



Pólus Kincs ZRT.

ÁSVÁNYKINCS HASZNOSÍTÓ CÉGCSOPORT

BARITMIX-1

- Nehézbeton gyártásához szükséges mérések
- Abszorpciós vizsgálatok
- Sugárvédő nehézbeton üzemi gyártása(TBG Dunakeszi)





Tanulmány összefoglalt eredményei:

Adalékanyag vizsgálat BARITMIX-I

| | | |
|-----------------------------------|------------------------------|------------------------|
| Tömörítetlen átlag halmazsűrűség: | 1847 g/l | 1,847 t/m ³ |
| Tömörített átlag halmazsűrűség: | 2056 g/l | 2,056 t/m ³ |
| Testsűrűség: | 3,360 g/cm ³ | 3,360 t/m ³ |
| Vízfelvétel | 18,85 mv/% (tömegtérfogat/%) | |

Kísérleti betonozás

3 db. minta. Minták jele N1, N2, N3.

A frissbeton jellemzői

| Receptúra jele | Átlag névleges testsűrűség kg/m ³ | Konzisztencia: területméréssel, mm |
|----------------|--|------------------------------------|
| N1 | 2599 | 55,5 |
| N2 | 2578 | 52 |
| N3 | 2544 | 64 |

A megszilárdult beton nyomószilárdsága

| Receptúra jele | Átlag testsűrűség kg/m ³ | Átlag nyomószilárdság, N/mm ² | Karakterisztikus érték, N/mm ² | Beton jele |
|----------------|-------------------------------------|--|---|------------|
| N1 | 2630 | 54,28 | 45,4 | C30/37 |
| N2 | 2599 | 59,3 | 50,4 | C35/45 |
| N3 | 2585 | 55,9 | 47,1 | C30/37 |



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
ÉPÍTŐANYAGOK ÉS MÉRNÖKGEOLÓGIA TANSZÉK

Tel: 463-4068, 463-3452 * 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3. * Fax: 463-3450

OM FI 23344
Engedélyszám a BME-n: 30547-003/05

TANULMÁNY

Rudabányai-II meddőhányó BARITMIX 1 nevű adalékanyagból nehéz beton gyártásához szükséges mérések elvégzéséről

Vevő: PÓLUS KINCS Zrt.
2132 GÖD Kádár utca 49.

Dr. Salem G. NEHME
adjunktus, témafelelős

Dr. Balázs L. György
egy. tanár, tanszékvezető

Budapest, 2007. 08. 29.

1. BEVEZETÉS

PÓLUS KINCS Zrt. megrendelte a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszéktől a rudabányai-II meddőhányó BARITMIX 1 nevű adalékanyagból nehézbeton gyártásához szükséges vizsgálatok elvégzését.

A vizsgálatok tartalmazza:

- Az alapanyag vizsgálatát (d_{max} , szemmegoszlási görbe, finomsági modulus, halmazsűrűség (laza és tömör), sűrűség, testsűrűség, hézagosság, vízfelvétel és szétosztályozódás)
- Az alapanyagból készült beton jellemzőit (frissbeton és szilárdbeton jellemzői)
 - Bedolgozhatóság területtel, frissbeton testsűrűsége és eltarthatósága
 - Megszilárdult beton testsűrűsége, nyomószilárdsága, fagyállósága és vízzárósága
- Öntömörödő beton készítésének lehetőségeit
- Radioaktív vizsgálatokat
- alkálifém-oxid – dolomit reakciót
- Eredmények összefoglalását

2. BARITMIX 1 ADALÉKANYAG VIZSGÁLATA

A vizsgálat célja: a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia tanszék részére szállított BARITMIX 1 minta halmaz- és anyagjellemzőinek megállapítása, nehézadalékanyagként való felhasználás céljából. A rendelkezésre álló anyag mennyisége kb. 2m^3 . A helyszínen Dr. Salem Georges Nehme PhD., adjunktus, Írházi az anyag kiválasztásába véletlenszerűen több helyről lett segítettek kiválasztani.

2.1 az alapanyag vizsgálatai

Az adalékanyag vizsgálata: maximális szemcseagyság d_{max} , szemmegoszlás, finomsági modulus, testsűrűség, halmazsűrűség, vízfelvétel, szétosztályozás,

Szemrevételezés

A vizsgált anyag sötétszürke színű szemcsés anyag, nagy finomrésztartalommal. Erős, fehér színű kivirágzás látható az időjárásnak kitett felületeken. A szemcsék helyenként 10-20 cm-es kemény rögökké állnak össze, mivel az anyag 1989 óta szabadban egy helyen tárolva.

Maximális szemcseagyság:

Két különböző mintán végzett szitavizsgálattal megállapítottuk, hogy a szemcsék mérete nem haladja meg a 8mm-t. (A 8 mm-es szitán fennmaradt mennyiség kisebb mint 1%)

Adalékanyag szitavizsgálata

Mintavételezés előtt az anyagot alaposan átkevertem, majd 48 órán át szárítókemencében $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on szárítottuk. A mintát szabványos szitasoron vizsgáltuk. A legnagyobb szemcseátmérő 8 mm. A vizsgálatot két különböző, $m=1600\text{ g}$ -os mintán végeztem el.

Finomsági modulus megállapítása

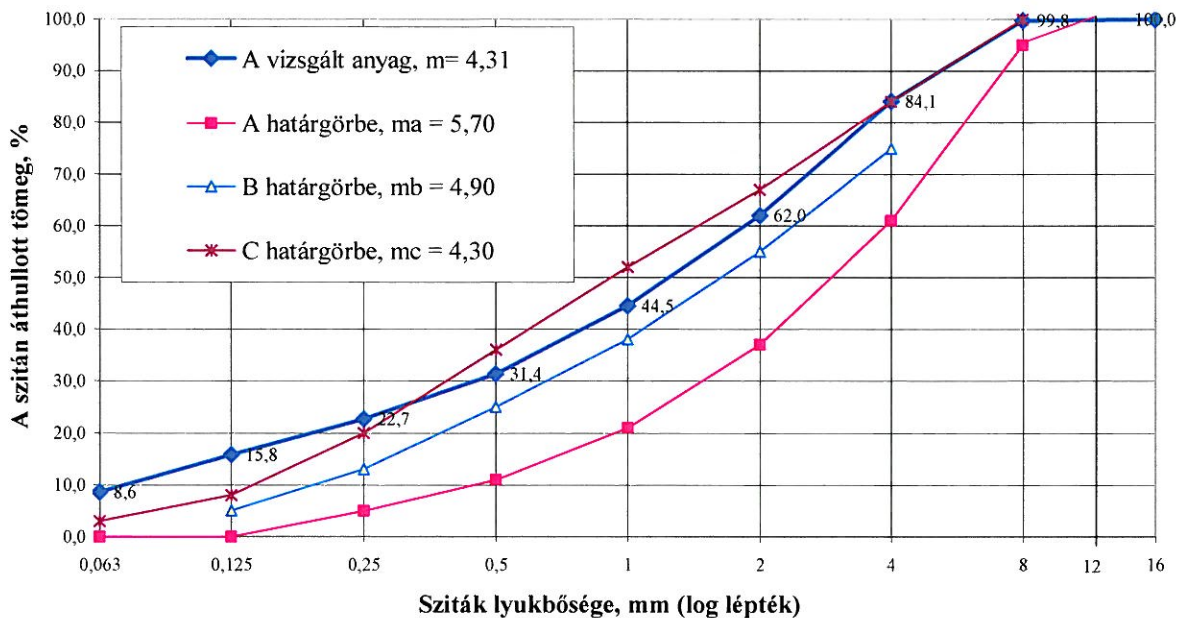
Ehhez a szemmegoszlás újbóli vizsgálatára volt szükség, 0,063 mm-es legkisebb lyukátmérőjű szitával. A mintavételezés módja megegyezik az előzőekben leírtakkal.

