



Development and Improvement of Bulgarian standards for NDT Control and Assessment of Compressive Strength of Concrete

Dimitar DIMOV

University of Architecture Civil Engineering and Geodesy, Sofia, Bulgaria,
e-mail: dimg.dimov@gmail.com

Abstract.

In this article is presented a brief review of essential standards for testing of compressive strength of concrete, including for laboratorial and NDT methods. A special attention is turned to peculiarities of standards for control and assessment of in situ compressive strength in structures, that is examined their development from passed century and after their harmonization to the present days.

On the basis of completed comparisons and assessments of the real structures, are made impotent conclusions for outlining tendency toward improvement their last editions.

Keywords: Standards for testing of concrete, laboratorial and non-destructive methods, standards for control and assessment of compressive strength of concrete.

Развитие и усъвършенстване на българските стандарти за безразрушителен контрол и оценка на бетона

Димитър ДИМОВ

1. Въведение

Едно от най-важните и необходими качества на опитните изследвания, в т.ч. на инспекциите, обследванията и БК е тяхната достоверност и истинност, които обаче са под влияние на много на брой и различни фактори. Минимизиране на тези влияния става чрез оптимално прилагане на техническите средства и уеднаквяване на начините за извършване на инспекциите и БК, независимо от мястото и времето. Тази роля се отнежда на методиките, които представляват най-често система (съвкупност) от общи правила, закономерности и зависимости, които трябва да се спазват с оглед най-целесъобразното провеждане на дадено обследване и/или изпитване с гарантиране на определена степен на достоверност и са в основата на всеки стандарт.

От своя страна стандартизацията представлява типизиране, уеднаквяване или установяване на единни норми и изисквания за качество, форма, големина и др. към всички суровини, производствени процеси, изделия и пр. А стандарт, по смисъла на ЗНС [1], е документ който е „съставен чрез общо съгласие и определя за общо и повтарящо се прилагане на правила, основни насоки или характеристики за дейности или техните резултати, за да се постигне оптимален ред в дадена съвкупност от обстоятелства“.

Стандартите са общият език, на който говорят всички – производители, потребители, научни среди, органи на държавната администрация, обществени институции, браншови организации и цялото общество. Прилагането на стандарта е доброволно, а на нормативния акт – задължително. Но когато стандартът е позован в нормативен акт или договор – става задължителен.

Нормативният акт се разработва и одобрява от държавен орган, докато стандартът е дело на всички заинтересовани – производители, доставчици, учени, потребители, обединени от националния орган за стандартизация [1].

2. Ретроспекция на основните стандарти за изпитване на бетона

2.1. Стандарти за класификация и изисквания към бетона

В тях бетоните се подразделят на видове и класове според различни признаци – състав, плътност, якости, водопропускливост, мразоустойчивост и др. физични и механични характеристики, а така също се систематизират и техническите изисквания към тях с оглед гарантиране на изискуемите от нормите здравина, устойчивост и надеждност на строителните конструкции, в които те се влагат. Основният стандарт от тях е БДС 7268 [2], заменен по-късно от стандартите от серията БДС EN 206 [7].

2.2. Стандарти за лабораторните методи за изпитване на бетона

Това са стандартите от серията БДС 505 [3]. Те третираат методите за определяне на физико-механичните характеристики на обикновения бетон, класифициран по БДС 7268, чрез лабораторни изпитвания на пробни тела на: якост на натиск; якост на опън при огъване; якост на осов опън; плътност; водонепропускливост и мразоустойчивост.

В тях се дават подробни указания за: вида, формата, размерите и начина на приготвяне на пробните тела; вида на апаратурата и технологията на провеждане на изпитванията; методиката за определяне на всяка от посочените характеристики и съпътстващите ги особености, от които за БК интерес представляват следните:

- Броят и анализът на резултатите от изпитване на пробните тела за якост на натиск, приготвени на място или изрязани от конструкцията да се определя според изискванията на стандартите за контрол от серията БДС 9673 [6];
- Бетонът в конструкциите от които се изрязват пробни тела да е на възраст най-малко 7 дни, или да има предполагаема якост по-голяма от 8MPa;
- Изрязано и подготвено пробно тяло да съдържа не повече от един армировъчен прът, разположен напречно и др.

