

TEHNICI SI METODE EXPERIMENTALE

INDRUMATOR DE PROIECT

CALITATEA EXECUȚIEI – se poate verifica prin:

- **determinarea calității materialelor componente -> încercări in situ și în laborator**
- **determinarea calității elementelor structurale (elemente noi, agremente tehnice) -> încercări in situ și în laborator**
- **determinarea calității la punerea în operă (prelevare cuburi) -> încercări in situ și în laborator**

TIPUL STRUCTURII DE REZISTENȚĂ – avem:

- **încercări pe elemente din lemn (umiditate, rezistență etc.)**
- **încercări pe elemente din zidărie (umiditate, rezistență etc.)**
- **încercări pe elemente din metal (coroziune, rezistență, calitatea sudurilor etc.)**
- **încercări pe elemente din beton (umiditate, degradare, rezistență etc.)**

CLASIFICAREA METODELOR DE INVESTIGARE

Locul efectuării încercărilor:

- in-situ;
- în laborator.

Domeniile de aplicare a unor ramuri ale fizicii:

- metode mecanice prin șoc;
- metode ultrasonice;
- metode electromagnetice.

Modul de determinare a rezistenței betonului:

- direct;
- indirect.

Efectul asupra betonului:

- distructiv;
- seminedistructiv;
- nedistructiv.

Aplicarea încercărilor nedistructive:

- simple;
- combinate.

ALEGEREA METODELOR DE INVESTIGARE

- a) zona de testare. Factorii care trebuie luați în considerare:
- poziția betonului de testat în element;
 - poziția secțiunilor celor mai solicitate;
 - variația rezistenței pe grosimea elementului;
 - poziția armăturilor indentificate pe planșe sau utilizând pahometrul;
 - prezența unor defecte locale.
- b) efectele distructive produse. Alegerea între utilizarea unor metode distructive sau nedistructive poate fi influențată de efectul:
- testării pe suprafața aparentă a elementului;
 - realizării de găuri prin carotare;
 - tăierii armăturii.
- c) precizia determinărilor. Nivelul de precizie depinde de:
- metoda utilizată;
 - numărul de măsurători;
 - precizia și gradul de încredere al corelării între diferite metode.

METODE DE DETERMINARE A CALITĂȚII MATERIALELOR COMPONENTE ALE ELEMENTELOR DIN BETON

- metoda nedistructivă de duritate superficială
- metoda nedistructivă ultrasonică de impuls
- metoda nedistructivă combinată
- metoda nedistructivă combinată + corpuri de probă
- metoda nedistructivă a carotării sonice
- metoda nedistructivă a impedanței mecanice
- metoda distructivă a carotării

METODE DE DETERMINARE A CALITĂȚII MATERIALELOR COMPONENTE ALE ELEMENTELOR DIN BETON

- metoda nedistructivă de determinare a poziției și diametrului barelor de armătură
- metoda nedistructivă de determinare a coroziunii barelor de armătură
- metoda semidistructivă de determinare a compoziției și gradului de degradare ale betonului (LIBS)
- metoda nedistructivă de determinare a umidității
- metoda nedistructivă de termografieră
- metoda semidistructivă a smulgerii (de suprafață și în adâncime)

Tabelul 5.1 Avantajele și limitările aplicării diferitelor metode de încercare a rezistenței la compresiune a betonului

Zona testată	Tip metodă	Precizia estimării rezistenței	Viteza de efectuare	Ușurința de aplicare	Eficiența economică	Lipsa deteriorărilor
în adâncime	extragerea și încercarea carotelor	4	2	1	1	1
	viteza ultrasunetelor	2	3	3	3	4
în zona suprafeței	smulgerea în adâncime	2	2	1	1	2
la suprafață	duritatea suprafeței	1	4	4	4	4

NOTĂ- Punctajul de la 1 la 4 este acordat pentru clasificarea metodelor în funcție de diferite criterii de apreciere.

METODA DURITĂȚII SUPERFICIALE

- => metodă superficială – calitatea betonului în primii 2-3 cm
- informativă
- => folosită pentru determinarea rezistenței betonului numai în combinații cu alte metode nedistructive sau distructive