1. táblázat: Az adalékanyag szitavizsgálati eredményei

| d [mm] | 1. minta fennmaradt tömeg [g] | Fennmaradt [%] | Átesett [%] | 2. minta fennmaradt tömeg [g] | Fennmaradt [%] | Átesett [%] |
|--------|-------------------------------|----------------|-------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| 8 | 3 | 0,2 | 99,8 | 6 | 0,4 | 99,6 |
| 4 | 249 | 15,7 | 84,1 | 268 | 16,9 | 82,8 |
| 2 | 351 | 22,1 | 62,0 | 355 | 22,3 | 60,4 |
| 1 | 277 | 17,5 | 44,5 | 279 | 17,5 | 42,9 |
| 0,5 | 209 | 13,2 | 31,4 | 202 | 12,7 | 30,2 |
| 0,25 | 138 | 8,7 | 22,7 | 134 | 8,4 | 21,8 |
| 0,125 | 110 | 6,9 | 15,8 | 107 | 6,7 | 15,0 |
| 0,063 | 113 | 7,1 | 8,6 | 101 | 6,4 | 8,7 |
| <0,063 | 137 | 8,6 | 0,0 | 138 | 8,7 | 0,0 |

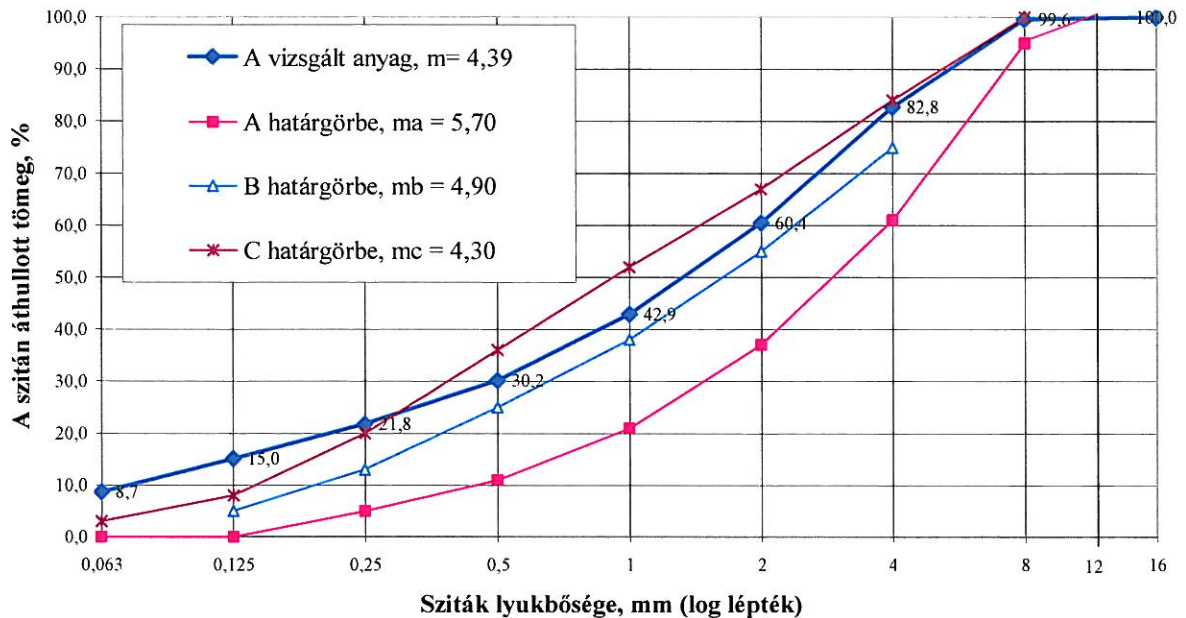
Az átesett anyagmennyiségekből számított finomsági modulus átlagértéke: 4,35

Az adalékanyag szemmegoszlási görbéje (NHK 0/8 mm határ görbei); 1. minta.



1. ábra: az 1. minta szemmegoszlási görbéje

Az adalékanyag szemmegoszlási görbéje (NHK 0/8 mm határ görbei); 2. minta.



2. ábra: 2. minta szemmegoszlási görbéje

Halmazsűrűség vizsgálata

A halmazsűrűséget 1 l-es henger alakú fém edényben mértem. Ehhez 2×2 kg, 24 órán át szárítókemencében tárolt mintát használtam fel, melyekhez minden egyes mérés között 2% (40 ml) vizet adtam, a 10%-os víztartalom eléréséig. A mintákat tömörítve és tömörítetlenül is vizsgáltam. A tömörítés kézi módszerrel történt, 1 percen át tartó ütögetéssel. Tömörítetlen minta esetén a legalacsonyabb halmazsűrűség 8%-os víztartalomnál állt elő (1,314 g/cm³), tömörített minta esetén 4%-nál (1,950 g/cm³).

2. táblázat: Tömörítetlen állapot halmazsűrűségi eredmények

| Víztart. [%] | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
|----------------|------|------|------|------|-------------|------|
| 1. minta [g/l] | 1827 | 1797 | 1496 | 1362 | 1298 | 1307 |
| 2. minta [g/l] | 1866 | 1688 | 1484 | 1379 | 1329 | 1341 |
| Átlag [g/l] | 1847 | 1743 | 1490 | 1371 | 1314 | 1324 |

3. táblázat: Tömörített állapot halmazsűrűségi eredmények

| Víztart. [%] | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
|----------------|------|------|-------------|------|------|------|
| 1. minta [g/l] | 2077 | 2068 | 1951 | 1956 | 2095 | 2176 |
| 2. minta [g/l] | 2034 | 2059 | 1949 | 1960 | 2082 | 2165 |
| Átlag [g/l] | 2056 | 2064 | 1950 | 1958 | 2089 | 2171 |

Átlag tömörítetlen állapot halmazsűrűség: 1,847 g/cm³

Átlag tömörített állapot halmazsűrűség: 2,056 g/cm³

Sűrűségvizsgálat

A sűrűségvizsgálatot piknométerrel végeztem. A vizsgált mintákat (3db) porrá őröltem, majd 24 órán át szárítókemencében szárítottam. A három vizsgálat eredményeinek átlagértéke 3,36 g/cm³.

4. táblázat: Piknométer mérés eredményei

| Mint jele | Piknométer tömege (g) | Piknométer tömege + Por (g) | Piknométer tömege + Por + víz (g) | Piknométer tömege + víz tömege (g) | Víz hőmérséklete (°C) | $\rho_{\text{víz}}$ (g/cm ³) | Sűrűség, g/cm ³ |
|-----------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------|--|----------------------------|
| M1 | 48,1356 | 59,3161 | 112,313 | 104,438 | 25 | 0,997 | 3,3726 |
| M2 | 43,4686 | 60,2724 | 108,5184 | 96,7767 | 25 | 0,997 | 3,3096 |
| M3 | 61,2259 | 73,9078 | 174,589 | 165,6156 | 22,5 | 0,9976 | 3,4115 |
| Átlag: | | | | | | | 3,3645 |

24 órás vízfelvétel

A barit mintát 24 órán át vízben áztattam, majd vákuumszivattyúval eltávolítottam a szemcsék közötti vizet. Ezután megmértem a minta tömegét, majd 24 órára szárítókemencébe raktam. Szárítás után a minta tömegét újra lemértem. A felvett víz mennyisége 18,85%.

5. táblázat: Vízfelvétel eredményei

| | |
|----------------|--------------|
| M telített [g] | 227,14 |
| M száraz [g] | 191,12 |
| Δm [g] | 36,02 |
| m_v [%] | 18,85 |

Szétosztályozás

1200g mintát vizsgáltam 0,125 mm legkisebb lyukbőségű szitán. A 0,125 mm feletti rész tömege 923 g (76,92%) , az átesett mennyiség 276 g (23,08%).

Összporozitás

A baritmix 1 összporozitása: 45,1 %

Barit meddő kémiai vizsgálata

Savas és vizes oldás

A szabadban tárolt barit meddón kiszáradás után fehér sókiválás figyelhető meg. Emiatt vizsgálatokat végeztünk arra vonatkozóan, hogy oldási vizsgálattal kimutatható-e különbség a minta két része között. A vizsgálat eredményeit az **1. táblázat** tartalmazza.

6. táblázat: Barit meddő oxidos kémiai összetétele

| Vizsgált jellemző | Vizsgálati szabvány | Mért érték | |
|--|---------------------|------------------|----------------------------------|
| | | Barna színű rész | Fehér sókiválást tartalmazó rész |
| Izzítási veszteség, tömeg% | MSZ EN 196-2 | 21,20 | 30,89 |
| Híg sósavban oldható rész, tömeg% | MSZ EN 196-2 | 62,80 | 80,05 |
| Híg sósavban oldható SiO ₂ , tömeg% | MSZ EN 196-2 | 1,29 | 0,68 |

Az **6. táblázat** adatai szerint a minta fehéren kivirágzó része több könnyebben oldható komponenst tartalmaz (nagyobb a híg sósavban oldható rész és az izzítási veszteség is), ugyanakkor kisebb a szilikátos rész mennyisége.

Feltételeztük, hogy a kivirágzás főként szulfát eredetű, ezért a minta homogenizált részéből desztillált vizes, illetve savas oldással szulfáttartalmat határoztunk meg. Tekintettel arra, hogy az oldhatóságot a szemcseméret befolyásolja, a vizsgálatot a szitálással elválasztott frakciókban külön-külön végeztük. Az eredményeket a **7. táblázat** tartalmazza.