След влизането ни в ЕС, стандартите от горните две групи се обединиха в хармонизираните стандарти от серията БДС EN 206 [7] и БДС EN 12504-1:2004 (2009, 2019) [8].

2.3. Стандарти за безразрушителните методи за изпитване на бетона

Основен и първи от тази серия е БДС 3816-59, който дава методиката [4, 13] за приблизително определяне на натисковата кубова якост на бетона чрез повърхностната му твърдост, както при металите. Стандартизираните уреди са два: твърдомер Бауман-Франк (HPS), чийто показател за повърхностна твърдост е размерът на пластичния отпечатък при удар върху стоманена сачма с диаметър 10mm и твърдост 6,5GPa по Бринел, и т.нар. склерометър на Шмидт с показател за повърхностна твърдост – големината на еластичния отскок на тежка маса, нанасяща автоматично удар върху метално стебло със заоблен край ориентирано перпендикулярно на изпитваната бетонна повърхност, изразен в % от първоначалното ѝ отместване.

В него са дадени аналитичните зависимости между якостта на бетона и съответния показател за повърхностната твърдост: за твърдомера HPS в табличен вид [13], а за склерометъра на Шмидт – в графичен и табличен [15]. В по-късните версии на стандарта

е добавен и твърдомерът Кремиковец, работещ на принципа на твърдомера НРС, който присъства и при последния стандарт от тази серия – БДС 3816-84.

Освен технологичните особености и указания за: подготовка на изпитваните повърхности; начина на отчитане; коефициентите на съгласуване и тарирване при първичната математическа обработка, и при двата показателя стандартът предвижда допълнителни корекции на получените якости, отчитащи нееднаквото нарастване на якостта и повърхностната твърдост във времето (с т.нар. коефициент за възраст) и влиянието на земното притегляне при посока на уреда различна от основното хоризонтално направление.

Друг стандарт от тази група е БДС 15013-80 [5], който регламентира определяне на вероятната якост на натиск на бетона чрез измерената скорост на разпространение на ултразвукови вълни с т.нар. импулсен ултразвуков метод. Стандартът е базиран на метода на „тарировъчните криви“, получени въз основа на корелационен и регресионен анализ на резултати от паралелни експериментални изследвания [15].

След влизането ни в ЕС, стандартите от тази група се промениха в хармонизирани стандарти от серията БДС EN 12504 [9 и 10], като към тях се добави и друг индиректен метод – чрез силата на изтръгване.

3. Особенности на стандартите за контрол и оценка на якостта на бетона

3.1. Стандарти от миналия век за контрол и оценка на якостта на бетона

Първият от тези стандарти, **БДС 9673-72 [6]**, се отнася за контрол и оценка на якостта на бетоните съгласно БДС 7268-68 [2]. Той е предвиден да се използва и за контрол и оценка на якостта на бетона в изделия, конструкции и съоръжения, ако са спазени изискванията на ПИПСМР. В него се предвижда:

- Пробните тела да се приготвят, съхраняват и изпитват в съответствие с БДС 505-68 [3];
- Якостта на натиск на обикновените бетони да се оценява по резултати от изпитване на кубчета със страна 20cm, а ако се използват друг вид пробни тела (вкл. изрязани цилиндрични ядки) резултатите да се преизчисляват с коефициентите дадени в БДС 505-68 [3];
- Резултатите от изпитванията на пробните тела да се оценяват по методите на математическата статистика, като се въвеждат следните означения и определения:

n – брой на изпитваните пробни тела;

R_i – якост на отделното пробно тяло;

R_m – средна якост на изпитваните пробни тела;

$$(1) R_m = \sum_1^n R_i / n$$

s – средноквадратично отклонение на единичните резултати за якостта:

$$(2) s = \sqrt{\sum_1^n (R_m - R_i)^2 / n - 1}$$

$R_{0,95}$ – контролна (характеристична) якост, над която трябва да са якостите на 95% от пробните тела;

$$(3) R_m \geq R_{0,95} + 1,64s$$

$R_{0,99}$ – условна нормативна изчислителна якост по м.г.с. за съответната марка на бетона с теоретична вероятност 99%. Контролната (характеристична) и нормативната (условна) якости за всяка марка бетон са дадени в съответни таблици.