TIPURI DE SCLEROMETRE UTILIZATE

- sclerometrul cu recul

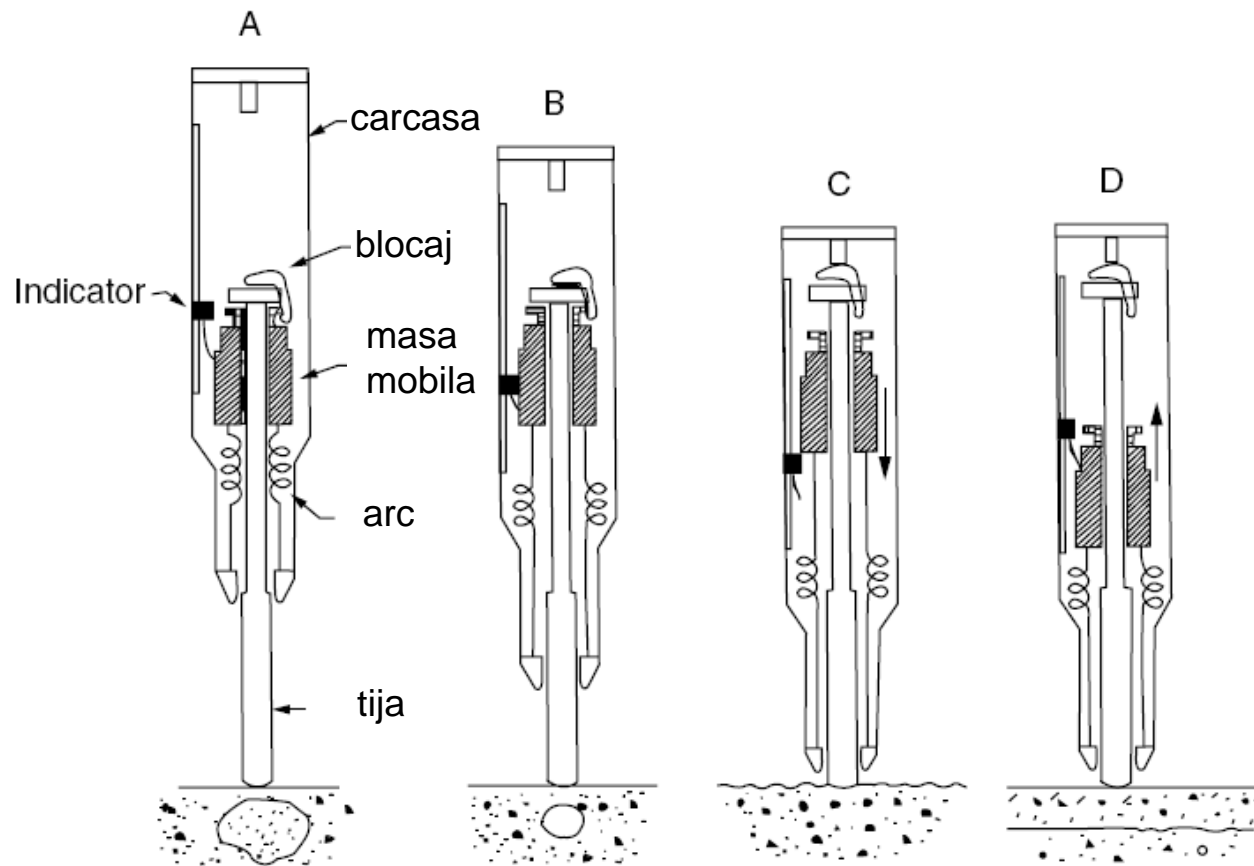


- sclerometrul cu impuls



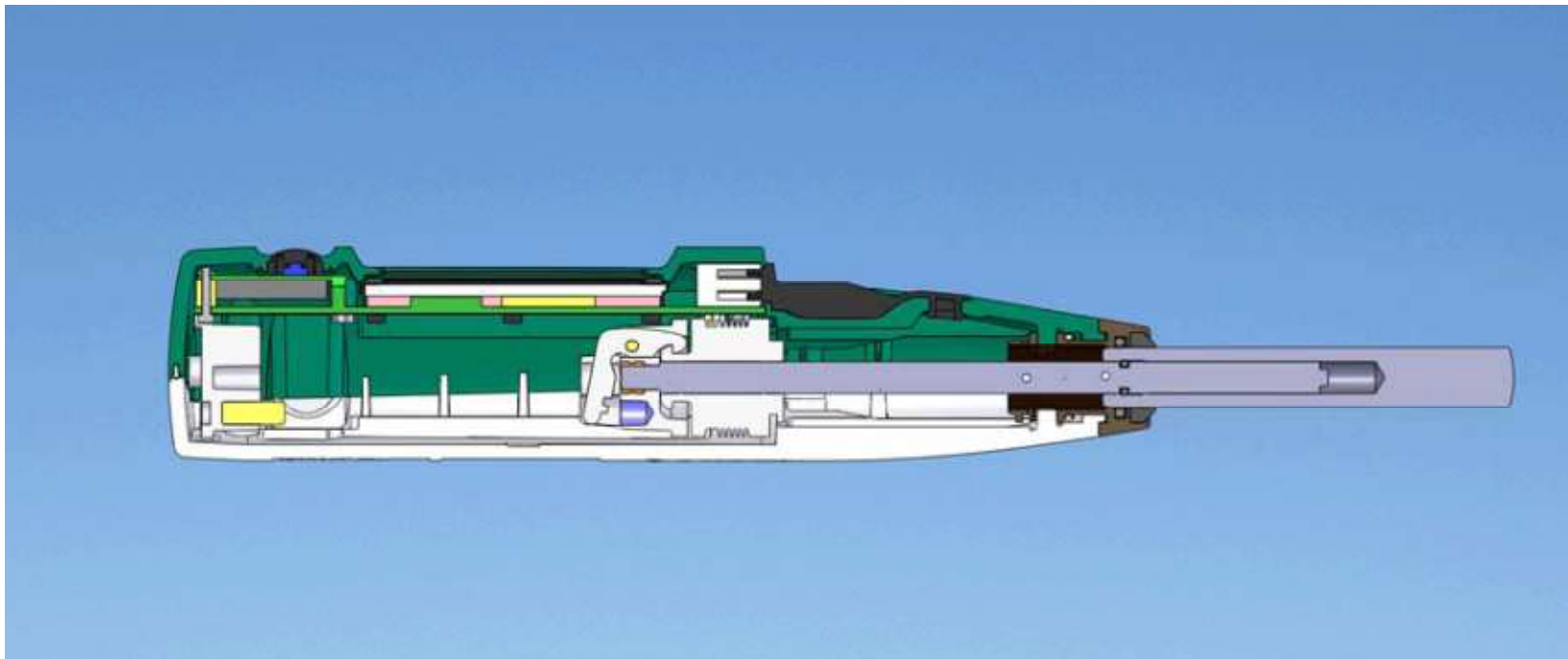
SCLEROMETRUL SCHMIDT – cu recul

=> Principiul de funcționare: o masă propulsată de un resort proiectează o tijă de impact în contact cu suprafața, iar rezultatul încercării se exprimă prin măsurarea distanței de recul a masei



SCLEROMETRUL – cu impuls

=> Principiul de funcționare: măsoară impulsul din tijă imediat înainte efectuării încercării și impulsul din tijă imediat după efectuarea încercării și determină indicele Q



=> Avantaje: indicele Q este independent de orientarea sclerometrului (nu este influențat de gravitație), de frecare și prin urmare are o variație redusă a valorilor

SCLEROMETRUL SCHMIDT

Prelevarea datelor – efectuarea măsurătorilor

SR EN 12504-2:2002

=> *Contraindicații :*

- elemente la care calitatea betonului din stratul de suprafață este diferită de cea din straturile profunde
- elemente la care vârsta betonului a depășit 6 luni, la care există o diferență sensibilă între duritatea stratului de suprafață carbonatat și cea a straturilor profunde
- betoane confecționate cu dozaje sub 200 kg/m^3
- elemente subțiri, de mare flexibilitate ($b < 100 \text{ mm}$)
- elemente masive ($b > 100 \text{ cm}$)
- elemente la care nu este asigurat accesul decât pe fața de turnare și la care nu există posibilitatea înlăturării unui strat de cel puțin 10 mm cu obținerea unei suprafețe fără rugozități
- elemente care stau într-o atmosferă ce influențează asupra durității lor superficiale
- elemente realizate cu beton macroporos

SCLEROMETRUL SCHMIDT

Prelevarea datelor – efectuarea măsurătorilor

SR EN 12504-2:2002

=> *Tehnica de încercare* :

- stabilirea elementelor de încercat
- alegerea zonelor de încercare pe fiecare element, astfel:
 - evitarea feței de turnare și dacă este posibil și a feței opuse acesteia
 - evitarea zonelor cu defecte de suprafață
 - evitarea zonelor ce corespund armăturilor (**$a < 3 \text{ cm}$**)
 - evitarea zonelor adiacente muchiilor (**minimum 25 mm de la marginea elementului**)
 - evitarea suprafețelor pe care există incluziuni de corpuri străine (pământ, praf, așchii etc.)
- o suprafață de încercat are suprafața cuprinsă între 200 - 400 cm² (între **14 x 14 cm** și **20 x 20 cm**)
- pregătirea suprafeței de încercat – frecare cu piatră de duritate mare (stratul îndepărtat minimum 1mm)
- înlăturarea prin suflare a prafului rezultat în urma polizării suprafeței de încercat
- executarea unui număr de **minim 9 lovituri** cu sclerometrul în fiecare zonă delimitată, astfel încât după prelucrarea datelor să rămână cel puțin **9 măsurători valabile**
- distanța minimă între punctele de încercare ale aceleiași zone este de **25 mm** (între centre)
- la fiecare **minimum 2000 de lovituri**, sau în conformitate cu indicațiile producătorului, se recomandă curățarea și întreținerea sclerometrului



SCLEROMETRUL SCHMIDT

Prelevarea datelor – efectuarea măsurătorilor

SR EN 12504-2:2002

=> *Tehnica de încercare :*

- verificarea sclerometrului înaintea începerii încercărilor, folosind nicovala metalică de calibrare
- sclerometrul trebuie acționat de **minim 3 ori înainte** de a se proceda la citirea unei serii de rezultate
- distanța minimă între punctele de încercare și muchia elementului este de **25 mm**
- în timpul încercării sclerometrul se menține perpendicular pe suprafața de încercare
- citirea indicelui de recul se face pe scala aparatului, în numere întregi
- realizarea unei corecții de unghi ΔN_α pentru încercările pe alte suprafețe decât cele verticale (tabel 1.1)
- după terminarea încercărilor in-situ se face din nou verificarea sclerometrului pe nicovala metalică



