



Годишен семинар на ССЛСБ, 20 и 21 ноември 2025 г. , гр. Трявна



МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ -
СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В
КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС
EN 13791+NA.

Иван Ростовски, УАСГ

Част I. Методи за определяне на якост на бетон в конструкции – серия стандарти БДС EN 12504.

1. Метод за определяне на вероятната якост на бетона чрез големината на отскок от повърхността му – БДС EN 12504-2:2012

Принцип: Маса, задвижвана от пружина удря бутало, което се намира в контакт с повърхността на конструкцията или пробното тяло, което се изпитва. Резултатът от изпитване се изразява като число, показващо големината на отскока на масата. Числото може да се разглежда и като диференциал на енергията или скоростта, преди и след удара на масата.

- Определената по този метод големина на отскока може да се използва за оценка на еднородността на бетона на строежа, както и за очертаване на области или повърхности с влошено качество, или повреден бетон в конструкции.*
- Методът не важи като алтернатива на определяне на якостта на натиск на бетона, но с помощта на подходяща корелация, все пак може да служи за оценка на якостта на бетона на строежа.*

МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ - СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС EN 13791+НА.

Места на изпитване

Изпитваните бетонни елементи трябва да са с дебелина най-малко 100 mm и да са закрепени в рамките на конструкцията. По-малки елементи или пробни тела могат да се изпитват ако е осигурено кораво подпиране. Зони с въздушни каверни, обрушване, грапава повърхност или висока порьозност трябва да се избягват.

Фактори за избор на местата за изпитване

- а) якостта на бетона;**
- б) тип на повърхността (например формувана или неформувана);**
- с) тип на бетона (например обикновен или лек);**
- д) влажностни условия на повърхността;**
- е) карбонизация (ако е подходящо);**
- ф) посока на изпитването;**
- г) други подходящи фактори.**

Мястото за изпитване трябва да бъде приблизително 300 mm x 300 mm.

МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ - СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС EN 13791+NA.

Указания за работа/предварителна подготовка

Чукът с пружинно действие се използва съгласно указанията на производителя.

Преди започване на серия изпитвания на определена бетонна повърхнина, се извършват отчети с помощта на сравнителната стоманена наковалня, за да се провери, дали резултатите са в областта, посочена от производителя (± 3). Ако това не е така, уреда се почиства и/или регулира.

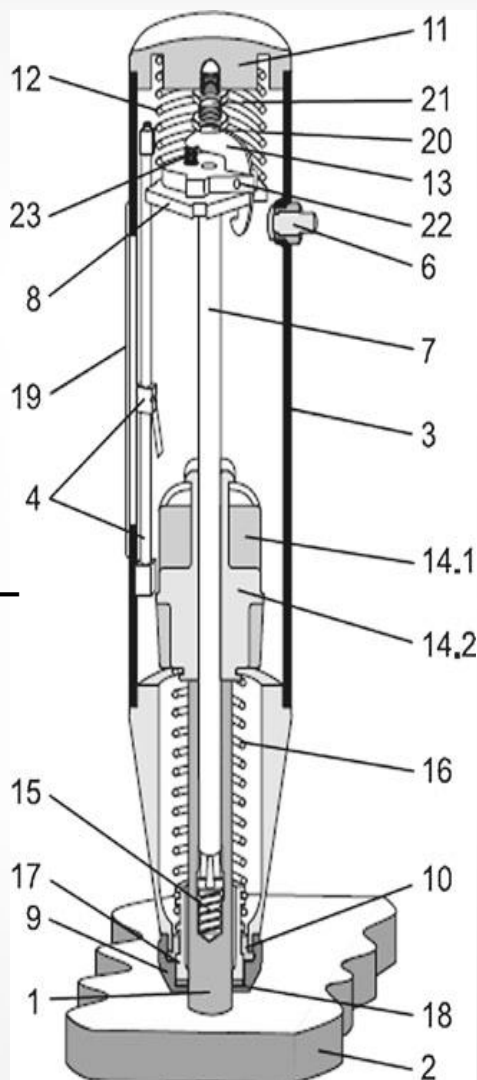
С уреда се работи при температура от 0 °C до 50 °C.

МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ - СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС EN 13791+НА.

Създател:
Ernst Schmidt
1948 г.

Патентован:
1950г.

Енергия на удара за тип N – 2,207 J



**Digi
Schmidt**

**Silver
Schmidt**

Модификации:



МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ - СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС EN 13791+НА.

Действия

Чукът се държи стабилно в позиция, която позволява на буталото да удари перпендикулярно към повърхността, която ще се изпитва.

Постепенно натиска върху буталото се увеличава, докато се получи удар с чука.

След удар, големината на отскока се записва, въз основа на разстоянието, преодоляно от отскока и/или на измерванията на енергията или скоростта.

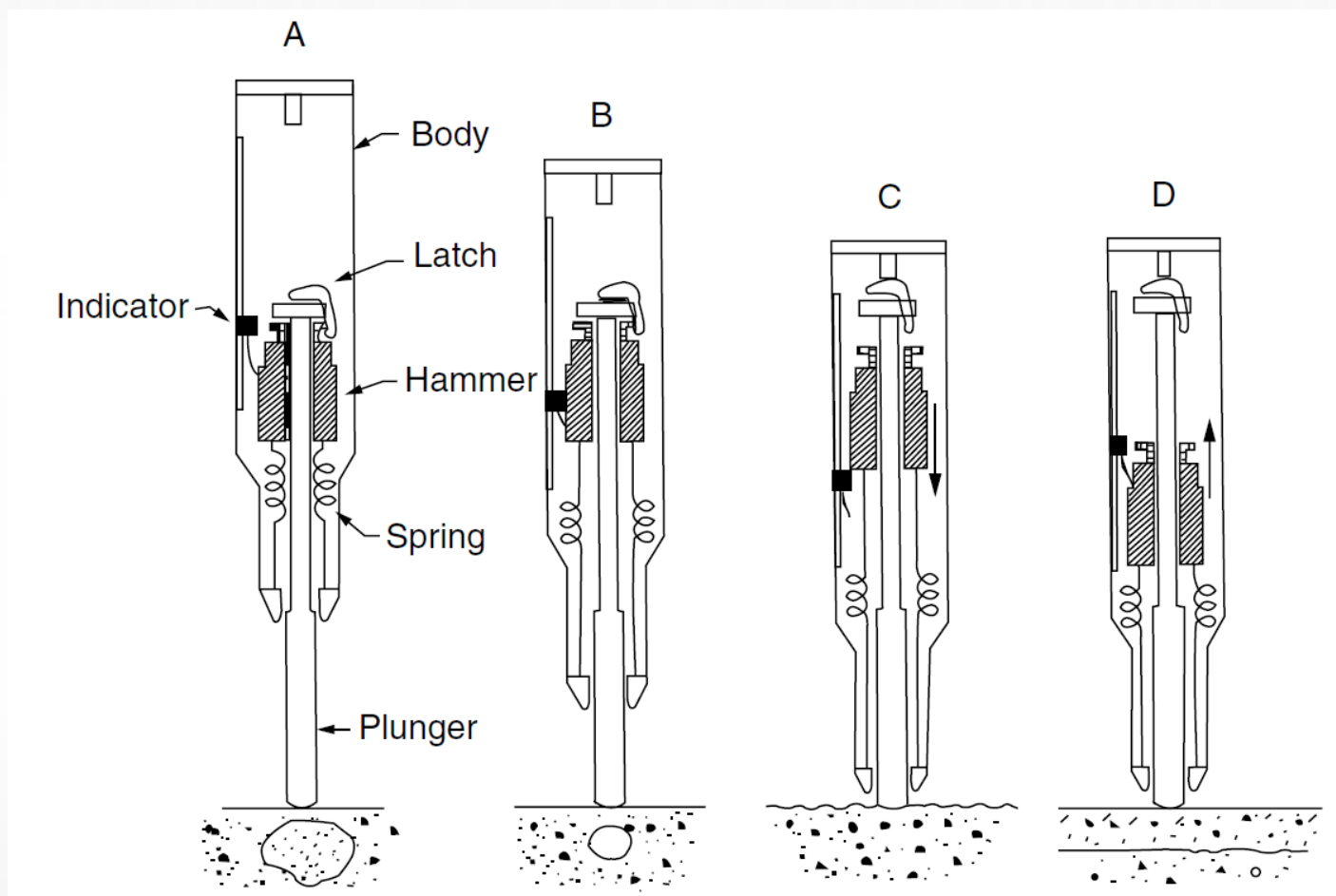
Всеки отпечатък, направен на повърхността след удар, се преглежда и, ако ударът е раздробил или разчупил материал около въздушна пора в близост до повърхността, резултатът се отхвърля.