- Извършване на предварителен контрол на проектния състав на бетона, с оглед показване пригодността на проектния състав за постигане на предписаните якости, както следва:
 - подготовка на 5бр. серии по 3бр. пробни тела с материали от различни доставки за всяка серия;
 - критерии са минималната средна якост и минималната единична якост, дадени в таблици за всяка марка;
- Контрол за начина на приготвяне на бетона и за изпитването му, за да се провери квалификацията на персонала и пригодността на използваните машини, съоръжения и уреди:
 - от един замес минимум 15бр. пробни тела, като полученото s_1 не трябва да е по-голямо от посочените в съответна таблица. Например за якост на натиск:

$$(4) s_1 \leq 6(1 + R_m/100)$$
 - ако изискванията не са удовлетворени, проверката се повтаря на 2бр. замеса с по над 15бр. проби.
- Текущ контрол на производството на бетона:
 - на мястото на приготвяне: от случайно избран замес на всеки 100 се взема по едно пробно тяло, но минимум 3бр. на смяна;
 - на местопологането: допуска се и с по-голяма честота, но за сметка на възложителя (клиента);
 - при < 15бр. пробни тела нито едно не трябва да има по-ниска якост от контролната (характеристична) якост;
 - ако това не е спазено, се допуска към данните за изпитаните пробни тела (от местопологането) да се добавят тези за пробни тела от мястото на приготвяне и обратно, взети на същите дати, или към данните на изпитваните тела да се добавят резултати от изпитването на изрязани от конструкцията пробни тела, като общият брой трябва да е ≥ 15 ;
 - при брой проби ≥ 15 е необходимо:

$$(5) R_m \geq R_{0,95} + 1,64s_2$$
 - допуска се пренебрегване на резултати за пробни тела, чиито якости са извън границите:

$$(6) R_m \pm 3s_2$$
 - отговорната страна има право да подраздели резултатите на групи от по 14бр., или да ги обедини в една до 150бр.

Вторият от тези стандарти, **БДС 9673-84 [6]**, съответства на СТ на СИВ 2047-79 и се отнася за контрол и оценка на якостта на бетоните класифицирани по БДС 7268-83 [2] с приетите вече класове, вместо марки на бетона. В него общите положения, свързани с основните принципи за броя и честотата на пробите и дори за правилата за оценка на якостта на бетона, се запазват както в БДС 9673-72 (вж. формули 1, 2 и 6). По-съществените различия в него са следните:

- Оценката на якостта на бетона е свързана с въведения вече клас на бетона и се извършва:
 - при 15бр. резултати и повече, по формулата:

$$(7) R_m \geq B + 1,64s$$
- където B е т.нар. клас на бетона, равен на $R_{0,95}$ – контролната (характеристична) якост, над която трябва да са якостите на 95% от пробните тела;

- при 3 до 14бр. резултата, партидата се приема, ако е изпълнено условието:

$$(8) R_{i,min} \geq B$$

- допълнителни изпитвания могат да се извършват: чрез изваждане на пробни тела (кубчета или ядки) от същия бетон по БДС 505-84 или чрез изпитване с безразрушителен метод по БДС 3816-84 или по БДС 15013-80, или чрез пробни натоварвания на конструкцията.
- Контролът и оценката на якостта на натиск чрез безразрушителни изпитвания, се провеждат по елементи от изградената конструкция или по готови елементи от дадена партида, като:

- якостта на натиск, получена от БК на едно място на бетона по БДС 3816-84 или по БДС 15013-80, се приема за резултат, отговарящ на якостта на натиск от изпитването чрез разрушаване по БДС 505-84 на едно пробно тяло;
- броят на местата за изпитване е в зависимост от обема на контролирания бетон, но не по-малък от 30 или 15 при контрол на отделен елемент;
- оценката на якостта се извършва по (7), като средноквадратичното отклонение се определя с точност до 0,1МПа по формулата:

$$(9) s = ks_6 = k \sqrt{\frac{\sum_1^n (R_{i,6} - R_{m,6})^2}{n-1}},$$

- а корекционният коефициент за s_6 по формулата

$$(10) k = s_p / s_6,$$

където s_p и s_6 са съответно стойностите на средноквадратичните отклонения на резултатите за якостите на пробните тела, получени от изпитванията по разрушителен и безразрушителен метод. Необходимо е $0,8 \leq k \leq 1,5$ или се прави повторно изпитване за набиране на нови данни.