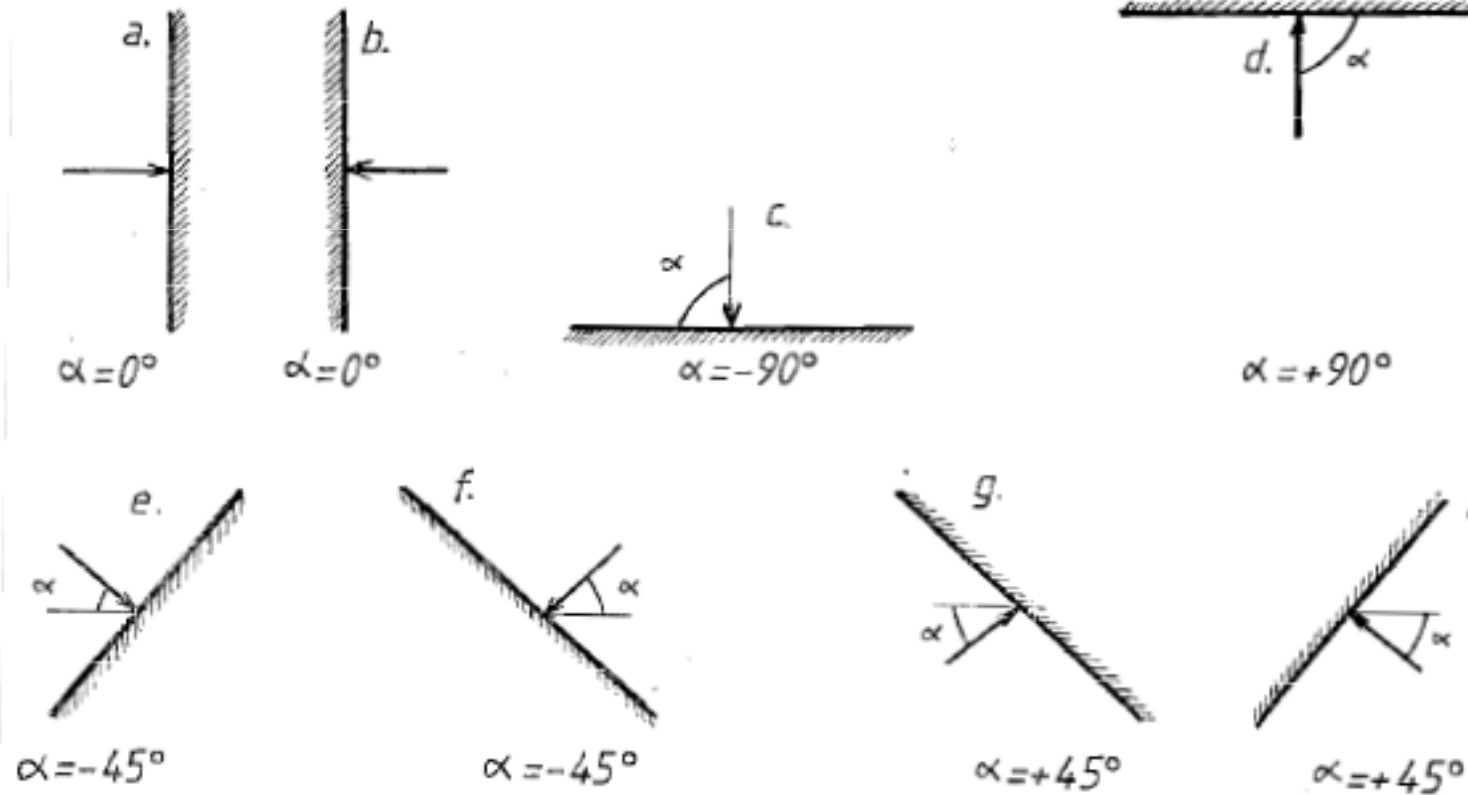
Tabelul 1.1

N \ α	De jos în sus		De sus în jos	
	+ 90	+ 45	- 90	- 45
10	-	-	+ 3,5	+ 2,7
20	- 5,4	- 3,5	+ 3,4	+ 2,5
30	- 4,7	- 3,1	+ 3,1	+ 2,3
40	- 3,9	- 2,6	+ 2,7	+ 2,0
50	- 3,1	- 2,1	+ 2,2	+ 1,6
60	- 2,3	- 1,6	+ 1,7	+ 1,3



SCLEROMETRUL SCHMIDT

SEMNULE UNGHIURILOR α .