Правят се най-малко девет валидни отчета, за да се получи надеждна оценка на големината на отскока за едно място на изпитване.

Записват се положението и ориентацията на чука за всяка серия отчети.

Трябва да е сигурно, че разстоянието между две точки, в които се нанасят удари не е по-малко от 25 mm и никоя от тях не е в зоната на 25 mm от ръб.

МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ - СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС EN 13791+NA.



МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ - СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС EN 13791+НА.

Резултат

Големината на отскока за мястото на изпитване трябва да се вземе като медиана от всичките отчети, коригирани, ако е необходимо, вземайки по внимание ориентацията на чука, в съответствие с инструкциите на производителя. Големината на отскока трябва да бъде изразена като цяло число.

Ако повече от 20% от всички отчети се различават от средната стойност с повече от 30%, съответната серия отчети се отхвърля.

ВАЖНО!!!

След провеждане на изпитванията, се взимат пет отчета като се използва стоманената сравнителна наковалня. Ако отчетите от последните пет удара не са в рамките на ± 3 от стойността, дадена от производителя, чукът се почиства и/или се настройва в съответствие с инструкциите на производителя и изпитването се повтаря.

МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ - СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС EN 13791+НА.

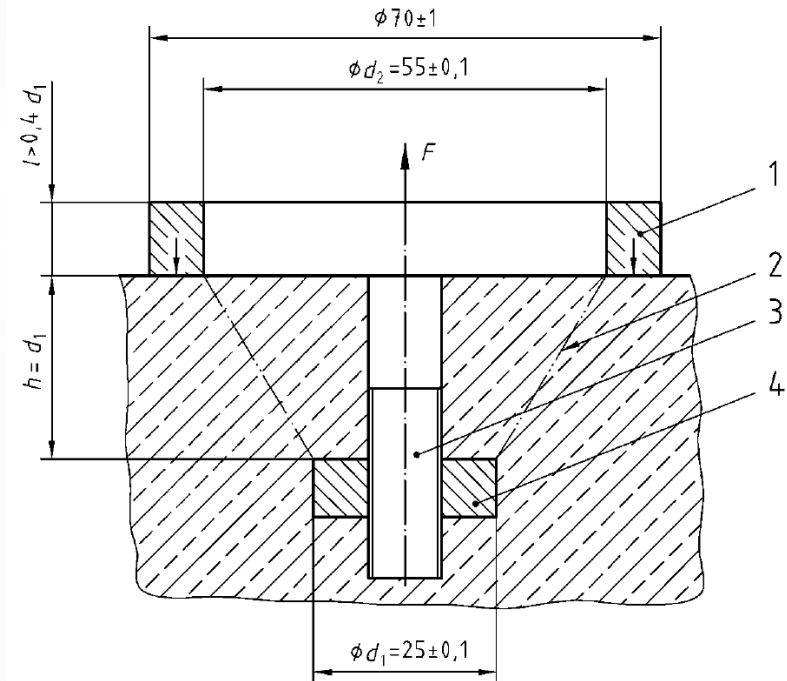
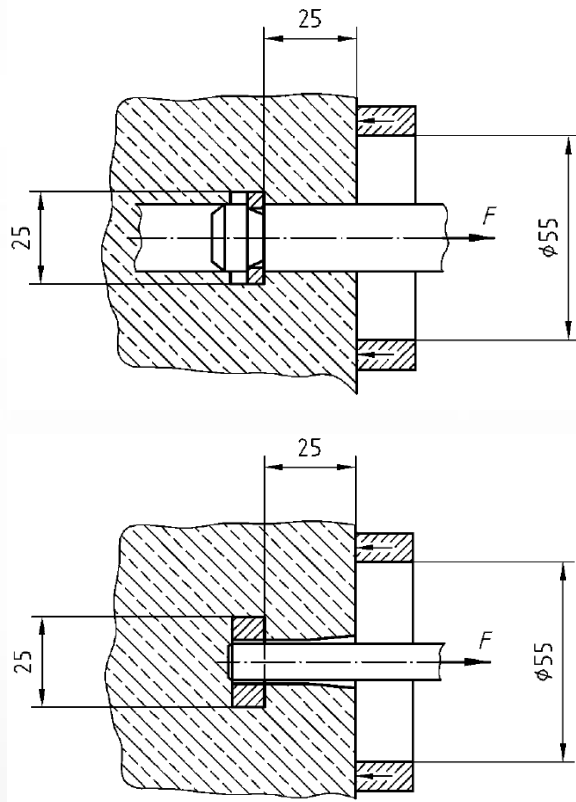
Протокол от изпитване:

- a) идентификация на бетонната конструкция/елемент;**
- b) идентификация на мястото/местата на изпитване;**
- c) идентификация на чука за определяне на отскока и неговата спецификация, ако е известна;**
- d) описание на подготовката на мястото/местата на изпитване;**
- e) подробности за бетона (ако са известни) и неговото състояние;**
- f) дата и час на провеждане на изпитването;**
- g) големина на отскока (медиана от отчетите от изпитване), коригирани спрямо ориентацията на чука (ако е приложимо) за всяко място на изпитване;**
- h) всяко отклонение от стандартизирания метод за изпитване, например наличие на вода по повърхността, температура извън приемливия диапазон;**
- i) декларация от лицето, технически отговорно за изпитването, че то е проведено в съответствие с този документ, освен отбелязаното в подточка h);**

Протоколът може да включва индивидуалните отчети на чука за определяне на отскока, ако се изисква.