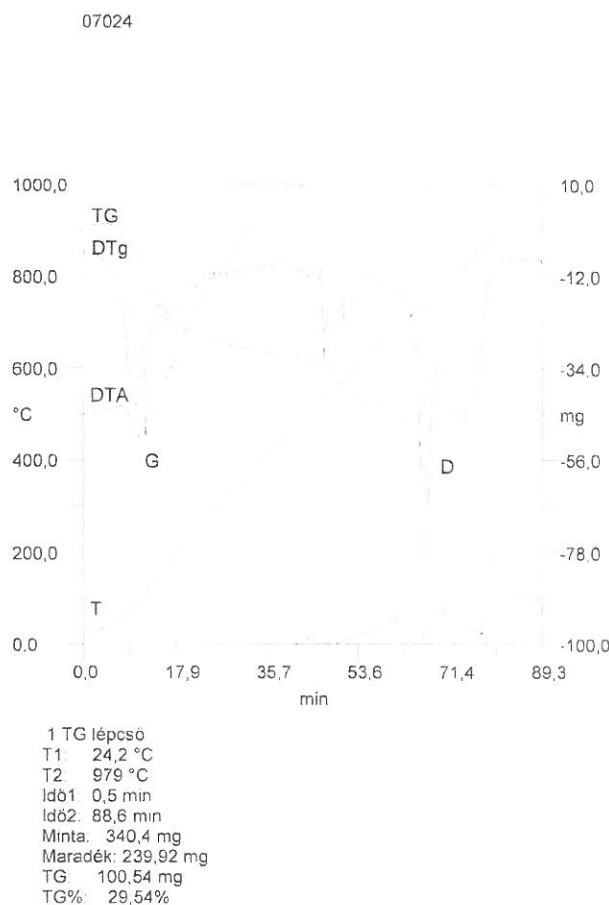
7. táblázat: Barit meddő különböző szemcseméretű örleményeinek szulfáttartalma

| Vizsgált frakció szemcsemérete | Szulfáttartalom, tömeg % | |
|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | Savas oldás | Desztillált vizes oldás |
| <0,125 mm | 1,00 | 0,99 |
| 0,125-1 mm | 0,74 | 0,66 |
| >1 mm | 0,43 | 0,39 |

A vizsgálati eredmények alapján egyértelmű, hogy a kisebb szemcseméretű részből nagyobb mennyiségű szulfát oldódik ki.

Derivatográfiai vizsgálat

A minta fehér sókiválást tartalmazó részéről derivatogramot vettünk fel, melyet az **3. ábrán** mutatunk be. A felvétel alapján gipsz (G) és dolomit (D) jelenléte valószínűsíthető, ami a nagy izzítási veszteség magyarázatául is szolgálhat.



3. ábra: Barit meddő fehér sókiválást tartalmazó részéről készült derivatogram

Összefoglalás az alapanyagok vizsgálata alapján

A fenti vizsgálatok alapján a BARITMIX 1 nevű adalékanyag magában nem elegendő, hogy nehézbetont tudjunk készíteni belőle, a vízfelszívó képessége és a d_{max} miatt. A homok frakciót lehet vele helyettesíteni és a többi durvább frakció lehet bazalt vagy bármilyen zúzott anyag amelynek a testsűrűsége $2,7 \text{ g/cm}^3$.

További lehetőségek

A szita vizsgálat alapján, a 0,5 mm alatti szemcseméret tartalom 30-31,5 % közé esik, ez a „finom nehézanyag” különösen nehéz sugárvédő vakolatot készítésére alkalmas. Így a maradék anyag 0,5-8 mm közötti szemcseméret lehet a durva homok frakciót helyettesíteni.

3. BARITMIX1 –BŐL KÉSZÜLT BETONOK VIZSGÁLATA

3.1 Frissbeton jellemzők

3 receptúrát készítettük, hogy tudjuk meg vizsgálni a frissbeton jellemzőit és a megszilárdult beton mechanikai és sugárvédelmi tulajdonságait.

8. táblázat: N1 jelű betonkeverék

| Anyag | Fajta vagy frakció | Tömeg, kg/m^3 | Térfogat l/m^3 | |
|--------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------|
| Adalékanyag | 0/6 mm frakció BARITMIX-1 | 65% | 1445 | 438 |
| Homok | 0/1 mm | 5% | 89 | 34 |
| Andezit | 5/12 mm frakció | 15% | 285 | 101 |
| Andezit | 11/32 mm frakció | 15% | 285 | 101 |
| | Összesen | 100% | 2104 | 673 |
| Cement | CEM I 32,5 | | 400 | 129,0 |
| | Kohósalak | | 20 | 8,5 |
| Víz | mw/mc = | 43,0% | 172 | 172 |
| Adalékszer cem. m% | Glenium 51 | 3,00% | 12,0 | 12 |
| Levegő | | | -- | 5 |
| Összesen | | | 2708 | 1000 |

9. táblázat: N2 jelű betonkeverék

| Anyag | Fajta vagy frakció | Tömeg, kg/m ³ | Térfogat l/m ³ | | |
|--------------------|-------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------|-----|
| Adalékanyag | 0/6 mm frakció BARITMIX-1 | 60% | 1333 | | |
| | Homok | 0/1 mm | 5% | 89 | 34 |
| | Andezit | 8/11 | 5% | 95 | 34 |
| | Andezit | 11/24 mm frakció | 30% | 569 | 202 |
| | Összesen | 100% | 2086 | 673 | |
| Cement | CEMI 32,5 | 420 | 135,5 | | |
| | Kohósalak | 20 | 8,5 | | |
| Víz | mw/mc = | 39,0% | 164 | 164 | |
| Adalékszer cem. m% | Glenium 51 | 3,35% | 14,1 | 14,07 | |
| Levegő | | -- | 5 | | |
| Összesen | | 2704 | 1000 | | |

10. táblázat: N3 jelű betonkeverék

| Anyag | Fajta vagy frakció | Tömeg, kg/m ³ | Térfogat l/m ³ | |
|--------------------|-------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------|
| Adalékanyag | 0/6 mm frakció BARITMIX-1 | 60% | 1317 | 399 |
| Homok | 0/1 mm | 5% | 88 | 33 |
| Andezit | 5/12 mm frakció | 10% | 188 | 67 |
| | 11/24 mm frakció | 25% | 469 | 166 |
| | Összesen | 100% | 2061 | 665 |
| Cement | CEM I 32,5 RS | 400 | 129,0 | |
| | Kohósalak | 20 | 8,5 | |
| Víz | mw/mc = | 45,0% | 180 | 180 |
| Adalékszer cem. m% | Glenium 51 | 3,10% | 12,4 | 12,4 |
| Levegő | | -- | 5 | |
| Összesen | | 2674 | 1000 | |

Megjegyzés: A 0/6 mm frakció Baritmix 1 nevű újrahaznosító nehéz (sugárvédő) adalékanyag.

A frissbeton jellemzőit a 11. táblázatban foglaltuk össze. 3-3 db 15-ös kocka sablon tömegét mértük üresen és utána betonnal töltöttünk és újra mértük a tömegét. A tömeg különbség / sablon névleges térfogata (m/v) megkapjuk a frissbeton névleges testsűrűségét.

11. táblázat: A frissbeton jellemzői

| Receptúra jele | Átlag névleges testsűrűség kg/m ³ | Konzisztencia: területméréssel, mm |
|----------------|--|------------------------------------|
| N1 | 2599 | 55,5 |
| N2 | 2578 | 52 |
| N3 | 2544 | 64 |

A megszilárdult beton nyomószilárdsága

A megszilárdult beton nyomószilárdságát a 12. táblázatban foglaltuk össze.

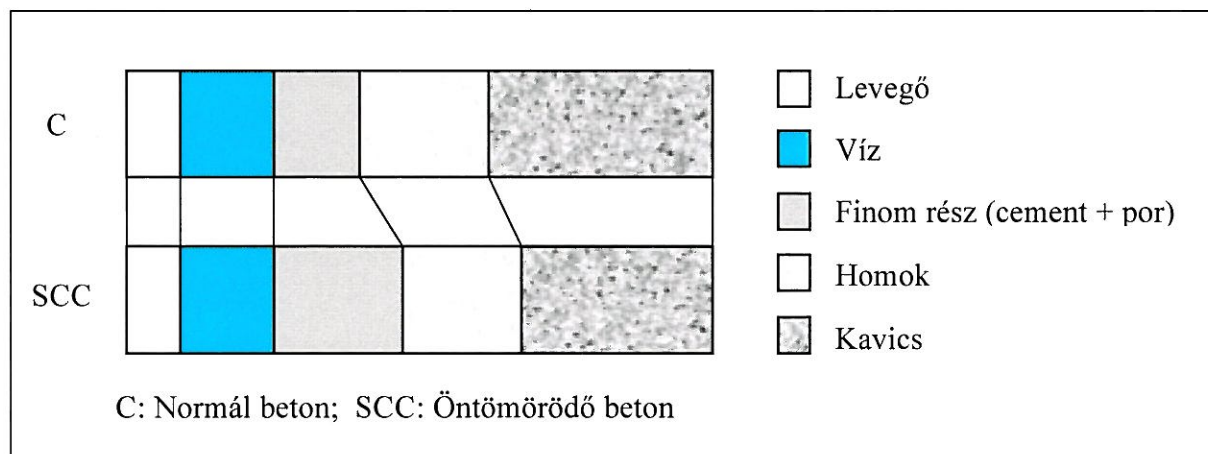
12. Táblázat: Megszilárdult beton nyomószilárdság

| Receptúra jele | Átlag testsűrűség kg/m ³ | Átlag nyomószilárdság, N/mm ² | Karakterisztikus érték, N/mm ² | Beton jele |
|----------------|-------------------------------------|--|---|------------|
| N1 | 2630 | 54,28 | 45,4 | C30/37 |
| N2 | 2599 | 59,3 | 50,4 | C35/45 |
| N3 | 2585 | 55,9 | 47,1 | C30/37 |

Öntömörödő betonkészítési lehetőségei

Az első, világviszonylatban ismertté vált kísérletek *Okamura* nevéhez fűződnek 1986-ból, de 1988-ban készült az első prototípus (*Okamura, Ouchi, 2003*). Tanulmányokat az öntömörödő betonokra, bele értve a bedolgozhatóság elméleteit, a Tokiói Egyetemen *Ozawa* és *Maekawa* végezték (1989).