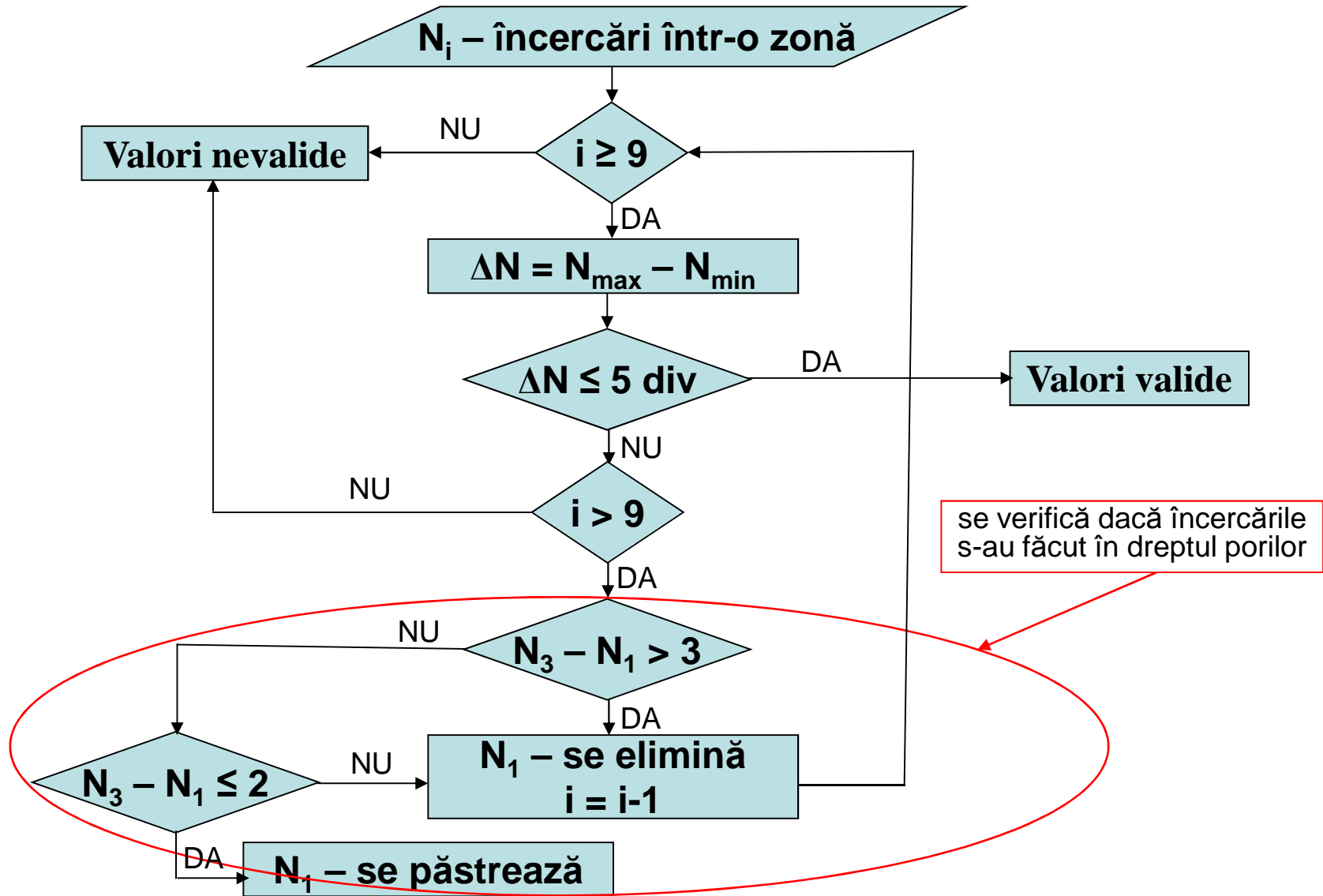


SCLEROMETRUL SCHMIDT

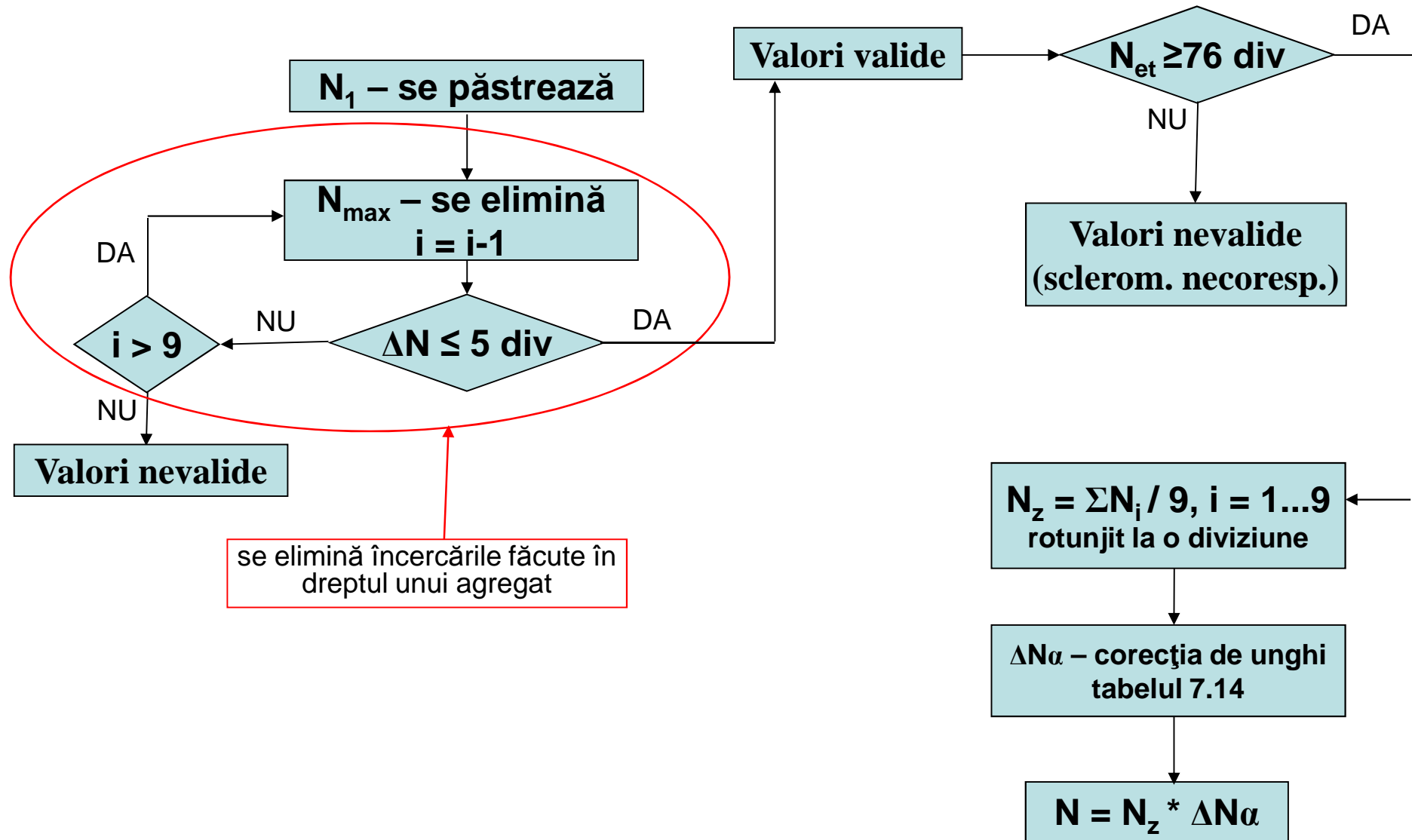
Prelucrarea măsurătorilor directe

NP 137 - 2014

SCLEROMETRUL SCHMIDT



SCLEROMETRUL SCHMIDT

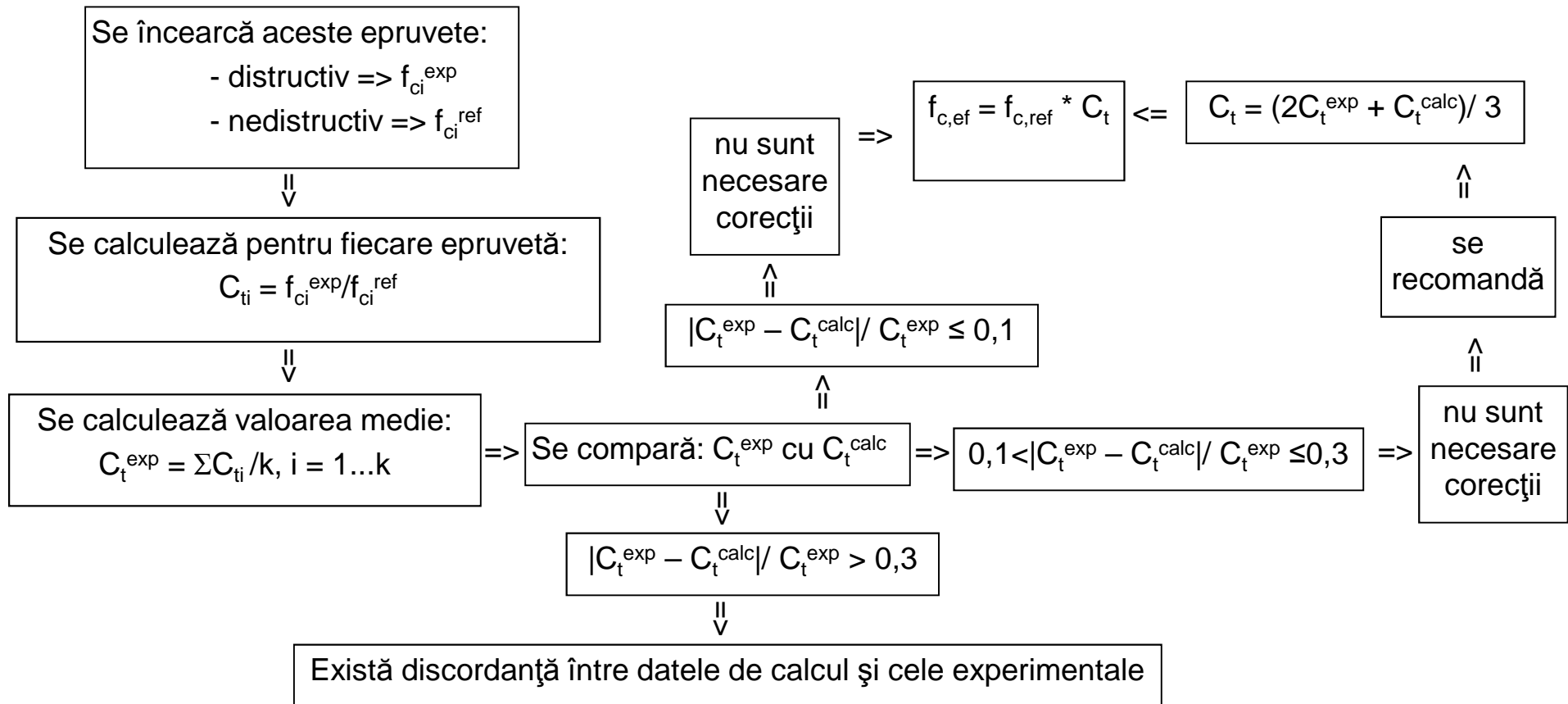


SCLEROMETRUL SCHMIDT

Prelucrarea măsurătorilor directe

NP 137 - 2014

=> dacă există corpuri de probă din betonul de încercat (carote, cuburi)