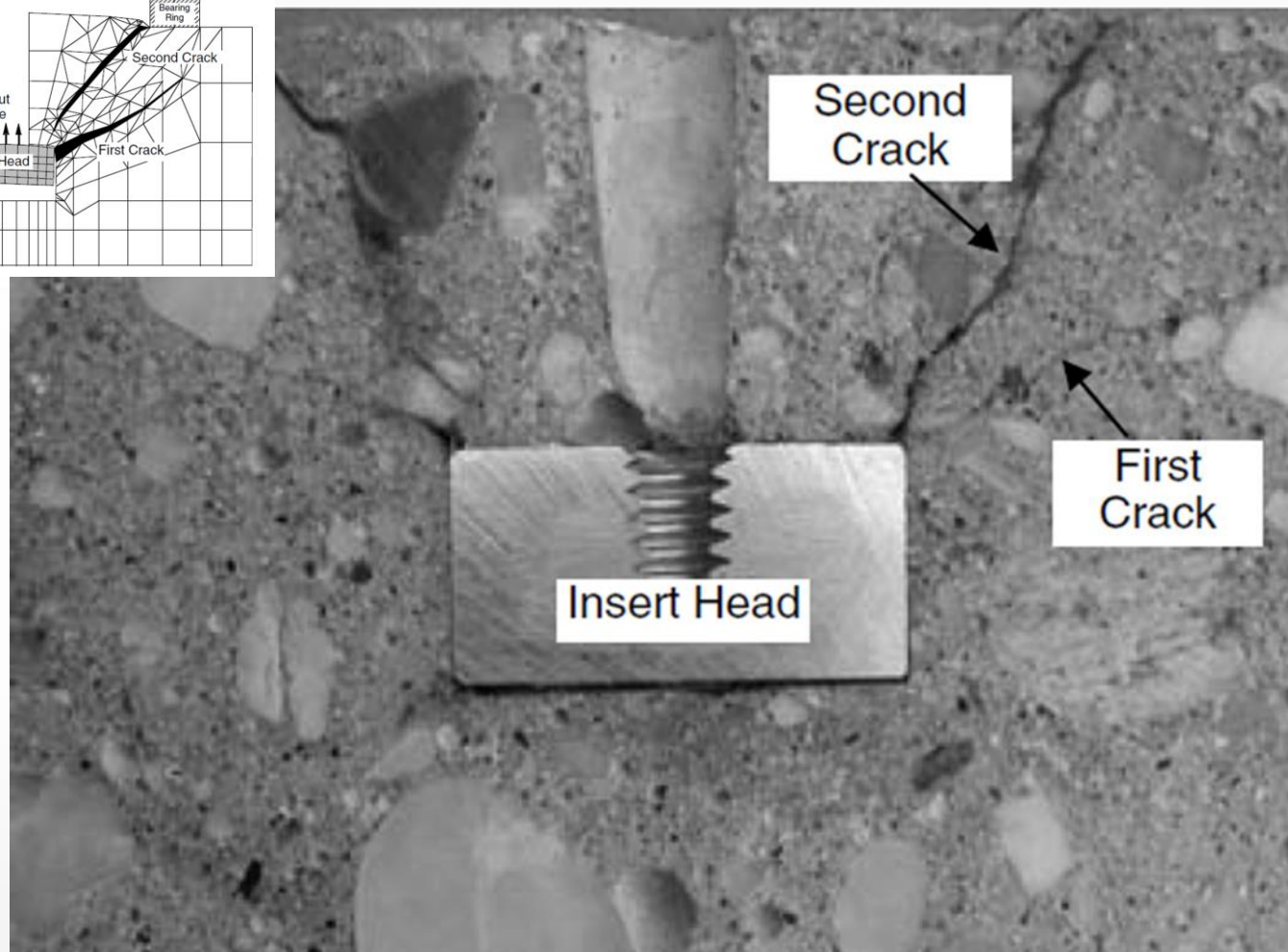
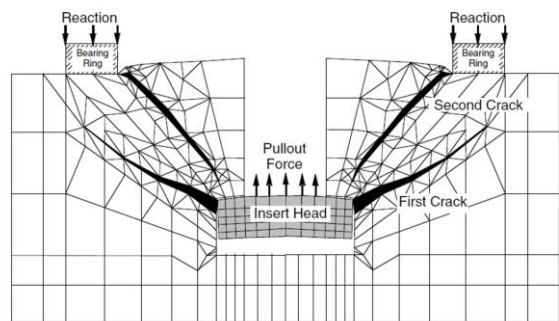
МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ - СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС EN 13791+НА.

**2. Определяне на якостта на бетона, чрез сила на изтръгване
БДС EN 12504-3:2005**



1 – Опорен носещ пръстен; 2- конична повърхнина на разрушение; 3 – щифт за изтръгване; 4 – диск за изтръгване

МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ - СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС EN 13791+НА.



МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ - СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС EN 13791+НА.

3. Определяне на якостта на бетона, чрез скоростта на преминаване на ултразвуков импулс БДС EN 12504-4

Методът се използва за определяне на скоростта на разпространение на ултразвукова вълна в бетон.

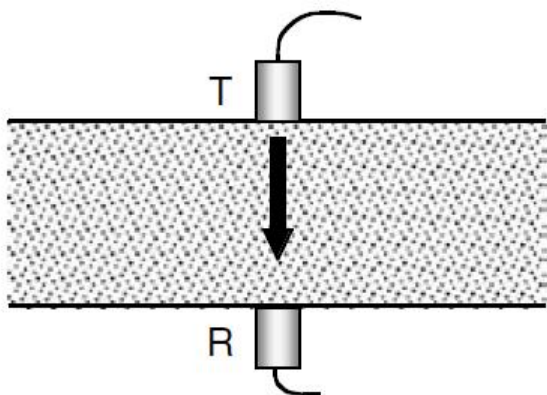
Принцип

Измерващата система се състои от излъчвател, приемник и електронно устройство. Уредът измерва времето за разпространение на ултразвуковата вълна, генерирана от излъчвателя и прихваната от приемника след разпространение в бетона.