3.2. Стандарти за контрол и оценка на бетона след хармонизирането им

Първият от тези стандарти, **БДС EN 13791:2007**, регламентира техниките за оценяване на място якостта на натиск на бетона в конструкции и готови бетонни елементи. Изпитването на място отчита едновременно влиянията на самия материал и на изпълнението, но не замества изпитването на бетона по БДС EN 206 [7]. Неговите изисквания са насочени към оценка на якостта на бетона в следните случаи:

- Когато съществуваща конструкция трябва да се промени или преизчисли;
- Да се оцени конструктивното съответствие при съмнение в якостта на натиск на бетона в конструкции, поради дефектни работи, влошено състояние на бетона след пожар или други случаи;
- Когато е необходима оценка на място на якостта на бетона по време на строителството;
- Да се оцени конструктивното съответствие в случаи на установено несъответствие на якостта на натиск на бетона от изпитване на стандартни пробни тела;
- Да се оцени съответствието на якостта на натиск на бетона на място, когато се разработват стандартни продукти или спецификации.

Този хармонизиран европейски стандарт:

- Дава методите и процедурите за оценка на място на натисковата якост на бетона;
- Представя принципите и указанията за установяване на зависимостите между резултатите от изпитване с индиректни методи и якостта на място от ядки по т.нар. директен метод;

- Дава указания за оценяване на място якостта на натиск на бетона в конструкции или готови бетонни елементи чрез индиректни (ИМ) или комбинирани методи (КМ);
- Не включва използване на ИМ без корелация с якост от ядки; оценка базирана на ядки с диаметър <math>< 50\text{mm}</math> или по-малко от 3бр., както и използване на микроядки.

Други особености на стандарта БДС EN 13791:2007, са следните:

- Ако якостта на място се определя от ядки с дължина и номинален диаметър 100mm, тя е еквивалентна на якостта на натиск на куб със страна 150mm при еднакви условия на изпълнение и съхранение;
- Якостта на ядки с номинални диаметри 100 и 150mm и отношение дължина/диаметър = 2:1, се равнява на якостта на цилиндър с диаметър 150mm и дължина 300mm при еднакви други условия;
- Валидността на зависимостите, установени чрез процедурите за корелация м/у ограничен брой ядки и ИМ извън границите използвани за получаване на отместването от основните криви, е съответно: $\pm 2\%$ за големината на отскока; $\pm 0,05\text{km/s}$ за скоростта на прозвучаване и $\pm 2,5\text{kN}$ за силата на изтръгване;
- Оценката базирана на изпитване на ядки с еднакви дължина и диаметър и прилагането на основни криви, дава якост на натиск на място еквивалентни на кубова якост.
- След изчисляване на характеристичната якост, еквивалентният клас по якост на натиск според БДС EN 206-1 може да се оцени, като се използва коефициент 0,85 за отношението характеристична якост на място/характеристична якост на стандартни пробни тела;
- Върху якостта на натиск на ядки негативно влияние могат да имат фактори като: съдържание на влага (до 10-15%); наличие на шупли (5-8%); направление спрямо бетонирането (0-8%); несъвършенства (пукнатини, дефекти, наличие на армировки и др.); равнинност на повърхностите;
- Факторите на влияние върху резултатите от ИМ за изпитване са главно характеристиките на бетона и условията на изпитване – добавъчни материали, уплътняване, влажност при изпитването, повърхностни неравности, обработка, наличие на армировки, дълбочина на проникване и др.;
- В случай когато конструкциите или готовите елементи са във влажна или суха среда, ядките трябва да се изпитват също в напоено или сухо състояние при условия еднакви с тези на работа на конструкциите.