SCLEROMETRUL SCHMIDT

Rezultatul încercării

SR EN 12504-2:2002

=> media tuturor citirilor efectuate, corectate și interpretate (prelucrate)

=> dacă mai mult de 20% din totalul citirilor efectuate pe o suprafață de încercat dată diferă de valoarea medie cu mai mult de 6 unități, este nevoie de o prelucrare selectivă -> refacerea încercărilor

SCLEROMETRUL SCHMIDT

Raportul de încercare

SR EN 12504-2:2002

- => identificarea structurii / elementului de beton
- => amplasarea suprafeței (suprafețelor) de încercat
- => identificarea sclerometrului
- => descrierea pregătirii suprafeței (suprafețelor) de încercat
- => informații detaliate asupra compoziției și stării betonului
- => data / ora realizării încercării
- => rezultatul încercării (valoarea medie) și orientarea ciocanului pentru fiecare suprafață de încercat
- => rezultatele corectate ale încercărilor în funcție de orientarea ciocanului (dacă este cazul)
- => orice abatere față de această metodă standardizată
- => o declarație a persoanei responsabile tehnic pentru încercare, prin care se arată că încercarea a fost realizată conform acestui standard

**METODA ULTRASONICĂ DE IMPULS
= betonoscopul =**

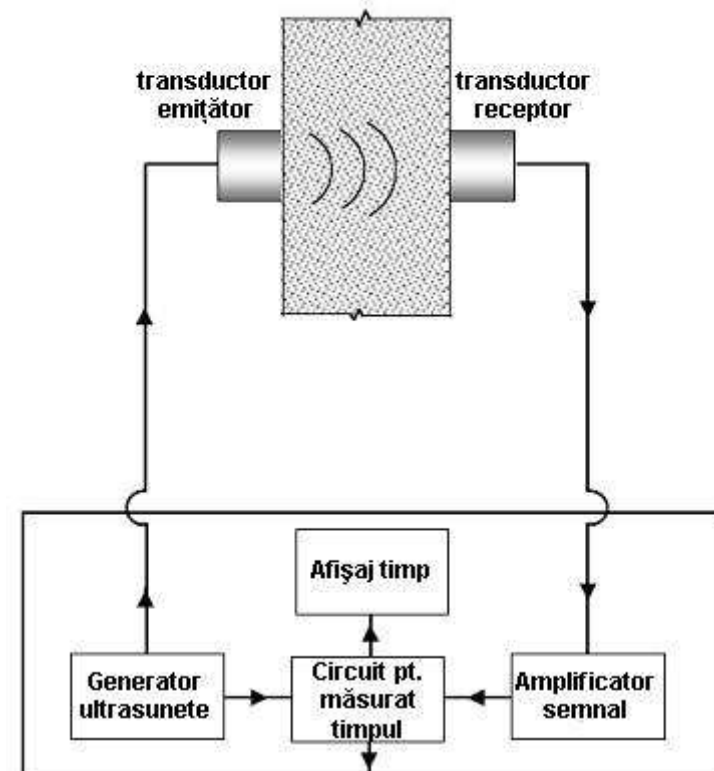
BETONOSCOPUL

=> metodă superficială și de profunzime (în funcție de tehnica de încercare aleasă)



măsurarea timpului de propagare a impulsurilor ultrasonice în beton, între emițător și receptor => viteza de propagare longitudinală a ultrasunetelor => rezistența betonului

=> Principiul de funcționare



BETONOSCOPUL

Prelevarea datelor – efectuarea măsurătorilor

SR EN 12504-4:2004

=> *Indicații :*

- la controlul calității betonului îndeosebi când acesta este turnat în elemente masive sau prezintă defecte aparente ori ascunse
- la urmărirea întăririi betonului îndeosebi în fazele inițiale ale acestui proces, când au loc modificări importante ale vitezei de propagare
- la determinarea degradărilor structurale ale betonului în timpul solicitărilor sau acțiunilor fizice sau chimice agresive
- la determinarea gradului de compactare a betonului în lucrare
- la elemente la care este posibilă existența unei diferențe sistematice între calitatea betonului în stratul de suprafață și calitatea betonului în profunzime

BETONOSCOPUL

Prelevarea datelor – efectuarea măsurătorilor

SR EN 12504-4:2004

=> *Contraindicații :*

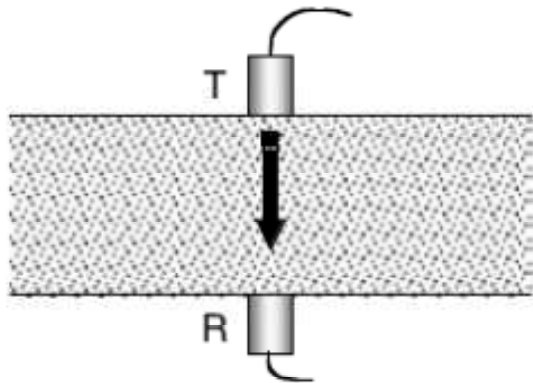
- în zonele cu mari aglomerări de armătură mai ales când aceasta este orientată paralel cu direcția de propagare a ultrasunetelor
- la determinarea rezistenței betonului în zone în care acesta prezintă degradări structurale
- la betoane de compoziție complet necunoscută
- la betoane confecționate cu dozaje ridicate de ciment ($D \geq 400 \text{ kg/m}^3$)

BETONOSCOPUL

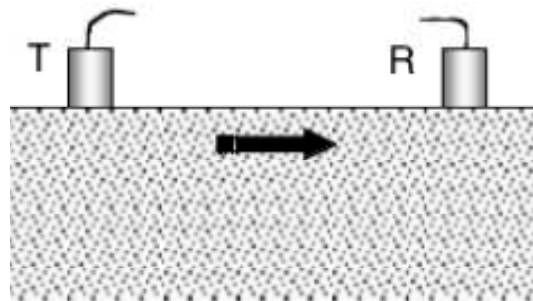
Prelevarea datelor – efectuarea măsurătorilor

NP 137 - 2014

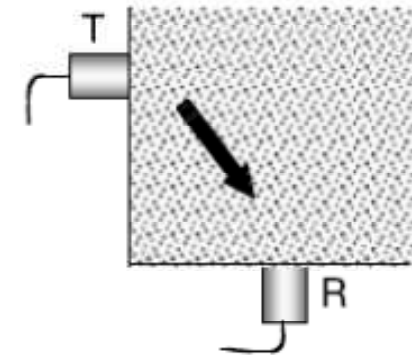
=> *Tehnica de încercare* – funcție de modul de amplasare a palpatorilor