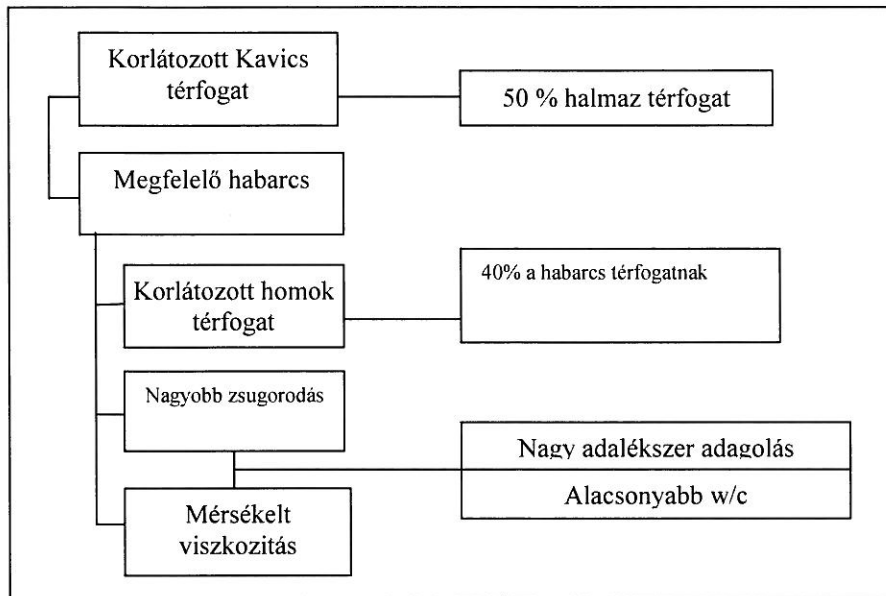
Megemlítendő, hogy öntömörödő képességű betont már ezt megelőzően is készítettek Magyarországon is. Például 1976. augusztusában, összesen 12 óra folyamatos betonozással készült el az ÉTI szentendrei kísérleti csarnokának egy méter vastagságú vasbeton födémje vibrálást nem igénylő betonnal.



4 ábra: A normál beton és az öntömörödő beton összetétele V% (*Okamura, Ouchi, 2003*)

Okamura és *Ozawa* (1995) az öntömörödő beton alapjait megvalósították az alábbiak szerint:

- 1) adalékanyag mennyiség meghatározása: 50% tömör halmaz térfogat,
- 2) finom adalékanyag meghatározása: a betonban lévő habarcsnál 40%,
- 3) víz-finomrész (cement + por) tényező: térfogat szerint 0,9 és 1 között ,
- 4) öntömörödő hatású adalékszer használata.



5 ábra: Az öntömörödő beton összetételének tervezési lépései
Okamura és Ozawa szerint (Okamura, Ozawa, 1995)

A víz mennyiségét a cement és a por méretű szemcsék együttes térfogat arányában adják meg, mely 0,9 és 1 között van. Ebből adódik, hogy a víz mennyiség minimum 170 liter. Így a bedolgozáshoz szükséges víz mennyiség nagyobb, mint a nagy teljesítőképességű betonoké. A friss öntömörödő beton levegő tartalma azonban kisebb, mint a szokványos betoné emiatt végeredményben nincs jelentős változás, ha az öntömörödő beton cement tartalma legalább 340 kg/m^3 .

Az öntömörödő beton kezdeti szilárdsága (2 és 7 napos) jobb, mint a normál betoné, amely segít a gyorsabb ütemezésben és munkavégzésben, de a kizsaluzásban nem a zsugorodási érzékenysége miatt (a hirtelen hőmérséklet különbség növekedése és a gyors párolgás). Összességében az öntömörödő beton elsősorban a bedolgozási (tömörítés) energia elmaradása miatt lehet olcsóbb.

Radioaktív hulladék tárolására tervezett betonok sugárvédelmi vizsgálatáról

Minden receptúrából 3 db próbatestet készítettünk. A próbatestek vastagsága kb. 8 cm volt.

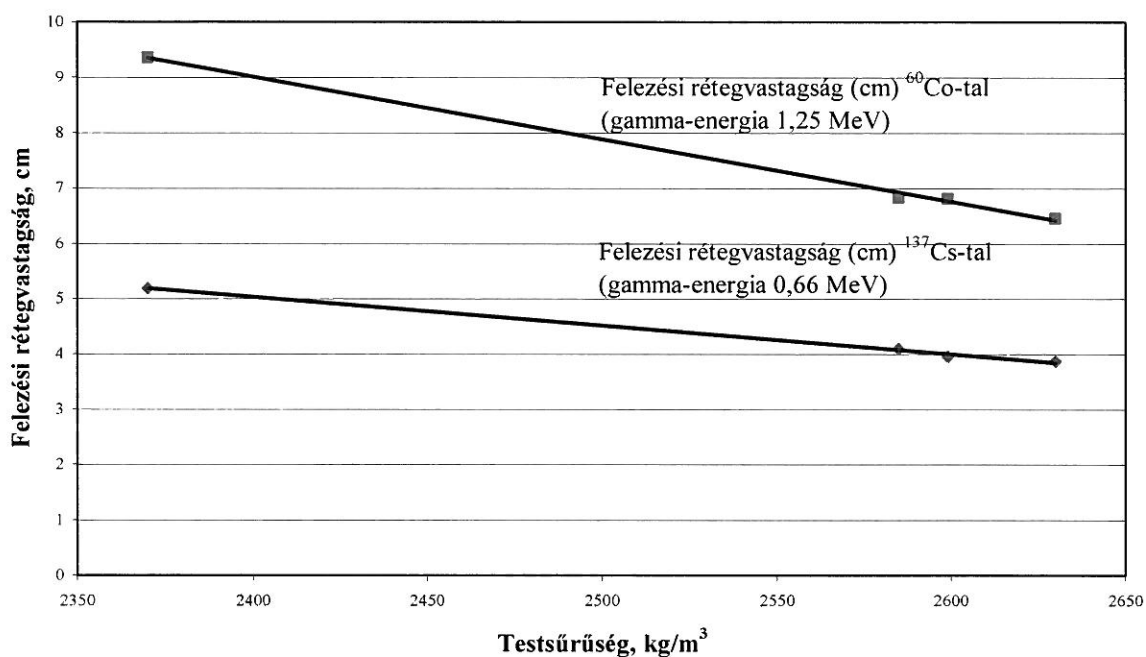
Ezen kívül normál betonból 2 db próbatestet készítettünk az összehasonlítás miatt.

A vizsgálatot Nukleáris Technikai Intézetben Dr. Zagyvai Péter végezte

Vizsgálati eszközök: ^{137}Cs és ^{60}Co sugárforrások, pozicionáló bemérő munkapad, FH40-G hitelesített dózisteljesítmény-mérő

Vizsgálat időpontja: 2007. VII. 13. – VIII. 9. között

| Beton jelzete | Felezési rétegvastagság [cm] ¹³⁷ Cs-mal (gamma-energia 0,66 MeV) | Felezési rétegvastagság [cm] ⁶⁰ Co-tal (gamma energia 1,25 MeV) |
|-------------------------------|---|--|
| X.I. etalon | 5,73 ± 0,21 | 10,65 ± 0,63 |
| X.II. etalon | 4,65 ± 0,15 | 8,11 ± 0,89 |
| N1. (N1-1, N1-2, N1-3) | 3,87 ± 0,08 | 6,46 ± 0,41 |
| N2. (N2-1, N2-2, N2-3) | 3,96 ± 0,08 | 6,81 ± 0,31 |
| N3. (N1/3, N2/3, N3/3) | 4,10 ± 0,08 | 6,83 ± 0,55 |



Minél kisebb a felezési rétegvastagság, annál kedvezőbb a beton elnyelési (sugárzásgyengítő) képessége. A legjobb minta adatait vastagítva közöljük. A ⁶⁰Co-val végzett mérések lényegesen nagyobb szórását döntően a másikonál sokkal kisebb forrásaktivitás okozta.