Националното приложение NA:2011 към стандарта БДС EN 13791:2007 го допълва и определя условията за прилагането му на територията на Р. България. Този документ е съобразен с климатичните и географски условия, различните нива на сигурност, материалите за изготвяне на бетон, националните традиции и строителен опит, и с националното приложение БДС EN:206-1/NA. В своята цялост като БДС EN:2007/NA:2011, той заменя и отменя стандартите БДС 9673-84 и БДС 3816-84. Главните насоки са същите, както на БДС EN 13791:2007, като съществените различия и допълнения спрямо него са следните:

- Отношението м/у характеристичната якост на натиск на място и съответната на стандартни пробни тела е приета да е 1,0, вместо 0,85 което изравнява минималната характеристична с класа по якост на натиск;

- Когато якостта на място се определя чрез ядки, се използват корекционни коефициенти, залегнали в БДС EN 206-1/NA, които от своя страна са заимствани от БДС 505-84;
- Резултатите от изпитване на ядки обичайно да не се променят в зависимост от посоката на сондиране;
- Към калибрираните индиректни методи от направлението за „Оценка на стари конструкции“, се добавя нов метод чрез т.нар. „Коефициент за съгласуване на основната зависимост на Шмидт (тип N и NR), в който са регламентирани:
 - общите положения и подбора на местата за комбинирано изпитване: от стандарта БДС 9673-84;
 - начинът и зависимостите за определяне на големината на отскока и на коефициента за съгласуване: според БДС 3816-84;
 - определянето на корекционният коефициент за стандартното отклонение и зависимостите за оценяването на якостта на натиск на бетона на място: от БДС 9673-84;
- В останалите методи принципите са както в основния стандарт, с изключение на коефициентите даващи надеждността на зависимостта за якостта на място: с вероятност 95%, вместо 90%.

Последната редакция на стандарта БДС EN 13791:2019 замества и отменя предходната, БДС EN 13791:2007, и в сравнение с него има следните основни разлики:

- Стандартът БДС EN 13791:2007 е изцяло ревизиран, но за приемственост са запазени методологията и целта, както и много от предходните структури;
- Фокусът е определяната характеристичната якост на натиск да се прилага с EN 1990 и EN 1992-1-1;
- Дадени са изчерпателни указания за прилагането на процедурите, особено относно определяне на резултатите от изпитването, измерването, обема на бетона, местата и районите за изпитване;
- Включени са изисквания за началните изследвания на място, за възприемане на процедури, методи, места и райони за изпитване;

Този подобрен европейски стандарт:

- Дава методите и процедурите за оценка на място на натисковата якост на бетона и на характеристичната якост на натиск на бетона в конструкции и готови бетонни компоненти, с използване на директни методи (изпитване на ядки) и индиректните методи (ИМ) чрез големината на отскока и скоростта на ултразвук;
- Двете приложения (за стари конструкции и доказване на съответствие) имат общи стъпки, но методите за оценка са различни. Причината е, че при оценяване на якостта на място в стари конструкции няма яснота какъв ще е резултатът и при оценяването се взема предвид несигурността, свързана с броя на данните;
- За да се изравни със стандарта за проектиране EN 1992-1-1, в който якостта на натиск е базирана на цилиндри с отношение дължина/диаметър = 2:1, якостта на натиск на място се определя от ядки с диаметър $\geq 75\text{mm}$ и отношение 2:1;
- В допълнение на това, препоръчва стойност 1,0 за коефициента α_{sc} и 0,85 за α_{sl} , а за отношението на якостите на натиск между ядки 2:1 и 1:1 – коефициент за дължина (CLF)=0,82 с толеранс 0,9:1 до 1,1:1.

Други важни особености на БДС EN 13791:2019 са:

- За валиден резултат от изпитване на ядки се приема якостта на място на единична ядка или средната якост, ако от едно място са изрязани повече ядки;

- За ИМ валиден резултат от изпитване са съответно: средната стойност на големината на отскока от 9бр. валидни отчета от Шмидт за изпитвано място и една или средна стойност от измерване с ултразвуков апарат, ако са направени повече отчети на едно място;
- Предвижда извършване на начално оценяване и систематизиране на изходните данни, с оглед:
 - оценяване дали определения изпитвателен район (област) включва един или повече класове по якост на натиск: подобно разположени елементи, яснота за различни групи, партии и/или тактове на изпълнение и др.
 - оценяване на индивидуалните резултати от измерване в изпитвателния район: т.нар. „Grubb test”, който показва дали най-ниския и най-високия резултати са в статистически приемливи граници, когато съответните им разлики спрямо средната стойност отнесени към средно квадрат. отклонение са по-малки от критичната стойност G_p – функция на n .
- При оценка на бетона в стари конструкции с калибрирания ИМ, регресионното уравнение може да се екстраполира най-много до 4МРа извън двата края на реално получената зависимост за метода;
- При оценяване на класа на бетона в случаи на съмнение при нови конструкции, общият обем на бетона в изпитвания район трябва да е не повече от около 180 куб.м.;
- Използването на ИМ чрез големината на отскока в тези случаи е допустимо, само ако дълбочината на карбонизация на бетона не надвишава 5mm;
- Проучвателни изпитвания в случаи на несъответствия на класа на бетона в нови конструкции се прилагат главно за оценка на еднородността на бетона в изпитвателни райони, където ИМ са подходящи;
- В такива случаи в НП трябва да се дадат специфичните зависимости м/у якостта на бетона и параметрите на съответния ИМ и процедурите за прилагането им.