1. Prin **transmisie directă** – când emițătorul și receptorul sunt situați coaxial pe două fețe opuse ale elementului din beton



2. Prin **transmisie la suprafață** (indirectă) – când emițătorul și receptorul sunt situați pe aceeași față a elementului din beton



3. Prin **transmisie diagonală** – când emițătorul și receptorul sunt situați pe fețe diferite ale elementului din beton, dar necoaxial

BETONOSCOPUL

Prelevarea datelor – efectuarea măsurătorilor

SR EN 12504-4:2004

=> *Tehnica de încercare* :

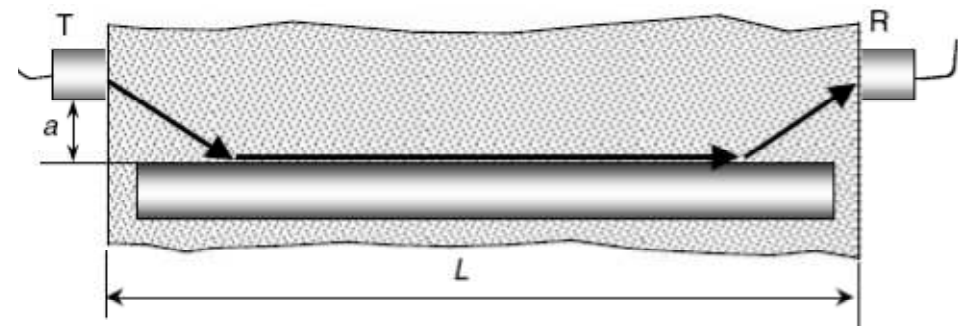
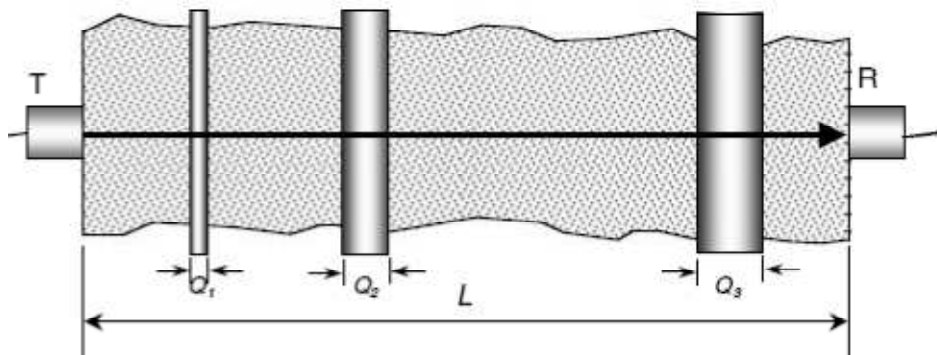
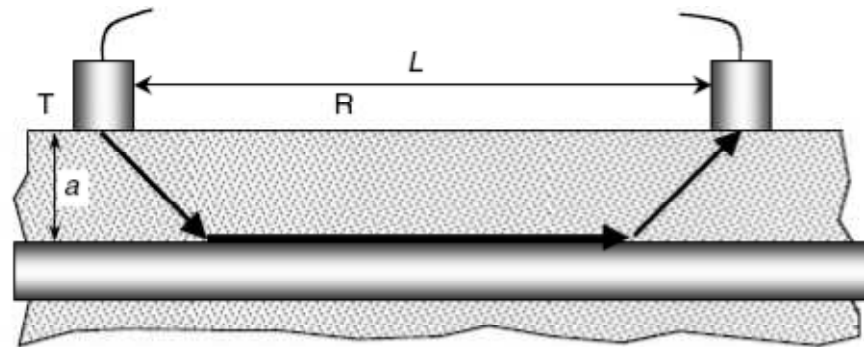
- stabilirea numărului secțiunilor examinate:
 - pentru controlul omogenității se apreciază ca suficientă o rețea de puncte cu distanța între secțiuni de **50 cm**
 - pentru examenul defectoscopic se apreciază ca necesară o rețea principală, cu distanța între secțiuni de **30 cm**, posibilități de îndesire suplimentară, prin rețele secundare
 - pentru controlul prin sondaj a calității betonului în elemente se apreciază ca necesare **min. 3 secțiuni**, situate în zonele de solicitare maxime ale elementului și pe cât posibil distribuite în lungul acestuia
- stabilirea numărului punctelor de încercare dintr-o secțiune – depinde de latura secțiunii și de numărul de fețe accesibile pentru încercare – variază între **3...6**
- se va evita alegerea punctelor de încercare pe fața de turnare și chiar pe cea opusă acesteia; se vor prefera încercările pe fețele laterale, cofrate ale elementului
- la examinarea stâlpilor monoliți este util ca încercările să se facă pe ambele direcții ale stâlpului din secțiunea transversală
- se va evita alegerea direcției de încercare paralelă cu direcția armăturilor principale de rezistență, ca și amplasarea punctelor de încercare în zonele cu mari concentrări, indiferent de orientarea acestora
- evitarea încercărilor în dreptul etrierilor

BETONOSCOPUL

Prelevarea datelor – efectuarea măsurărilor

NP 137 - 2014

=> *Tehnica de încercare :*



BETONOSCOPUL

Prelevarea datelor – efectuarea măsurătorilor

NP 137 - 2014

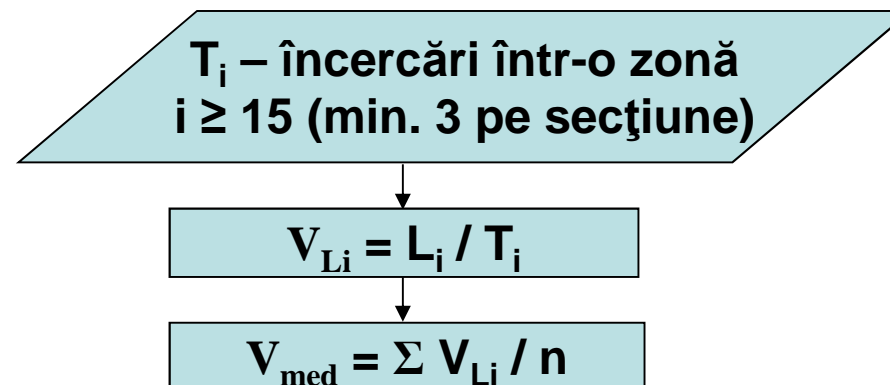
=> *Tehnica de încercare :*

- distanța minimă a punctelor de încercare față de muchiile elementului este de **10-12 cm** (pentru epruvete punctele de încercare vor fi localizate în ax – egal depărtate față de muchii)
- distanța minimă între emițător și receptor, la determinarea rezistenței betonului, trebuie să fie **$L \geq 16$ cm**
- dimensiunea minimă a elementului normal pe direcția de încercare este **$a \geq 16$ cm**; dacă una din laturi îndeplinește această condiție iar cealaltă latură îndeplinește condiția **$b \geq 8$ cm** se poate admite, cu o eroare mai mică de **1,5-2 %**, că viteza măsurată este cea corespunzătoare undelor longitudinale; dacă ambele laturi îndeplinesc condiția **$b \geq 8$ cm** tot se mai poate admite, cu o eroare mai mică de **3 %**, că viteza măsurată este cea corespunzătoare undelor longitudinale
- trasarea și marcarea locurilor de încercare se face cu instrumente adecvate pentru a se obține o precizie a trasării de **± 1 cm**
- suprafața de beton trebuie să fie perfect plană, lipsită de rugozități și de incluziuni de corpuri străine, inclusiv de praf – se recomandă prelucrarea suprafeței în prealabil (astfel încât aceasta să fie mai mare ca suprafața palpatorului) prin frecare cu o piatră de șlefuit și suflarea suprafeței la final pentru înlăturarea prafului
- aplicarea unui strat de mediu cuplant pe suprafața transductorilor și a betonului; stratul cuplant trebuie aplicat în grosimea minimă necesară expulzării complete a aerului prin presarea transductorului pe beton; medii cuplante recomandate: vaselină tehnică, vaselină siliconică, plastilină