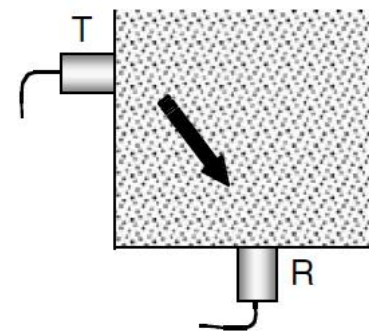


МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ - СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС EN 13791+НА.

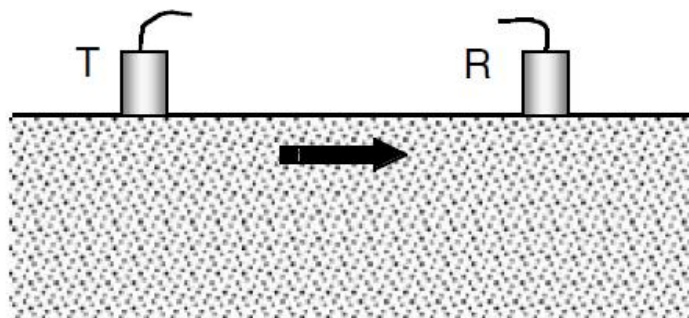
Възможни конфигурации на измерване



Директно измерване



Полудиректно измерване



Индиректно измерване

МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ - СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС EN 13791+НА.

При директна или полудиректна конфигурация на измерване скоростта на преминаване на ултразвуковия импулс се определя по формулата:

$$V = \frac{L}{T}$$

Където:

V – скорост на ултразвуковия импулс в km/s;

L – дължина на прозвучаване в mm;

T – време за преминаване на импулса от излъчвателя до приемника, μ s;

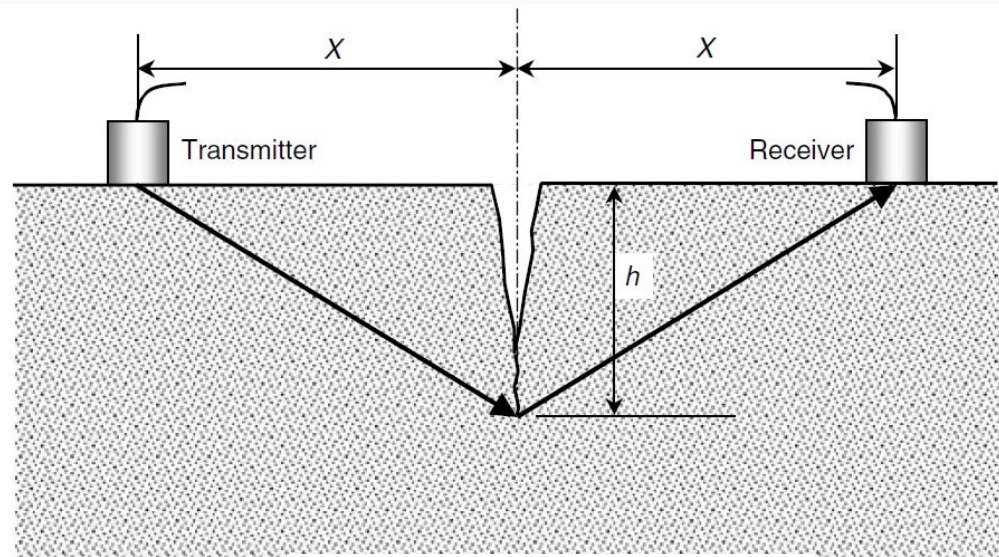
При изотропна среда връзката между скоростта на разпространение на звука и физичните характеристики на средата е:

$$V_L = \sqrt{\frac{E_d(1-\nu)}{\rho(1+\nu)(1-2\nu)}} \quad V_T = \sqrt{\frac{E_d}{2\rho(1+\nu)}}$$

V_L – скорост на надлъжната звукова вълна в km/s; V_H – скорост на напречната звукова вълна в km/s; ν – динамичен коефициент на Поасон; E_d – динамичен модул на еластичност;

МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ - СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС EN 13791+NA.

Откриване на дефекти в бетона

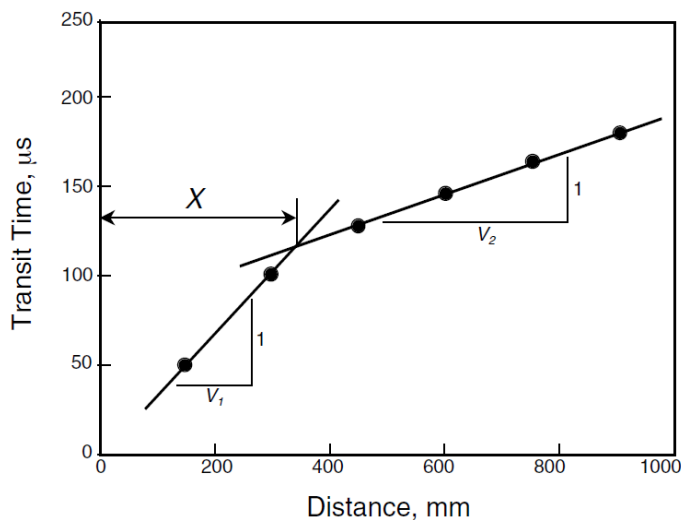
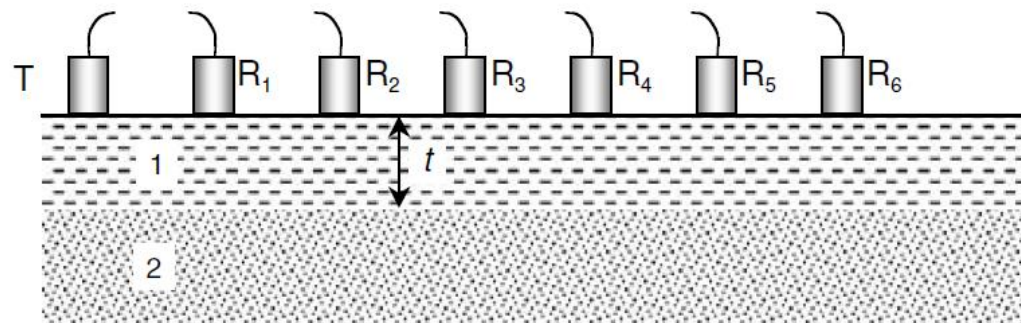


$$h = \frac{X}{T_2} \sqrt{T_1^2 - T_2^2}$$

T_1 – време за преминаване на ултразвуковия импулс през пукнатината;
 T_2 – време за преминаване на ултразвуковия импулс през здрав бетон, на разстояние $2X$.

МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ - СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС EN 13791+НА.

Определяне на дълбочина на повреда



$$t = \frac{X}{2} \sqrt{\frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1}}$$

Част II. Оценяване на якост на бетон на място (в конструкция) - БДС EN 13791.