Dr. Zagyvai Péter
Nukleáris Technikai Intézet

Dr. Salem Georges Nehme, PhD
BME, Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék

Sugárzás csökkentő ill. elnyelő képesség.

| Próbatest jelzete | $X_{1/2}$ [cm] ^{137}Cs $E\gamma$ 0.66 MeV | $X_{1/2}$ [cm] ^{60}Co $E\gamma$ 1.25 MeV |
|-----------------------|---|--|
| X.I. etalon | 5.73 ± 0.21 | 10.65 ± 0.63 |
| X.II. etalon | 4.65 ± 0.15 | 8.11 ± 0.89 |
| N1 | 3.87 ± 0.08 | 6.46 ± 0.41 |
| N2 | 3.96 ± 0.08 | 6.81 ± 0.31 |
| N3 (N1/3, N2/3, N3/3) | 4.10 ± 0.08 | 6.83 ± 0.55 |

Minél kisebb a felezési rétegvastagság, annál kedvezőbb a beton elnyelési (sugárzásgyengítő) képessége. *A legjobbnak mindkét energiatartományban az N1 jelzetű próbatestek bizonyultak, ezek adatait vastagítva közöljük. **Mind a három próbatest-típus előnyösebb abszorpciós tulajdonságú, mint az X II. etalon, és lényegesen jobb sugárzáselnyelő képességű, mint az X I. etalon.***

A ^{60}Co -val végzett mérések lényegesen nagyobb szórását döntően a másikonál sokkal kisebb forrásaktivitás miatti lényegesen nagyobb relatív bizonytalanságot eredményező „bomlási statisztikusság” okozta. Emellett kisebb bizonytalanság-növelő hatása van még a korábban részletesen is tárgyalt anyagi inhomogenitásnak, de ez a fenti eredményekből jól láthatóan nem változtatja meg a minősítő paraméter alapján megállapítható sorrendet.

X.I. próbatest normálbeton (homokos kavics) C30-szilárdságú.

X.I. próbatesttel szemben az N1 próbatestnek 32.46% jobb a sugárzás csökkentő tulajdonsága.

X.II. próbatest normálbeton (homokos kavics) C35-szilárdságú.

X.II. próbatesttel szemben az N1 próbatestnek 16.77% jobb a sugárzás csökkentő tulajdonsága.



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM (OM: FI 23344)
ÉPÍTŐMÉRNÖKI KAR
ÉPÍTŐANYAGOK ÉS MÉRNÖKGEOLÓGIA TANSZÉK ANYAGVIZSGÁLÓ LABORATÓRIUMA
1111 Budapest, XI., Műegyetem rkp. 3.
Tel.: 463-4068 * Fax: 463-3450 * WEB <http://www.epito.bme.hu/eam/> * E-mail: titkars@eik.bme.hu

Nehézbeton összetétel

Vevő: PÓLUS KINCS Zrt.
2132 GÖD Kádár utca 49.
Beton jele: HC35/45-XC3-XF1-XV2(H)-24-F4
Receptúrát készítette: Dr. Salem Georges Nehme

Receptúra (beton összetétele):

| Anyag | Fajta vagy frakció | Tömeg, kg/m ³ | Térfogat l/m ³ |
|---|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
| BARITMIX-1 Homok Andezit Andezit | 0/6 mm frakció | 60% | 1333 |
| | 0/1 mm | 5% | 89 |
| | 8/11.aug | 5% | 95 |
| | 11/24 mm frakció | 30% | 569 |
| | Összesen | 100% | 2086 |
| Cement | CEMI 32,5 RS | 420 | 135,5 |
| | Kohósalak | 20 | 8,5 |
| Víz | $m_w/m_c =$ | 39,00% | 164 |
| Adalékszer cem. m% | Glenium 51 | 3,35% | 14,1 |
| Levegő | | -- | 5 |
| Összesen | | 2704 | 1000 |

A betonösszetétel száraz adalékanyagra vonatkozik. Ha az adalékanyag a felületen és a felületre nyitott pórusokban vizet tartalmaz, akkor ezzel a vízmennyiséggel a keverővíz tömegét csökkenteni az adalékanyag tömegét növelni kell

Próbakeverés eredményei

Friss nehézbeton vizsgálati eredményei

| Átlag névleges testsűrűség kg/m ³ | Konzisztencia: területméréssel, mm |
|---|---------------------------------------|
| 2578 | 52 |

Budapest, 2008.03.28.



Dr. Salem Georges Nehme
adjunktus, témavezető

Dr. Balázs L. György
egy. tanár, tanszékvezető



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM (OM: FI 23344)
ÉPÍTŐMÉRNÖKI KAR
ÉPÍTŐANYAGOK ÉS MÉRNÖKGEOLÓGIA TANSZÉK ANYAGVIZSGÁLÓ LABORATÓRIUMA
1111 Budapest, XI., Műegyetem rkp. 3.
Tel.: 463-4068 * Fax: 463-3450 * WEB <http://www.epito.bme.hu/eam/> * E-mail: titkars@eik.bme.hu

Megszilárdult nehézbeton vizsgálati eredményei

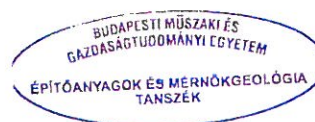
Nyomószilárdsági vizsgálati eredmények


| Átlag testsűrűség kg/m ³ | Átlag nyomószilárdság, N/mm ² | Karakterisztikus N/mm ² | Megfelelőség |
|--|---|---------------------------------------|--------------|
| 2599 | 59,3 | 50,4 | C35/45 |


¹³⁷Cs és ⁶⁰Co sugárforrások, pozícionáló bemérő munkapad, FH40-G hitelesített dózisteljesítmény-mérő

| Próbatestek db száma | Felezési rétegvastagság [cm] ¹³⁷ Cs-mal (gamma-energia 0,66 MeV) | Felezési rétegvastagság [cm] ⁶⁰ Co- tal (gamma energia 1,25 MeV) |
|----------------------|---|--|
| 3 | 3,96 ± 0,08 | 6,81 ± 0,31 |

Budapest, 2008.03.28.




Dr. Salem Georgés Nehme
adjunktus, témavezető


Dr. Balázs L. György
egy. tanár, tanszékvezető

-Sugárvédő nehézbeton üzemi gyártása(TBG Dunakeszi)

Baritmix adagolású sugárvédő nehézbeton készítése

Előzmények:

Lehetőséget kaptunk, hogy kipróbáljuk a rudabányai Pólus Kincs Zrt tulajdonát képező Baritmix anyagot. A telepre történő beszállításkor nedves állapotban -6,8% nedvesség tartalommal- fekete színű volt. Mintavétel kapcsán 10 kg anyagot kiszárítottunk, a száraz anyag sötétbarna színű lett. Szitaeredmény 0-8-as szitán kimagaslóan jó, 0,063-as áthullott 4,4%, 0,125-nél 12,9%, 0,25-nél 20,7%. Szitagörbe egyenletes. A-B görbék közötti. A Colas Északkő Kft 5-12-es, és 12-20-as, és 0-8-as barit keverékéből $m=6,02$ -es finomsági modulusú $U=43,97$ egyenlőtlenégi együttható, pépigény: $V_{p040}=199,16$ eredményt kaptunk. Dr. Salem Úr tanácsára 10% 0-4-es pilismaróti homokot adtunk a keverékhez.

Beton összetétele:

A receptura az alábbi adatokat tartalmazza:

CEMIII/B 32,5 N-S szulfátálló cement 420 kg/m³, Barit 0-8-as 1100kg/m³, andezit 5-20-as 1000kg/m³, folyósítószer Dynamon SR 3-as 7 kg/m³, víz 207kg/m³.

A beton finomrész tartalama : 689,4 kg/m³

„ pépigénye : 199,2 l/m³
„ péptartalma : 341,4 l/m³

Delta mW: 254,065

m c: 1215,136

v/c : 0,49

A beton térfogat súly 2500 kg/m³ volt. Konzisztencia –meghatározása terület méréssel -57 cm volt.

A 0-4-es homok elhagyásával az andezit növelésével, a v/c csökkentésével a térfogatsúly korrigálható.

Gyártás:

A gyártópadon 2200x150 mm-es 2 db zsaluzat készült, dupla hálós, és 2 db füllel. A mixer gk.-ból való kiöntés betonozó konténerbe történt. A zsaluzatba öntés során az anyag jól önthető, kenhető. Az elkészült próbatest sima felületű, légbuborék és hajszálszálrepedés mentes, csak az elem oldalán van buborék. A színe a normál betontól kissé eltérő, barnás színű a barit miatt. Mintavétel kiterjedt hajlító-húzó szilárdság, fagyasztás, 7 és 28 napos szilárdsági vizsgálat eredménye a VSTR előregyártó üzem vizsgálata alapján MSZ4719 szabvány szerint 43,50N/mm² tehát c 30-as szilárdsági osztálynak megfelelt. További vizsgálat 56 napos korban lesz. Még további kb 20%-os szilárdságnövekedésre számítok. A vízzárósági és hajlító-húzó szilárdsági vizsgálatok még nem készültek el.

Dunakeszi, 2007.03.11.