BETONOSCOPUL

Prelucrarea măsurătorilor directe

NP 137 - 2014

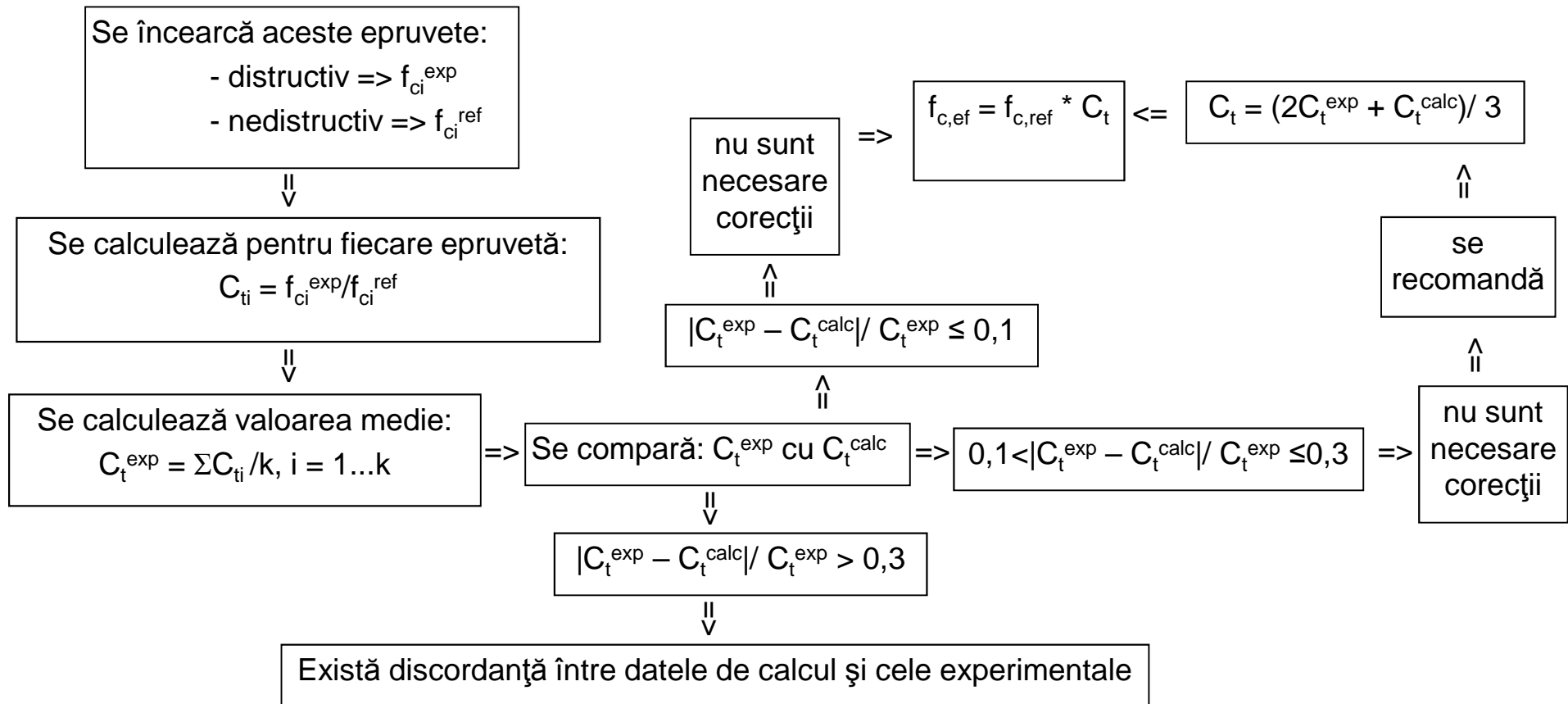


BETONOSCOPUL

Prelucrarea măsurătorilor directe

NP 137 - 2014

=> dacă există corpuri de probă din betonul de încercat (carote, cuburi)



BETONOSCOPUL

Raportul de încercare

SR EN 12504-4:2004

- => identificarea structurii / elementului de beton
- => amplasarea suprafeței (suprafețelor) de încercat
- => identificarea betonoscopului
- => descrierea pregătirii suprafeței (suprafețelor) de încercat
- => informații detaliate asupra compoziției și stării betonului
- => data / ora realizării încercării
- => rezultatul încercării (valoarea medie)
- => orice abatere față de această metodă standardizată
- => o declarație a persoanei responsabile tehnic pentru încercare, prin care se arată că încercarea a fost realizată conform standardului

METODA COMBINATĂ
= sclerometru + betonoscop =

METODA COMBINATĂ

Prelevarea datelor – efectuarea măsurătorilor

=> *Avantaje:*

- precizia determinării rezistenței este de regulă superioară metodelor nedistructive simple
- nu obligă la cunoașterea maturității betonului
- este mai puțin influențată de variațiile necontrolate ale dozajului și tipului de ciment sau ale granulozității agregatului decât metoda ultrasonică

=> *Indicații :*

- la determinarea rezistenței betonului în structuri și elemente de construcții
- la determinarea omogenității betonului precum și a zonelor în care s-a turnat un beton necorespunzător în elemente de construcții
- la urmărirea întăririi betonului în condiții normale, accelerate sau întârziate
- la determinarea gradului de compactare a betonului în lucrare, prin determinarea rezistenței betonului

METODA COMBINATĂ

Prelevarea datelor – efectuarea măsurătorilor

=> *Contraindicații :*

- în zonele cu defecte locale de turnare, ascunse sau aparente (segregări, rosturi, goluri)
- în zonele fisurate sau microfisurate
- în zonele în care nu există o concordanță între calitatea betonului din stratul de suprafață și cel de adâncime
- în zonele cu aglomerări de armături, îndeosebi când acestea sunt paralele cu direcția de încercare cu ultrasunete sau foarte apropiate de aria pe care au loc încercările cu sclerometrul
- la mai puțin de 6 – 8 cm de muchia elementului de construcție
- la betoane de clasă mai mică de C2,8/3,5