Начини за оценяване на якостта на място, обхванати от стандарта:

- ***оценяване на характеристичната якост на натиск на място за зона на изпитване и/или якостта на място за специфични места;***
- ***оценяване на класа по якост на натиск на бетон за конструкция по време на изграждането ѝ, когато има съмнение относно якостта на натиск, възникнало въз основа на резултати от стандартни изпитвания, или съмнение по отношение на качеството на изпълнение.***

МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ - СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС EN 13791+НА.

Определяне на якост на натиск за конструктивно оценяване на съществуваща конструкция

А. Оценка въз основа на резултати от изпитване на ядки

Брой обеми от приблизително 30 m ³ в зона на изпитване	Минимален брой места на изпитване за всеки обем ^a	Среден резултат от изпитване на ядки за зоната на изпитване ^b	Най-нисък резултат от изпитване ^{b,c}
1 ^d	3	—	$\geq 0,85(f_{ck,spec} - M)$
2 до 4	2	$\geq 0,85(f_{ck,spec} + 1)$	$\geq 0,85(f_{ck,spec} - M)$
5 до 6	2	$\geq 0,85(f_{ck,spec} + 2)$	$\geq 0,85(f_{ck,spec} - M)$
<p>^a Виж точка 6 за минималния брой ядки за получаване на резултат от изпитване за всяко място на изпитване.</p> <p>^b Якостта на ядка може да бъде изразена като $f_{c,1:1core}$ или $f_{c,1:2core}$, в зависимост от избраната стойност на $f_{ck,spec}$.</p> <p>^c Където $M = 4$ МПа за клас по якост на натиск C20/25 или по-висок. За C16/20, C12/15 и C8/10, интервалът M трябва да се намали съответно на 3, 2 и 1</p> <p>^d При условие, че се разглежда като един обем, виж 9.2 (1).</p>			

МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ - СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС EN 13791+НА.

Характеристичната якост на натиск на място ($f_{ck,is}$) е по-ниската от:

$$f_{ck,is} = f_{c,m(n)is} - k_n s$$

където

k_n се взема от таблица.

n	8	10	12	16	20	30	∞
k_n	2,00	1,92	1,87	1,81	1,76	1,73	1,64

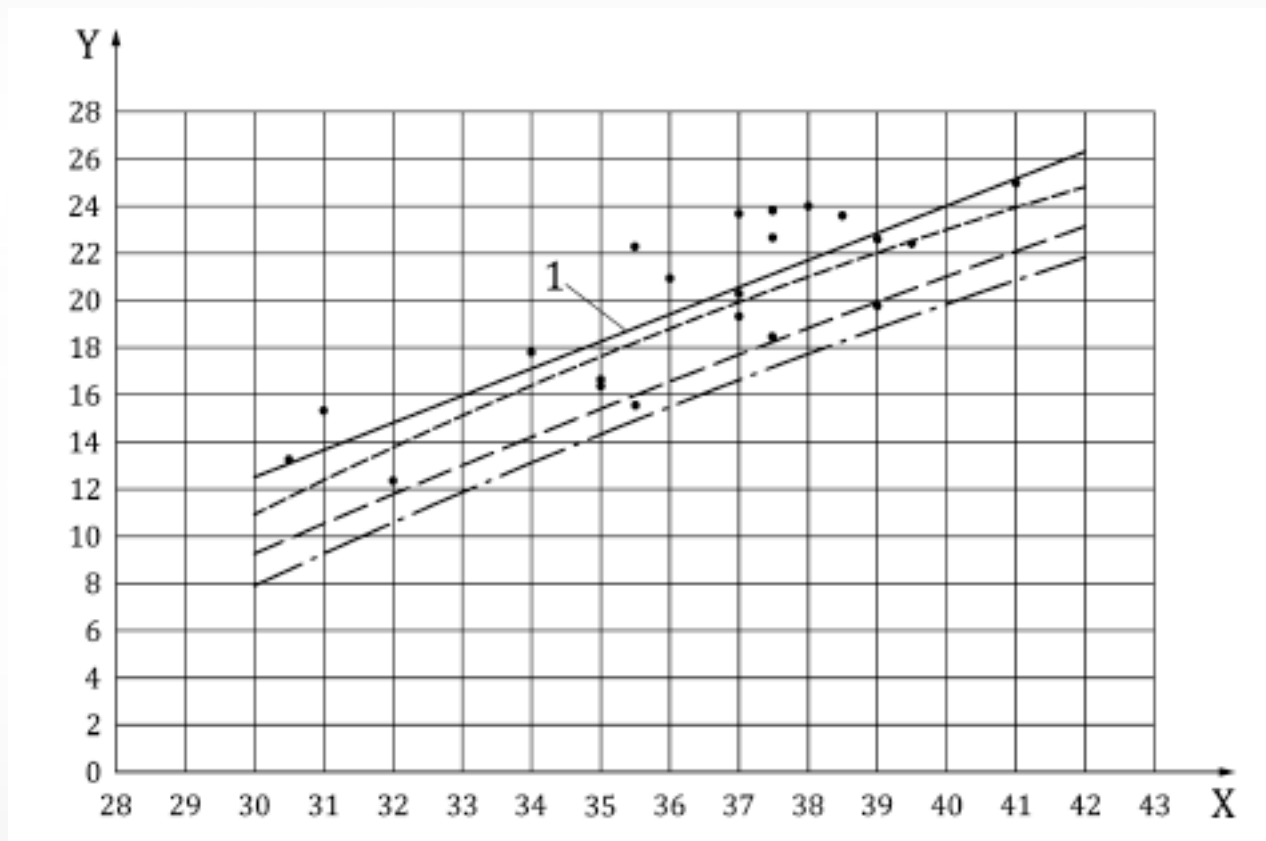
$$f_{ck,is} = f_{c,lowest} + M$$

Където, стойността на М се основава на стойността на $f_{c, is, lowest}$ и се взема от таблица.