Papp József
Ügyvezető
TBG Kft.
(Heidelberg Group)

28 NAPOS TÖRŐSZILÁRDSÁG ELVÁRT SZILÁRDSÁG C30/37

| Sugár védő beton | | | | | | | | | | |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---|
| Szilárdbeton | | | | | | | | | | |
| Próbaszám / megnevezés | 08.02.06 | 08.02.06 | 08.02.06 | 08.02.06 | 08.02.06 | 08.02.06 | 08.02.06 | 08.02.06 | 08.02.06 | Ellenőrzés MSZ 4719 szerinti Bizonyítványszám |
| Vizsgálat napja | 08.03.05 | 08.03.05 | 08.03.05 | 08.03.05 | 08.03.05 | 08.03.05 | 08.03.05 | 08.03.05 | 08.03.05 | C30/37 |
| Beton kora | 28n | 28n | 28n | 28n | 28n | 28n | 28n | 28n | 28n | |
| a/0d mm | 151 | 150 | 149,5 | 150 | 149,5 | 150,5 | 149,9 | 149,5 | 149,9 | nyomás hajlítás hasítás-szilárdság |
| b mm | 150 | 149,5 | 150 | 149,8 | 150 | 149,9 | 150 | 149,9 | 149,9 | A beszállítás dátuma |
| h mm | 150 | 149 | 149,8 | 150 | 149,8 | 150 | 149,9 | 149,9 | 149,9 | 1 2 3 4 5 |
| Tömeg kg | 8,35 | 8,3 | 8,29 | 8,29 | 8,32 | 8,34 | 8,34 | 8,34 | 8,34 | Azonosítás |
| Térfogat dm ³ | 3,398 | 3,341 | 3,359 | 3,359 | 3,384 | 3,359 | 3,359 | 3,359 | 3,359 | Rk nom=37 Mpa |
| Nyersűrűségként kg/dm ³ közép | 2,458 | 2,484 | 2,468 | 2,468 | 2,459 | 2,483 | 2,483 | 2,483 | 2,483 | Megjegyzések (a mintatest állapota stb.) |
| | *** | 2,470 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | 43,50 N/mm ² |
| Törési terhelés kN | 1023 | 1098 | 1135 | 1182 | 1182 | 1132 | 1132 | 1132 | 1132 | C 30 Szilárdsági osztálynak megfelelő |
| Felület mm ² | 22650 | 22425 | 22425 | 22560 | 22410,05 | 22410,05 | 22410,05 | 22410,05 | 22410,05 | |
| Szilárdság N/mm ² | 45,17 | 48,96 | 50,61 | 52,39 | 50,51 | 50,51 | 50,51 | 50,51 | 50,51 | Dátum : 08.03.05 |
| Átszámolási érték MSZ 4719 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | minták szórása 2,437628 |
| Szilárdság egyenként N/mm ² közép | 45,17 | 48,96 | 50,61 | 52,39 | 50,51 | 50,51 | 50,51 | 50,51 | 50,51 | Berczi Gábor |
| | *** | 49,53 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | laborvezető |
| *VA : vibroasztal. BR : belső rázó. DÖ : döngölés. SZ : szunkálás | | | | | | | | | | |

Márton Norbert
betonvizsgáló

| SZILÁRDSÁG MEGHATÁROZÁSA MSZ EN 206-1:2002 SZADVÁNY ELŐÍRÁSAI SZERINT | | VSTR - HUNGÁRIA | | | | |
|---|------------|---------------------|---------|---------------------------|---------------|---------|
| MEGHATÁROZÁS MÓDJA " KEZDETI " | | BUDAPEST 31 | | | | |
| PRÓBATEST TÁROLÁS : 7 NAPIG VÍZBEN /VEGYES/ | | VASBETONGYÁRTÓ KFT. | | | | |
| MINŐSÍTETT TÉTEL : 5 KÖBMÉTER | | 2008.02.06 | | | | |
| mintavétel | vizsgálat | térf.súly | törőerő | f.k. egyedi | átlag fok.min | f.k.min |
| 08.02.06 | 2008.03.05 | 2458 | 1023 | 45,466667 | 37 | 28,3 |
| 08.02.06 | 2008.03.05 | 2484 | 1098 | 48,8 | 44,6 | 35,9 |
| 08.02.06 | 2008.03.05 | 2468 | 1135 | 50,444444 | 53,3 | 44,6 |
| 08.02.06 | 2008.03.05 | 2459 | 1182 | 52,533333 | 58,7 | 50 |
| 08.02.06 | 2008.03.05 | 2483 | 1132 | 50,311111 | 64,5 | 55,4 |
| | | | | 49,511111 | 69,6 | 60,9 |
| MEGFELELT: | | C30/37 | | MEGFELELŐSÉGI FELTÉTELEK | | |
| | | | | C25/30 | 37 | 28,3 |
| | | | | C30/37 | 44,6 | 35,9 |
| | | | | C35/45 | 53,3 | 44,6 |
| | | | | C40/50 | 58,7 | 50 |
| | | | | C45/55 | 64,5 | 55,4 |
| | | | | C50/60 | 69,6 | 60,9 |
| | | | | Vizsgálta: Márton Norbert | | |
| | | | | Jóváhagyta: Berezi Gábor | | |

Tervezett Várható
Szilárdság: C30/37 C16/20

D_{max} 24 mm
Konz. F5 ~ F2
Vz:
Fagy:

Tervezett Várható
legalább előírt

R_{c,28} 48 49 N/mm² 32
Cement: 898 420 kg 420
Nem számított: cement,víz
W/C: 0,36 (max) 0,49
Víz: 254 259 l 200
Levegő: 1,0 % 1,0

Testsűrűség: (kg/m³) 2861

| | |
|--------------|-------------------------|
| Finom rész: | 688,2 kg/m ³ |
| Pépigény: | 199,2 l/m ³ |
| Péptartalom: | 341,4 l/m ³ |

Anyagár: 39461 Ft/m³

Kev.költség: 3,0 % 1250

Rezsikölts. 1,0 % 500

Önköltségi ár: 41211 Ft/m³

üzem:

Adalékanyag 00164

D_{max}: 24 mm
U: 43,97 m: 6,02
A-l: 0,0 %
Vízigény: 254,8 l/m³

Fajta Gyártó **p(g/cm³)** **Me(%)**

| | | | |
|----------|------------|-------------|------------|
| HK 8 | Pólus kinc | 4,00 | 55 |
| Z 5/20 | COLAS-ES | 2,85 | 45 |
| OH 0/1 | | 2,65 | 0 |
| OH 0/1 | | 2,65 | 0 |
| OH 0/1 | | 2,65 | 0 |
| Σ | Σ | 3,48 | 100 |

Leírás: SUGÁRVÉDŐ RECEPT

Rc-v/c: Táblázat Saját értékek

Cement CEM III 32.1
Fajta Gyártó **Fajl.f. p** **Ár**
 (m²/kg) (g/cm³) (Ft/kg)

| | | | | | |
|-------|-------------------|-----------|-----|------|-------|
| 33000 | CEM III/B 32,5N-S | DDCM Kft. | 470 | 2,97 | 21,09 |
|-------|-------------------|-----------|-----|------|-------|

Víz
Levegő

Adalékszerek

M404 **Névtő hatás** Gyártó **Vízmezt. p** **Ár** **Me.**
 (%) (g/cm³) (Ft/kg) (c%)

| | | | | | | |
|--|----------------|-----------|----|------|-------|------|
| | DYNAMSR3 SZUPE | MAPEI KFT | 20 | 1,08 | 330,0 | 1,65 |
|--|----------------|-----------|----|------|-------|------|

Kiegészítő anyagok

Ebevezés Gyártószárm.hely (g/cm³) (Ft/kg)

| | | | | | |
|--|--|--|------|---|-----|
| | | | 0,00 | 0 | 0,0 |
| | | | 0,00 | 0 | 0,0 |

ALKALM. X0 XC XS XD XF(H) XA XK XV

Számított: **Választott:**

Rész-adatok

| | | | | | |
|------|---------|------|---------|------|----------|
| mwp: | 0,3 | wa: | 0,09671 | mao: | 800,845 |
| wc: | 0,34889 | +wa: | 0,00000 | mwv: | 2634,969 |
| mcp: | 1,458,6 | vpo: | 0,17735 | Δmc: | 254,828 |
| | | vao: | 0,09671 | Δmw: | 254,065 |
| | | vpo: | 199,155 | mci: | 243,464 |
| | | vao: | 757,175 | | |