3.3. Сравнителни резултати от оценки на реални конструкции

3.3.1. Оценка на якостта с ядки при стари конструкции

Според БДС 9673-84 и БДС EN 13791:2007/NA:2011

Обект	Елемент	n	Rm	s	v	R _{0,95}	Клас
Жп мост на км 14 ⁺⁵⁷³ Ск	Гл. гр.	15	74,2	7,686	0,104	61,6	B60
Жп надлез на км 56 ⁺⁶¹⁴ Кл	Гл. гр.	12	60,5	–	–	50,6	B50
Жп мост на км 9 ⁺⁹⁵⁹ Пд	Гл. гр.	8	72,8	–	–	68,0	B65

Според БДС EN 13791:2007

Обект	Елемент	n	$f_{m(n)is}$	$f_{is,lowest}$	s	k	$f_{ck,is}$ ($f_{ck,is,cub}$)	Клас
Жп мост на км 14 ⁺⁵⁷³	Гл. гр.	15	64,5	56,7	6,689	1,48	54,6 (51,0)	C50/60
Жп надлез на км 56 ⁺⁶¹⁴	Гл. гр.	12	52,6	44,0	–	5	47,6 (47,0)	C45/55
Жп мост на км 9 ⁺⁹⁵⁹	Гл. гр.	8	63,3	59,1	–	6	57,3 (57,0)	C55/67

Според БДС EN 13791:2019

Обект	Елемент	n	$f_{cm(n)is}$	s	k_n	$f_{c,ishighest}/f_{ck,is,lowest}$	$f_{ck,is}$ ($f_{ck,is,cyl}$)	Клас
Жп мост на км 14 ⁺⁵⁷³	Гл. гр.	15	52,9	5,493	1,84	64,4/46,5	42,8 (43,0)	C50/60
Жп надлез на км 56 ⁺⁶¹⁴	Гл. гр.	12	43,1	3,714	1,87	48,7/36,1	36,2 (34,0)	C40/50
Жп мост на км 9 ⁺⁹⁵⁹	Гл. гр.	8	51,9	3,108* 4,155	2,00	57,2/48,5	43,6 (43,0)	C50/60

3.3.2. Оценка на класа на бетона с ядки при съмнение и/или несъответствие

Според БДС 9673-84 и БДС EN 13791:2007/NA:2011

Обект	Елемент	n	Rm	s	v	R _{0,95}	Клас
Жил. сграда в м. Витоша, София	ВНК	15	34,0	3,040	0,090	29,0	B25
Произв. сграда във Варна	Покривна плоча	5	57,6	–	–	49,0	B45
Произв. сграда във Варна	Покривна плоча	6	34,6	–	–	31,0	B30

Оценка при съмнение за класа на бетона в нови конструкции
по БДС EN 13791:2007 с директен метод

Обект	Елемент	n	$f_{m(n)is}$	$f_{is,lowest}$	s	$0,85(f_{ck}+1,48s)$	$0,85(f_{ck}-4)$	Клас
Жил. сграда в м. Витоша, София	ВНК	15	29,6	25,0	2,651	28,8	22,1	C25/30
Произв. сграда във Варна	Покривна плоча	5	50,1	42,6	–	–	39,1	C45/55
Произв. сграда във Варна	Покривна плоча	6	30,1	27,0	–	–	26,3	C28/35

Оценка при съмнение за класа на бетона в нови конструкции
по БДС EN 13791:2019 с директен метод