Стойност на $f_{c,lowest}$ MPa	Допустима граница MPa
≥ 20	4
$\geq 16 < 20$	3
$\geq 12 < 16$	2
< 12	1

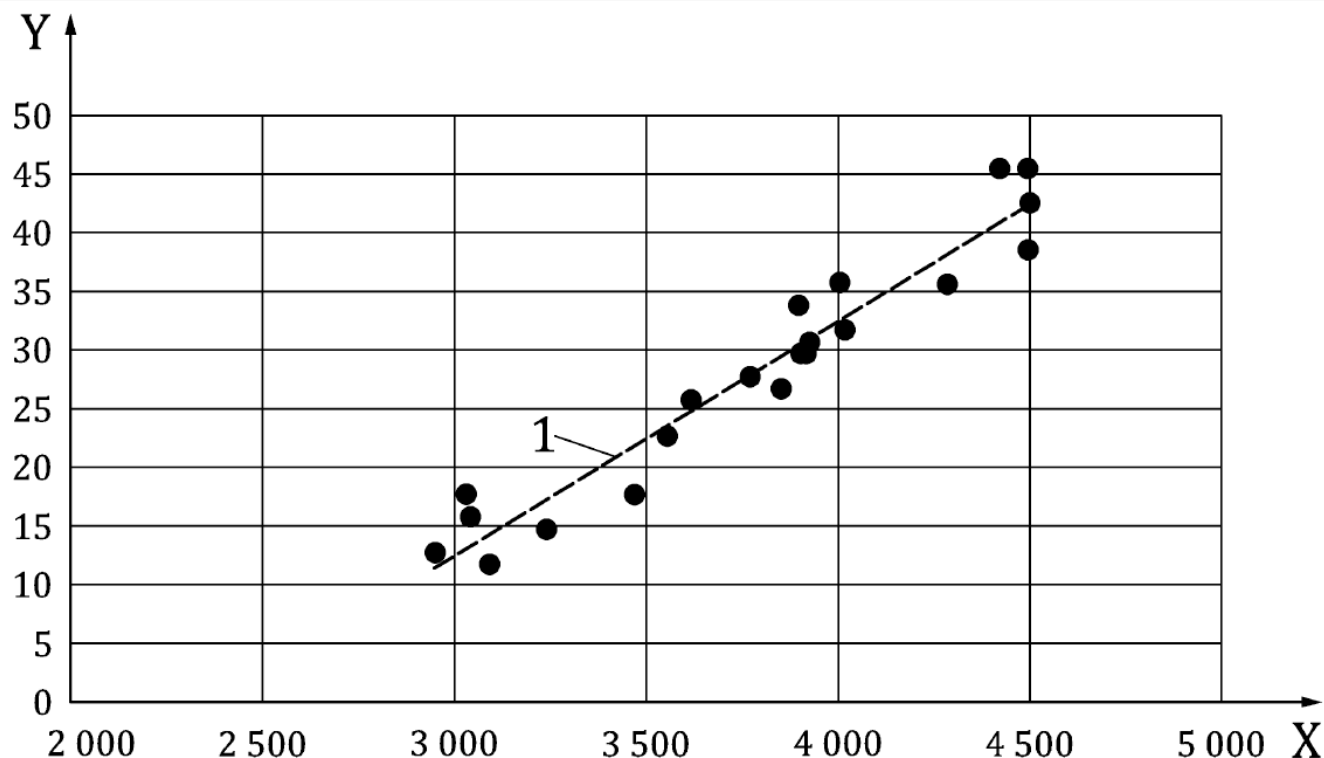
МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ - СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС EN 13791+НА.

Б. Оценка въз основа на комбинация от данни, получени при индиректно изпитване и изпитване на ядки



X – големина на отскок (медиана); Y – якост на бетон (на място), 1 – линейна зависимост

МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ - СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС EN 13791+НА.



X – скорост на преминаване на ултразвуков импулс; Y – якост на бетон (на място), 1 – линейна зависимост

МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ - СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС EN 13791+НА.

Средната якост на натиск на място се оценява като:

$$f_{c,m(n)is} = \sum (f_{c,is,reg}) / m$$

Общото стандартно отклонение на якостта на натиск на място за зона на изпитване се определя от:

$$s = \sqrt{s_c^2 + s_e^2}$$

$$s_e = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (f_{c,is,reg} - f_{c,m(m)is})^2}{m - 1}}$$

$$s_c = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{c,is} - f_{c,is,reg})^2}{n - 2}}$$

МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ - СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС EN 13791+НА.

В. Оценяване на якостта, чрез използване на индиректно изпитване с най-малко три резултата от изпитване на яд

Тази техника може да се прилага за зона на изпитване, която обхваща не повече от 30 m³ бетон, за оценяване на якостта на натиск *на място* чрез използване на индиректни методи, без калибриране, когато няма проблеми по отношение на якостта на натиск на доставения бетон.

Чрез използване на изпитване с ултразвуков импулс или чук с пружина се извършва проучване на зона на изпитване, за да се определи променливостта и да се идентифицират местата с по-ниска якост на натиск. Вземат се най-малко три ядки с диаметър ≥ 75 mm или еквивалентен брой ядки с по-малък диаметър (виж таблица 4) от площта около мястото/местата с по-ниски резултати от индиректното изпитване и се изчислява якостта на натиск *на място* ($f_{c, is}$). Ако местата на ядките са с бетон, който ще остане в конструкцията се взема средната стойност от три или повече ядки (при условие, че разсейването на резултатите от изпитването е не повече от 15 % от средната стойност) като якост на натиск *на място* ($f_{ck, is}$) за целите на конструктивно оценяване.

Оценяване на класа по якост на натиск на бетон в случай на съмнение

Съмнение относно достигането на зададения клас по якост на натиск на бетона в конструкциите по време на строителство може да възникне по различни причини. Съмнение за качеството на място може да се появи вследствие на подозрение за не добро качество на бетона, доставен на обекта, проблеми по време на изпълнението на строителните работи или след някое неочаквано събитие на обекта. Понятието „съмнение“ включва, но не се ограничава до следното:

- недостатъчна якост на натиск на пробни тела, взети при производствения контрол, което води до деклариране на несъответствие;
- недостатъчна якост на натиск на пробни тела, взети при изпитване за идентичност;
- проблеми по време на изпълнение на строителните работи.

МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ - СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС EN 13791+НА.

А. Използване на данни от изпитване на ядки

Всяка зона на изпитване трябва да бъде разделена на обеми, приблизително m^3 . Когато обемът е по-малък от $30 m^3$, той може да се разглежда като един обем при условие, че бетонът е доставен за един ден и няма информация, че товарите може да е различен от останалите.

Критерии за оценяване въз основа на данни от изпитване на

Брой обеми от приблизително $30 m^3$ в зона на изпитване	Минимален брой места на изпитване за всеки обем	Среден резултат от изпитване на ядки за зоната на изпитване	Най-нисък резултат от изпитване
1	3	—	$\geq 0,85(f_{ck,spec} - M)$
2 до 4	2	$\geq 0,85(f_{ck,spec} + 1)$	$\geq 0,85(f_{ck,spec} - M)$
5 до 6	2	$\geq 0,85(f_{ck,spec} + 2)$	$\geq 0,85(f_{ck,spec} - M)$

МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ - СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС EN 13791+НА.

Б. Индиректно изпитване плюс подбрани данни от изпитване на ядки

Бетонът, който ще се изследва, се разделя на зони на изпитване, които не надхвърлят приблизително 180 m³.