Mentés **Kilépés**

| | | | |
|---|--|---|--|
| Confidential* <input type="checkbox"/> * Copies even in extracts strictly require the approval of author | | <h2>Report</h2> | |
| Distribution: name / company resp. dept. Mr. Jozsef Papp / TBG RMC Plant Manager Dr. Wolfgang Dienemann / HTC Managing Director Mr. Eckhard Wagner / HTC Team Leader | | <i>Customer:</i> TBG Dunakeszi <i>Customer order no:</i> <i>AFE number:</i> <i>HTC order no:</i> Author: Ivan Smolik <i>Department:</i> Material Technology <i>Phone/fax:</i> +49 6224 703 405 <i>Email:</i> ivan.smolik@htc-gmbh.com <i>Date of report:</i> 27.03.2008 <i>Number of report:</i> <i>Pages of appendices:</i> 2 | |
| I&D / WOC publishing <input type="checkbox"/> | | | |

| Order/Project: TBG Dunakeszi request - testing of hardened concrete Subject: Verification of compressive strength Keywords: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|--|--------|---------|------------|--------|------|------|-------------|-------------|--------|------|------|--------|------|------|
| Summary: <p>According to request of TBG Dunakeszi Transzportbeton Kft. represented by Mr. Jozsef Papp (RMC Plant Manager) tests of hardened concrete were executed.</p> <p>Testing of specimens was done in accredited laboratory of Heidelberg Cement AG, registration number DAP-PL-3155.99, location Leimen, Oberklamweg 6, 691818 Leimen, Germany. Three specimens were marked as SUB / VBO 02.06.</p> <p>Testing of hardened concrete – compressive strength was done according to corresponding European standard EN 12390-3. Adjusted values (by 0,92 coefficient) reflect national specification of curing specimens (after demoulding 7 days in the 20°C water, than up to 28 days in the 20°C air).</p> <p>Results of testing are included in Table.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Marking of specimen</th> <th rowspan="2">Density [kg/m³]</th> <th colspan="3">Compressive strength [MPa]</th> </tr> <tr> <th>single</th> <th>average</th> <th>0,92 aver.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>31 / 1</td> <td>2430</td> <td>55,7</td> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">60,1</td> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">55,3</td> </tr> <tr> <td>31 / 2</td> <td>2460</td> <td>58,0</td> </tr> <tr> <td>31 / 3</td> <td>2440</td> <td>66,5</td> </tr> </tbody> </table> <p>Classification of hardened concrete was done according to European standard EN 206-1. Tested specimens fulfil requirements to be categorized as concrete with characteristic compressive strength C 40/50; after adjustment as concrete with characteristic compressive strength C 35/45.</p> <p>Attachments: Records of testing (English + German version), Copy of certificate – Accreditation of laboratory</p> | Marking of specimen | Density [kg/m ³] | Compressive strength [MPa] | | | single | average | 0,92 aver. | 31 / 1 | 2430 | 55,7 | 60,1 | 55,3 | 31 / 2 | 2460 | 58,0 | 31 / 3 | 2440 | 66,5 |
| Marking of specimen | | | Density [kg/m ³] | Compressive strength [MPa] | | | | | | | | | | | | | | | |
| | single | average | | 0,92 aver. | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 / 1 | 2430 | 55,7 | 60,1 | 55,3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 / 2 | 2460 | 58,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 / 3 | 2440 | 66,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

1. Introduction

According to request of customer tests of hardened concrete were done to evaluate its compressive strength.

Tests were done in accredited laboratory (Nr. DAP-PL-3155.99) of HeidelbergCement AG, location Leimen, Oberklamweg 6 on 25. March 2008.

2. Information about sample

2.1. Description of sample

Requirements for testing of compressive strength of concrete acc. to EN 12390-1 were followed. Samples were taken from trial mixing to create "radiation-shielding concrete".

Compressive strength of concrete for appropriate compressive strength class needs to be higher than values prescribed by EN 206-1 increased by security margin. Security margin should be 1,48 time higher than standard deviation of set of specimens.

3. Information about testing

3.1. Testing methods, regulations and procedures

During tests all procedures were in accordance with valid standards, mainly:

EN 12390-1, Testing hardened concrete – Part 1: Shape, dimensions and other requirements for test specimens and moulds

EN 12390-2, Testing hardened concrete – Part 2: Making and curing specimens for strength tests

EN 12390-3, Testing hardened concrete – Part 3: Compressive strength of test specimens

EN 12390-7, Testing hardened concrete – Part 7: Density of hardened concrete

3.2. Testing equipments

All used measuring equipments were attested or calibrated in time of tests.

4. Composition of concrete

There are following information available about composition of concrete, type of used cement, aggregates, additives or admixtures. The aggregate was sand (0 – 4 mm fraction), basalt (5 – 20 mm fraction) and mix of barites (as heavy aggregate). Portland blast furnace cement CEM/II B-S 32,5 N-S was used. Trial batch of concrete was numbered as "concrete mix 31". No additional information in terms of fresh or hardened properties of samples of concrete was provided. To demonstrate conditions of specimens several picture was taken – see below.

Date of production: 06.02.2006

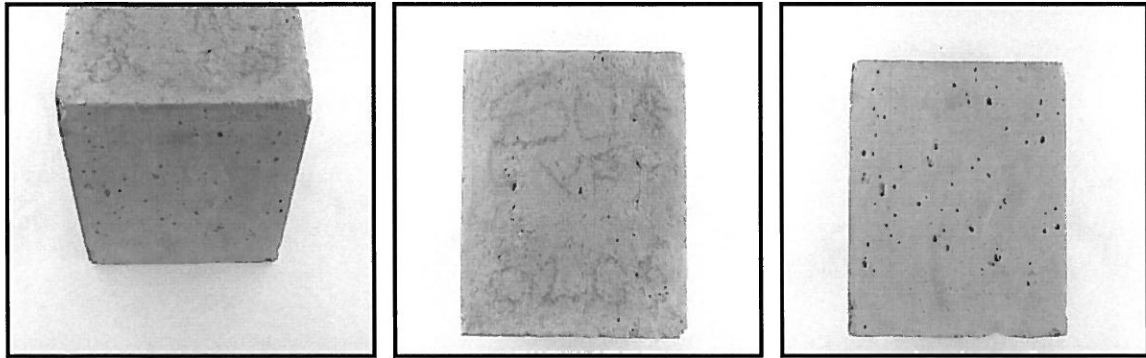
Date of testing: 25.03.2008

Marking of specimens: SUB / VBO 02.06

Age of sample: 51 days

Testing specimens: cube 150x150x150mm

Temperature: 21,2 °C



5. Results of testing of hardened concrete

Results of tests of compressive strength and density – see Tab.

| Marking of specimen | Density [kg/m ³] | Compressive strength [MPa] | |
|---------------------|------------------------------|----------------------------|-------------|
| | | single | average |
| 31 / 1 | 2430 | 55,7 | 60,1 |
| 31 / 2 | 2460 | 58,0 | |
| 31 / 3 | 2440 | 66,5 | |

6. Evaluation of results

Concrete

Standard deviation of tested specimens was 5,68 (5,23 for adjusted values). Evaluation of compressive strength class was done according to EN 206-1, used prescribed criterions – see Tab.

| Production | Number "n" of test results for compressive strength in the group | Criterion 1 | Criterion 2 |
|------------|--|---|--|
| | | Mean of "n" results (f_{cm}) N/mm ² | Any individual test result (f_{ci}) N/mm ² |
| Initial | 3 | $\geq f_{ck} + 4$ | $\geq f_{ck} - 4$ |
| Continuous | 15 | $\geq f_{ck} + 1,48 \sigma$ | $\geq f_{ck} - 4$ |

To reflect national specification (MSZ 4798-1:2004), there is recalculation equation to adjust compressive strength of concrete by multiplication with coefficient 0,92. Evaluation was done as trial mix was as initial production. It means that criterion 1 and criterion 2 for initial production were used for assessment. Delivered samples of concrete represent concrete which fulfil requirements of EN 206-1 for compressive strength class C 40/50, after adjustment as concrete with characteristic compressive strength C 35/45.

7. Conclusion

Tested specimens of concrete fulfil requirements of standard EN 206-1 to be categorized as concrete with characteristic compressive strength C 40/50 in time of testing. Adjusted classification of tested concrete according to Hungarian national standard fulfil requirements of standard EN 206-1 to be categorized as concrete with characteristic compressive strength C 35/45 in time of testing.

Attachments:

Records of testing (English and German version)

Copy of certificate – Accreditation of laboratory

HeidelbergCement AG · Oberkiamweg 6 · 69181 Leimen

HeidelbergCement AG

Oberkiamweg 6
69181 Leimen
Telefon +49-6224-703-401
Telefax +49-6224-703-402

TBG Dunakezsi Kft.

Szekesdulo

E&A/WM
Tel. -471
Fax -402

2120, Dunakezsi

Hungary

31.03.08

Test certificate No.: 16/2008

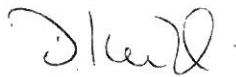
| | | | |
|---------------------|--|------------------|----------|
| Customer: | TBG Dunakezsi Kft. | Date of order: | 24.03.08 |
| Mix No.: | Mix Nr. 31, C 30/37 | Sample type: | cube |
| Cement type: | CEM III / B 32,5 N-S (Sulfate resistant) (Duna Drava Cement, Hungary) | Date of testing: | 25.03.08 |
| Date of production: | 06.02.2008 | | |

Request: Compressive strength test at 48 d, according to DIN EN 12390 T 3

| | Age | Length | Wide | Height | Mass | Bulk density | Load at rupture | Compressive strength | $f_{c,cube}$ 0,92 |
|---------|------|--------|-------|--------|------|--------------------|-----------------|----------------------|----------------------|
| | days | mm | mm | mm | g | kg/dm ³ | KN | N/mm ² | N/mm ² |
| 1 | 48 | 152,4 | 149,9 | 149,5 | 8312 | 2,43 | 1273 | 55,7 | 51,2 |
| 2 | 48 | 152,3 | 149,7 | 149,8 | 8390 | 2,46 | 1322 | 58,0 | 53,4 |
| 3 | 48 | 150,1 | 150,0 | 150,0 | 8241 | 2,44 | 1497 | 66,5 | 61,2 |
| average | | | | | | | | 60,1 | 55,3 |

Composition of aggregates, named „Baryte Mix“: (according to TBG Dunakeszi)

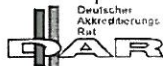
| | | | |
|-----------|---------|----------------|---------|
| Quartz: | 7,78 % | Iron compound: | 21,78 % |
| Baryt: | 17,35 % | Others: | 16,06 % |
| Dolomite: | 37,02 % | Total: | 99,99 % |



i. V. D. Kuechlin
Chief of Technical Advisors, Germany South
Development and Application




J. A. W. Münzer
Chief of laboratory
Development and Application



DAP-PL-3155 99

Durch das DAP (Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen) akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.
Accredited by the DAP. Accreditation is valid for the test methods as mentioned in the certificate

The results of testing are exclusively valid for the mentioned test samples. A liability is, as far as legitimated by law, excluded. This is also relevant towards third parties, to which this report has been forwarded. Copying of this report, completely or in extracts, needs the authorization of the testing laboratory.

