye abban az esetben összeférhető, ha a két mérés eredményének terjedelme kisebb, mint 16 mm;
- ha egy laboráns az ismételhetőség feltételei mellett két roskadás vizsgálatot végez, és mindegyik vizsgálat két mérésből áll, és mértékadó eredménye a két mérés számtani átlaga, akkor a két vizsgálat mértékadó eredménye (azaz két mérés átlaga) abban az esetben összeférhető, ha a két vizsgálat eredményének terjedelme kisebb, mint 11 mm;

- ha két laboráns (például a betont gyártó transzportbeton üzem laboránsa és a betont vásárló kivitelező laboránsa) az összehasonlíthatóság feltételei mellett egy-egy roskadás mérést végez, akkor azok eredménye abban az esetben összeférhető, ha a két mérés eredményének terjedelme kisebb, mint 25 mm;
- ha két laboráns (például a betont gyártó transzportbeton üzem laboránsa és a betont vásárló kivitelező laboránsa) az összehasonlíthatóság feltételei mellett egy-egy roskadás vizsgálatot végez, és mindegyik vizsgálat két mérésből áll, és mértékadó eredménye a két mérés számtani átlaga, akkor a két vizsgálat mértékadó eredménye (azaz két mérés átlaga) abban az esetben összeférhető, ha a két vizsgálat eredményének terjedelme kisebb, mint 22 mm.

Az MSZ EN 12350-5:200 honosított európai szabvány két terülés mérés (ez két olyan vizsgálat, amelyek mindegyike egy mérésből áll), (Einzelbestimmung) összeférhetőségének feltételeit tárgyalja.

Idézzük az MSZ EN 12350-5:2000 honosított európai szabvány 1. táblázatát:

1. táblázat. A terülési mérték mérésének pontossági adatai (Genauigkeitsdaten), ha mind a két vizsgálat egy mérésből áll (Einzelbestimmung)

Ismételhetőség feltételei, mm		Összehasonlíthatóság feltételei, mm	
Szórás, s_r	Terjedelem, r	Szórás, s_R	Terjedelem, R
24,6	69	32,5	91

A terjedelem és a szórás hányadosának értéke ebben a táblázatban is: $(\omega) = r/s_r = R/s_R \sim 2{,}8$, pontos értéke: 2,771808. Ebből lehet tudni, hogy minden esetben két mérési eredmény átlagáról van szó (n=2) [13-16].

Értelmezésünk szerint ez a terülés mérésre vonatkozó táblázat azt fejezi ki, hogy

- Ha egy laboráns az ismételhetőség feltételei mellett két terülés mérést végez, akkor azok eredménye abban az esetben összeférhető, ha a két mérés eredményének terjedelme kisebb, mint 69 mm;
- ha két laboráns (például a betont gyártó transzportbeton üzem laboránsa és a betont vásárló kivitelező laboránsa) az összehasonlíthatóság feltételei mellett egy-egy terülés mérést végez, akkor azok eredménye abban az esetben összeférhető, ha a két mérés eredményének terjedelme kisebb, mint 91 mm.

Irodalom:

[13] Graf, U. - Henning, H.-J. - Stange, K.: Formeln und Tabellen der mathematischen Statistik. Springer-Verlag. Berlin / Heidelberg / New York, 1966.

[14] Harter, H. L.: Tables of range and studentized range. The Annals of Mathematical Statistics. Baltimore, USA. VOL. 31. 1960. No. 4. p. 1122-1147.

[15] Puskásné Hőgyes Irén - Kausay Tibor - Bodnár Géza: Útépítési adalékanyagok testsűrűségi tulajdonságai. SZIKKTI 64. sz. tudományos közleménye. Budapest, 1981.

[16] ISO 5725-1:1994 Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results. Part 1: General principles and definitions

[17] MSZ EN 932-6:1999 Kőanyaghalmazok általános tulajdonságainak vizsgálata. 6. rész: Az ismétlési pontosság és az összehasonlítási pontosság fogalommeghatározásai

Érdekességképpen megemlítjük, hogy magyar nemzeti szabványokban is lehet találkozni a vizsgálati eredményeknek a fentiekkel megegyező, a terjedelem alapján történő, a matematikai statisztika elvei szerinti értékelésével.

Ilyen magyar építőanyag vizsgálati szabványok például:

MSZ 9611/14:1976 Aszfaltok mintavétele és vizsgálata. Ásványi anyagok sűrűségének meghatározása MSZ 18284/2:1979 Építési kőanyagok tömegösszetételi vizsgálatai. Sűrűségi jellemzők vizsgálata

Budapest, 2001. november hó.

Tekintse meg a roskadás méréssel, a terülés méréssel, a VEBE-méteres méréssel, a konzisztencia fogalmával foglalkozó oldalainkat is.

Vissza a

Noteszlapok abc-ben ***Noteszlapok tárgykörönként***

tartalomjegyzékhez