Обект	Елемент	n	$f_{cm(n)is}$	$f_{c,is,lowest}$	$0,85(f_{ck,spec}+2)$	$0,85(f_{ck,spec}+1)$	$0,85(f_{ck,spec}-M)$	Клас
Жил. сграда в м. Витоша, София	ВНК	15	24,3	20,5	22,9	–	17,8	C25/30
Произв. сграда във Варна	Покрив- на плоча	12	41,1	34,9	-	39,1	34,9	C45/55
Произв. сграда във Варна	Покрив- на плоча	8	24,7	22,1	–	24,6	20,4	C28/35

4. Изводи и заключения

Въз основа на проведените анализи могат да се направят следните заключения:

4.1. С развитието на методите и техниките за БК на бетона, в стандартите се въвеждат уреди и апарати, по-лесни за употреба, отчитане и първичен анализ на данните от изпитванията, а старите постепенно се отстраняват от обхвата им.

4.2. Основен принцип при контрола и оценяването на якостта на натиск на бетона, заложен още в първите наши БДС, е резултатите от изпитването да се оценяват по методите на математическата статистика.

4.3. С усъвършенстване на техниките за изпитване постепенно се налага и развива положителната тенденция за подобряване на достоверността на оценката чрез комбиниране на методите за изпитване – директни: разрушаване на пробни тела (стандартни кубчета + ядки и/или само ядки) и индиректни: чрез големината на отскока; скоростта на прозвучаване и/или силата на изтръгване.

4.4. Тази тенденция рефлектира и върху методиките на оценяване, които се усложняват и обхващат повече и по-разнообразни варианти на изпитване.

4.5. Във всички случаи обаче, методите за оценка на якостта на натиск на бетона и/или за проверка на съответствието на класа на бетона залегнали в старите БДС, а и по-късно

в Националното приложение NA:2011 [11] към БДС EN:2007, са по-консервативни от европейските.

4.6. Националното приложение NA:2022 към БДС EN:2019 [12], което се очаква да излезе от печат до края на м. юни т.г., за разлика от предишното е в пълна хармония с този [12] и останалите действащи стандарти за изпитване на бетони [7, 8, 9, 10] и хармонизираните евронорми за проектиране на стоманобетонни конструкции

Литература

1. *Закон за националната стандартизация*, ДВ., бр. 88 от 04.ноември .2005г. (изм. и доп. до 2021г.)
2. *БДС 7268-68 (79, 83) Бетон. Класификация и основни технически изисквания*
3. *БДС 505-68 (78, 84, 86) Бетон обикновен. Методи за изпитване*
4. *БДС 3816-59 (65, 79, 84, 86) Бетон. Безразрушителен метод за определяне вероятната якост на натиск чрез повърхностната твърдост*
5. *БДС 15013-80. Бетон. Безразрушителен импулсен ултразвуков метод за определяне на вероятната якост на натиск.*
6. *БДС 9673-72 (84) Бетон. Контрол и оценка на якостта*
7. *БДС EN 206:2002/NA:2008 (2014/NA:2015, 2013+A1:2016/NA:2017, 2013+A2:2021/NA:2021) Бетон. Спецификация, свойства, производство и съответствие. Национално приложение (НА)*
8. *БДС EN 12504-1:2004 (2009, 2019) Изпитване на бетон в конструкции. Част 1: Ядки. Изрязване, проверка и изпитване*
9. *БДС EN 12504-2:2005 (2012, 2021) Изпитване на бетон в конструкции. Част 2: Изпитване без разрушаване. Определяне големината на отскока.*
10. *БДС EN 12504-4:2005 (2021) Част 4: Определяне скоростта на разпространение на ултразвуков импулс*
11. *БДС EN:13791:2007/NA:2011* Оценяване якостта на бетона на място в конструкции и готови бетонни елементи. Национално приложение (НА) към БДС EN:13791:2007
12. *БДС EN:13791:2019* Оценяване якостта на бетона на място в конструкции и готови бетонни компоненти.
13. *Марков, Т. Опитно изследване на строителни конструкции, С., ДИ Техника, 1965*
14. *Марков, Т. Изпитване и моделиране на строителни конструкции, С., ДИ Техника, 1973*
15. *Димов, Д. Безразрушителни изпитвания на строителни конструкции, С., Дайрект Сървисиз, 2011*