Във всички места за изпитване, минималният брой на които е показан в таблицата по-долу, трябва да бъде извършено изпитване чрез избрания индиректен метод. Винаги, когато това е възможно на практика, се извършва поне едно индиректно измерване за места в зоните на изпитване, за всяка доставка.

Брой обеми от приблизително 30 m³ в зона на изпитване	Минимален брой места за индиректно изпитване
1	9
2 до 4	12
5 до 6	20

МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ - СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС EN 13791+НА.

Места за подбрано изрязване на ядки и критерии за оценяване

Брой обеми от приблизително 30 m ³ в зона на изпитване	Минимален брой на местата за изрязване на ядки ^a	Среден резултат от изпитване на ядки за места, близки до медианата на големината на отскока или средната стойност на UPV за зоната на изпитване	Най-нисък резултат от изпитване
1	По една ядка за всяко от двете места с най-ниски стойности от индиректно изпитване за зоната на изпитване	–	$\geq 0,85(f_{ck,spec} - M)$
2 до 4	Една ядка за мястото с най-ниска стойност от индиректно изпитване за зоната на изпитване	$\geq 0,85(f_{ck,spec} + 1)$	$\geq 0,85(f_{ck,spec} - M)$
5 до 6	и по една ядка за всяко от 2-те места на изпитване с най-близки стойности до медианата на отскока или до средната стойност на UPV за зоната на изпитване	$\geq 0,85(f_{ck,spec} + 1)$	$\geq 0,85(f_{ck,spec} - M)$

Приложение А

Точка А3

Чукът с пружина дава измерение на повърхностна якост без оценяване на качеството на бетона в дълбочина на сечението. Използването на чук с пружина не е подходящо при определени условия, в това число:

- **дълбочина на карбонизация повече от 5 mm;**
- при използване на кофраж с контролирана пропускливост или повърхностни втвърдители;
- бетон, увреден от пожар;
- бетонови повърхности, увредени от химично въздействие или замразяване-размразяване;

МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ - СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС EN 13791+NA.

Прилагане на БДС EN 13791:2019 – СД CEN/TR 17086:2020

А. Изчисляване на якостта на място от данни от изпитване на ядки

Една 1:1 ядка с диаметър 100 mm е взета от десет места на изпитване в зоната на изпитване

$$f_{c,is} = CLF \times f_{c,1:1core}$$

Място на изпитване	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5
$f_{c,1:1core}$, MPa	25.0	30.5	27.5	37.5	23.0	24.0	26.5	33,0	28,0	24,5
$f_{c,is}$, MPa	20,5	25,0	22,6	30,8	18,9	19,7	21,7	27,1	23,0	20,1

Средната стойност от тези якости на натиск на място е 22,9 МПа, а стандартното отклонение на извадката е 3,7 МПа

МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ - СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС EN 13791+НА.

Б. Проверка за статистически бегълци

На 150 места на изпитване е измерена UPV в съответствие с EN 12504-4, преди да се изберат местата за вземане на ядки и да се определи корелацията между UPV и якостта на място.

Клетка	A	B	C	D
1	Място на изпитване	UPV, m/s		
2	A1	3 763		
3	A2	3 546		
4	A3	3 849		
↓	↓	↓		
148	J7	3 835		
149	J8	4 366		
150	J9	4 422		
151	J10	4 163		
152	Средна	3 835,7		
153	Проба SD	375,9		
154	Най-ниска	2 950		
155	Най-висока	4 729		
156	Средна-Най-ниска	885,7		
157	Най-висока-средна	893,3		

МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ - СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС EN 13791+НА.

Тъй като разликата между най-високата стойност и средноаритметичната е по-голяма в сравнение с разликата между средноаритметичната стойност и минималната стойност, Grubb теста се прилага към най-високата стойност. За да бъде този UPV резултат от изпитване статистически беглец се прилага формула (1) от EN 13791:2019:

$$\frac{f_{c, is, highest} - f_{c, m(n)is}}{s} > G_p$$

$$(4\,729 - 3\,835)/375,9 > G_p$$

$$2,377 > G_p$$

От таблица 5 на EN 13791:2019, чрез интерполация между дадените стойности за $n = 140$ (3.867) и $n = 160$ (3.910) се получава G_p . Тъй като G_p е 3,890 и е по-голямо от 2,377, в тази серия от данни няма статистически бегълци.

МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ - СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС EN 13791+НА.

В. Изчисляване на характеристичната якост на натиск на място от данни от изпитване на ядки

Якостта на място на обикновен бетон на десет места на изпитване дадена в пример А, чрез използване на CLF равен на 0,82

Място изпитване на	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5
$f_{c,1:1core}$, MPa	25,0	30,5	27,5	37,5	23,0	24,0	26,5	33,0	28,0	24,5
$f_{c,is}$, MPa	20,5	25,0	22,6	30,8	18,9	19,7	21,7	27,1	23,0	20,1

Средната якост на място и стандартното отклонение на извадката на тези 10 места на изпитване са съответно 22,94 MPa и 3,74 MPa.

Стандартното отклонение, което се основава на коефициент на вариация от 8% на средната якост на място е:

$$0,08 \times 22,94 = 1,84 \text{ MPa}$$

Тъй като стандартното отклонение на резултатите от изпитване е по-голямо от 1,84 MPa, в изчислението се използва стойността 3,74 MPa. Когато стандартното отклонение на резултатите от изпитване е по-малко от стойността, изчислена от CoV равен на 8 %, за стандартното отклонение на извадката (s_s) се приема стойността, получена от CoV.

МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ - СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС EN 13791+НА.

Съгласно 8.1 на EN 13791:2019, оценената характеристична якост на място ще бъде по-ниската от:

$$f_{ck,is} = f_{c,m(n)is} - k_n s_s = 22,94 - 1,92 \times 3,74 = 15,8 \text{ MPa}$$

Или

$$f_{ck,is} = f_{c,is,lowest} + M = 18,9 + 3 = 21,9 \text{ MPa}$$

Стойността на k_n за $n = 10$ за се взема от таблица 6 на EN 13791:2019, а стойността на „M“ се взема от таблица 7 на EN 13791:2019.

Оценената характеристична якост на натиск на място за тази зона на изпитване е **15,8 MPa**.

МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ - СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС EN 13791+NA.

Г. Установяване на корелация между индиректно изпитване и якост на натиск на място

Тъй като стойностите на UPV на 150-те места не изпитване дадени в пример А, не съдържат статистически бегълци, нито един от тях не се изключва от разглеждане за използване при установяване на корелацията.