Vorsitzender des Aufsichtsrats
Fritz-Jürgen Heckmann
Vorstand
Dr. Bernd Scheifele, Vorsitzender
Dr. Dominik von Achten, Daniel
Gauthier, Andreas Kern, Alan Murray,
Dr. Lorenz Näger, Dr. Albert Scheuer

HeidelbergCement AG
Sitz der Gesellschaft
Heidelberg
Eingetragen beim
Registergericht Mannheim
HRB Nr. 330082

Bankverbindungen
Commerzbank Heidelberg
Dresdner Bank AG
Postbank AG Karlsruhe

(BLZ 67240039)
(BIC: COBADEFF672)
(BLZ 67280051)
(BIC: DRESDEFF672)
(BLZ 66010075)
(BIC: PBNKDEFF)

Kto. Nr.: 191300300
(IBAN: DE97 6724 0039 0191 3003 00)
Kto. Nr.: 463824400
(IBAN: DE59672800510463 8244 00)
Kto. Nr.: 1755752
(IBAN: DE196601 00750001 7557 52)

DAP Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen GmbH

Unterzeichner der Multilateralen Abkommen von
EA und ILAC zur gegenseitigen Anerkennung

vertreten im

Deutschen Akkreditierungsrat



Akkreditierung

Die DAP Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen GmbH bestätigt hiermit, dass die

HTC
HeidelbergCement
Technology Center GmbH

Peter-Schuhmacher-Straße 8
69181 Leimen

HeidelbergCement AG
Abteilung Entwicklung und Anwendung

Oberklamweg 6
69181 Leimen

mit ihren Prüflaboratorien
an den Standorten

Rohrbacher Straße 95
69181 Leimen

Oberklamweg 6
69181 Leimen

die Kompetenz nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 besitzt, Prüfungen in den Bereichen

**mechanisch-technologische Untersuchungen an Zementen sowie ausgewählte
Untersuchungen an Beton; physikalisch-chemische und chemische Untersuchungen
von Gesteinen, Mineralien, mineralischen Rohstoffen, Zementen, Klinkern, Sanden,
Erzen und Aschen; Brennstoffanalysen**

gemäß den in der Anlage aufgeführten Prüfverfahren auszuführen.

Die Akkreditierung ist gültig vom 2006-09-24 bis 2011-09-23.

DAR-Registriernummer: **DAP-PL-3155.99**

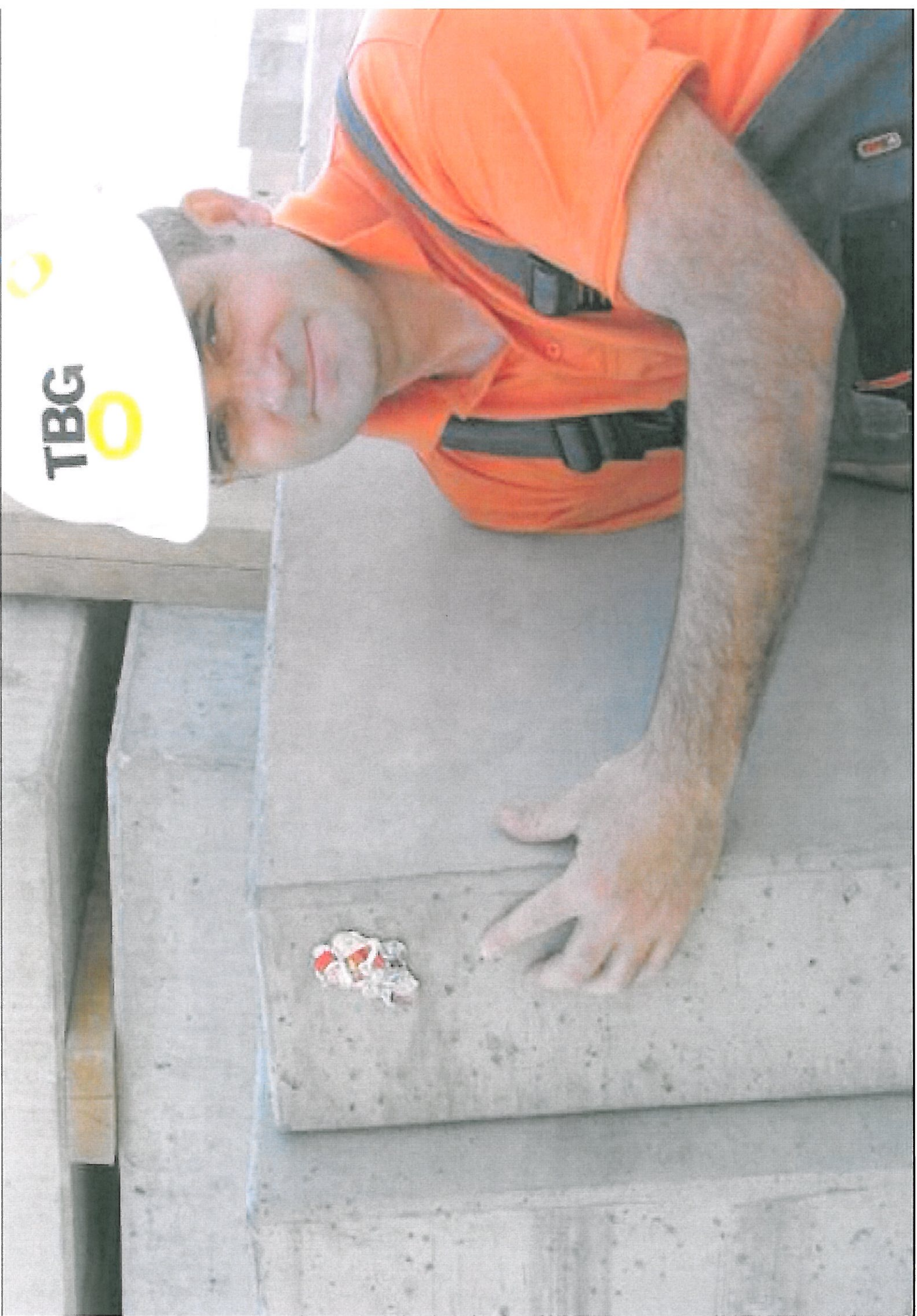
Berlin, 2006-09-24

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. K. Ziegler
Geschäftsführer
DAP Deutsches Akkreditierungssystem
Prüfwesen GmbH

Siehe Hinweise auf der Rückseite

1 Ausfertigung









Beton összetétele

| Anyag | Fajta vagy frakció | | Tömeg kg/m ³ | Térfogat kg/m ³ | 0.5 m ³ kevert beton, kg |
|----------------------|---------------------|-------------|----------------------------|-------------------------------|---|
| Baritmix-1 | 0/6 mm frakció | 50% | 1118 | 338.9 | 560 |
| Baritmix-2 | 0/0.5 mm frakció | 5% | 115 | 33.9 | 60 |
| Baritmix-3 | 8/16 mm frakció | 30% | 732 | 203.3 | 390 |
| Bazalt | 8/16 mm frakció | 15% | 285 | 101.7 | 150 |
| Összesen | | 100% | 2250.1 | 677.8 | |
| Cement | CEM III/B 32.5 N-S | | 410 | 132.3 | 205 |
| Víz | mw/mc= | 0.405 | 166 | 166 | 55 |
| Adalékszer 2 cem. m% | | 3.40% | 13.94 | 13.94 | 7.5 |
| Levegő | | | - | 10 | |
| Összesen | | | 2840 | 1000 | |

nedves
volt

nagyon
nedves
volt

Kevert beton szárítása után

víz mennyiség 198 kg/m³
többit víz 18 kg

Adalékszer + víz mennyiség összetétel alapján

180 kg/m³

| Próbatest jele | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Testsűrűségi vizsgálat eredményei kg/m³ | 2643 | 2649 | 2667 | 2655 | 2661 | 2655 | 2696 | 2679 | 2690 | 2673 | 2690 | 2673 | 2696 |

Átlag testsűrűség: 2671 kg/m³.

A különbség a tervezett beton testsűrűsége és a tényleges testsűrűség abból adódik, hogy többit víz volt a betonban és a Baritmix-III feltételezett testsűrűsége nem pontos. Egyébként így is megfelelt.

Dr. Salem Georges Nehme