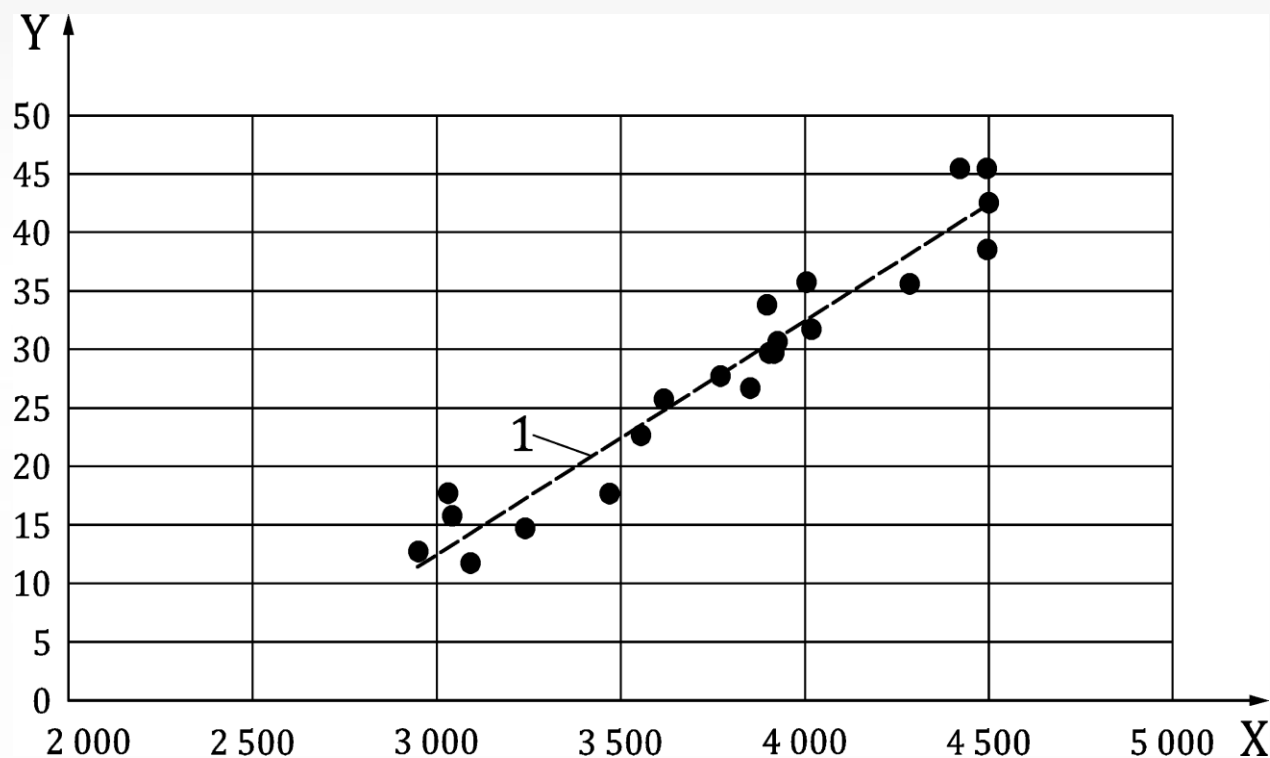
Избрани са двадесет и две места за изрязване на 2:1 ядки, с диаметър 100 mm, в този случай, стойността от изпитване на ядка е същата като якостта на натиск на място. Местата за изрязване на ядки включват мястото с най-ниска стойност на UPV (D9), но от практически съображения от мястото с най-висока стойност на UPV (4 729 m/s) не е взета ядка.

Тези данни са начертани като графика от точки в линия на тренда от първа степен (линейна), включени са регресионното уравнение и коефициента на детерминация.

МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ - СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС EN 13791+НА.

Места на изпитване	UPV m/s	$f_{c,is}$
A1	3 763	28
A2	3 546	23
A3	3 849	27
A4	3 554	23
A5	3 892	34
A6	3 922	31
B9	3 242	15
C6	3 044	16
D8	3 093	12
D10	2 950	13
D9	3 031	18
E6	3 611	26
E7	3 899	30
E8	3 468	18
E9	3 911	30
G5	4 489	39
G6	4 484	46
G7	4 276	36
H8	3 998	36
H9	4 011	32
H10	4 409	46
I3	4 494	43

МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ - СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС EN 13791+НА.



X UPV, m/s

Y якост на натиск *на място*, МПа

1 $Y = 0,0202 \cdot X - 48,011; R^2 = 0,9334$

МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ - СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС EN 13791+НА.

Д. Оценка на класа по якост на натиск на бетон при полагане чрез използване на индиректно изпитване и подбрани данни от изпитване на ядки

От местата на изпитване, където големината на отскока е най-малка се взема ядка и се сравнява с критерия за минимална кубова якост *на място*.

За да се оцени средната кубова якост *на място* за зоната на изпитване се вземат ядки от три места на изпитване, с големина на отскок около средната и средната кубова якост *на място*, от тези три, се използва, за да се оцени съответствието с изискването към средната якост.

Място на изпитване	Кубова якост на място (=якост на 1:1 ядка) МПа
1	36
2	32
4	30
5	34,5
6	29
8	37,5

МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ - СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС EN 13791+НА.

Критериите са:

Средна кубова якост *на място* $\geq 0,85 (37 + 1) = 32,3 \text{ MPa}$

и

Най-ниска кубова якост *на място* $\geq 0,85 (37 - 4) = 28 \text{ MPa}$

Всички места на изпитване 2, 4 и 6 удовлетворяват критерия за най-ниската якост от 28 MPa.

Средноаритметичната от места на изпитване 1, 5 и 8 е:

$$(36 + 34,5 + 37,5) / 3 = 36 \text{ MPa}$$

И това удовлетворява критерия за средноаритметичната якост.

МЕТОДИ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ - СЕРИЯ БДС EN 12504. ОЦЕНКА НА БЕТОН В КОНСТРУКЦИИ И ГОТОВИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ БЕТОН - БДС EN 13791+НА.

Е. Оценка на класа по якост на натиск на наскоро доставен бетон чрез използване единствено на данни от изпитване на ядки

Обемът на стена, която подлежи на изследване е:

$$6 \times 3 \times 0,4 = 7,2 \text{ m}^3$$

Следователно тя обхваща един обем.

Три 2:1 ядки с диаметър 100 mm са взети от средната част по височина, на 1 m, 3 m и 5 m от края на стената, а якостите на място бяха 26,5 МПа, 32,7 МПа и 37,8 МПа.

От таблица 8 на EN 13791:2019, критерия за отделен обем бетон е:

$$\text{Най-ниска якост на натиск на място} \geq 0,85(f_{ck} - 4)$$

В този случай, тъй като е зададен С30/37, минималната характеристична 2:1 цилиндрична якост е 30 МПа.

$$\text{Тъй като } 26,5 \geq 0,85(30 - 4), 26,5 \geq 22,1$$

се прави заключение, че доставеният бетон удовлетворява класа по якост на натиск С30/37.



Въпроси???





**Благодаря за
вниманието!!!**