METODA COMBINATĂ

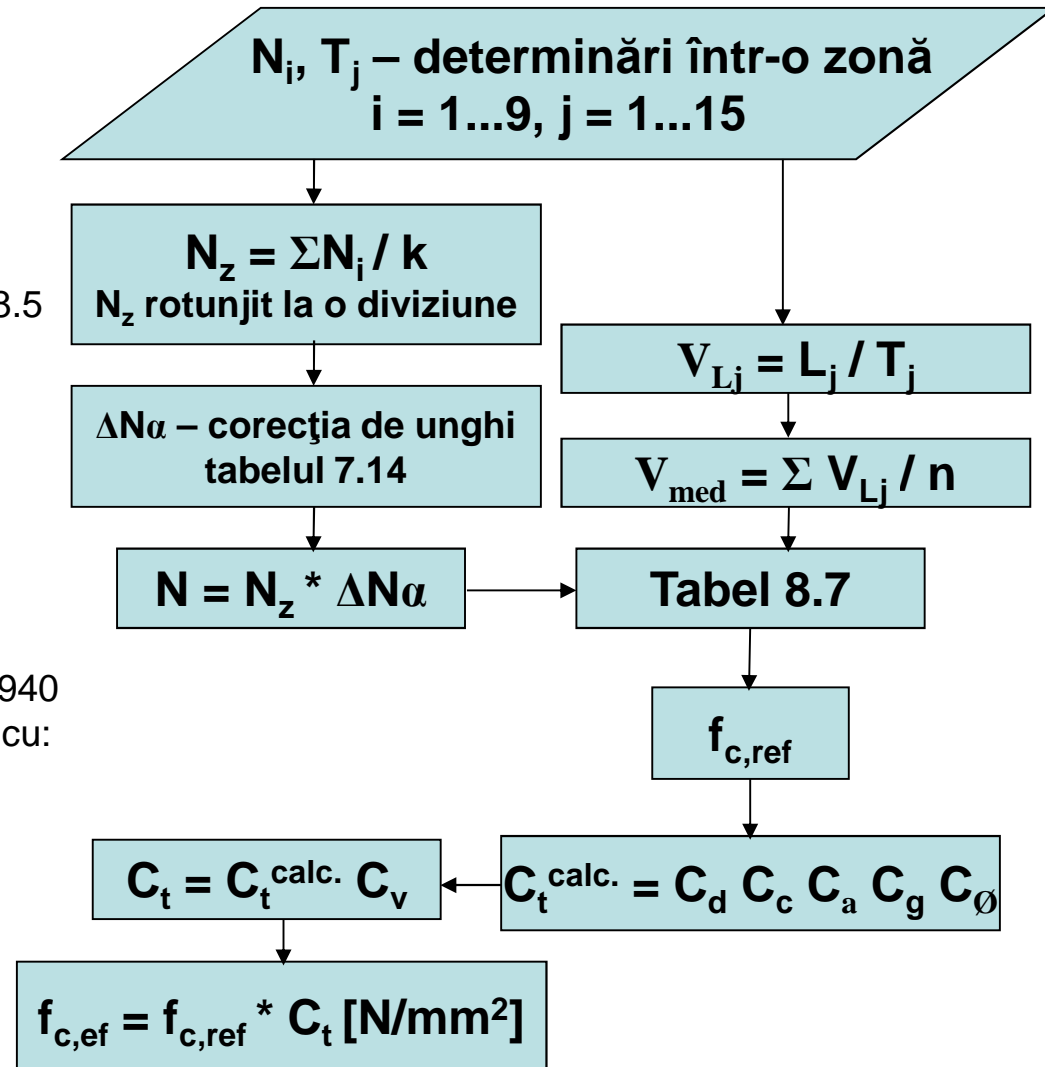
- C_t – coeficient total de influență
 $C_t^{calc.}$ – coeficient de influență de calcul
- C_d – dozajul de ciment – tabelul 8.4
 - C_c – tipul de ciment – tabelul 8.3
 - C_a – tipul de agregat
 - C_g – fracțiunea fină a agregatului – tabelul 8.6
 - C_{\emptyset} – dimensiunea max. a agregatului – tabelul 8.5
 - C_v – vârsta betonului

vârsta \leq 1 an $\rightarrow C_v = 1$

vârsta $>$ 1 an $\rightarrow C_v = 0.9$

Valoarea coeficientului total de influență pentru clădirile de locuințe executate în perioada 1934-1940 se poate lua, cu caracter orientativ, ca fiind egală cu:

$$C_t = C_t^{calc.} \times C_v = 1,15$$

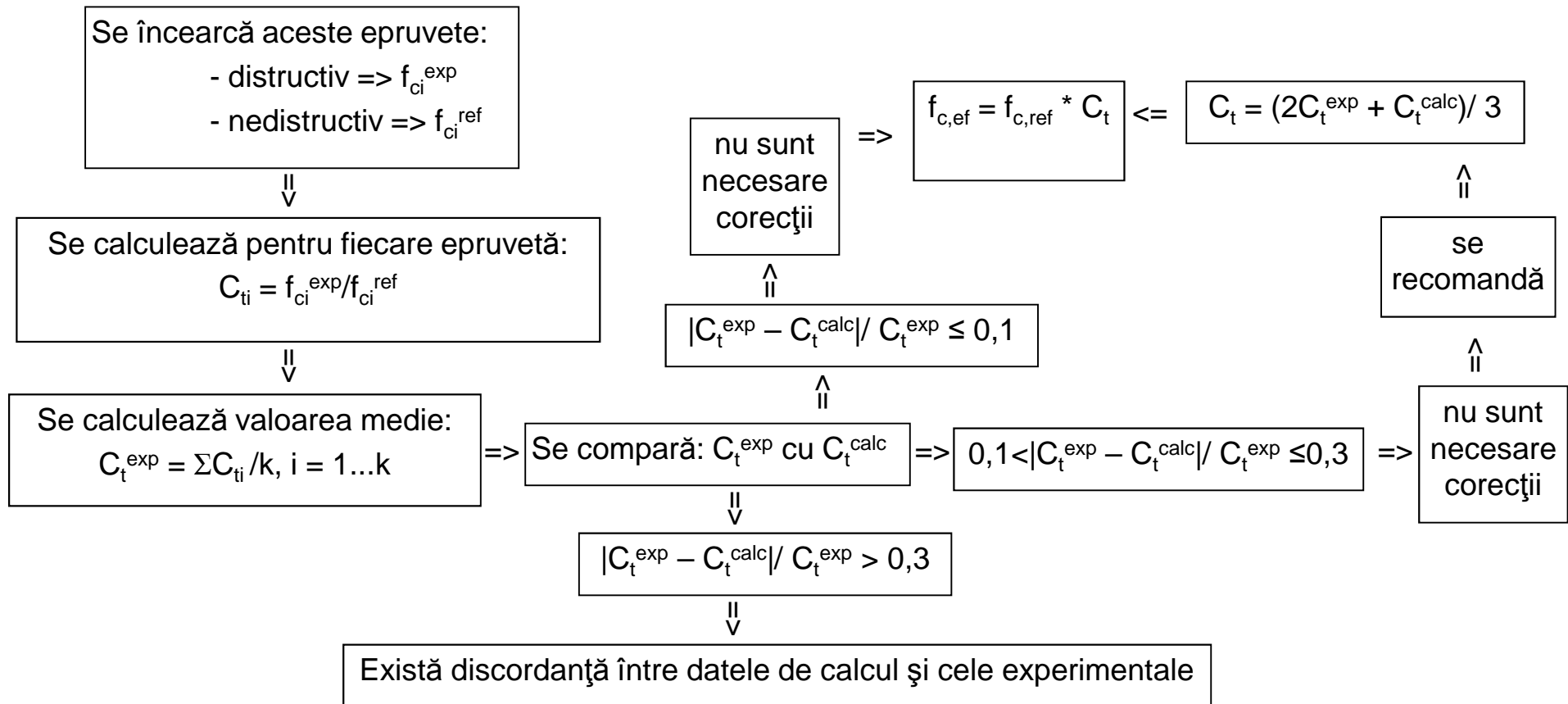


METODA COMBINATĂ

Prelucrarea măsurătorilor directe

NP 137 - 2014

=> dacă există corpuri de probă din betonul de încercat (carote, cuburi)



METODA COMBINATĂ

Raportul de încercare

- => identificarea structurii / elementului de beton
- => amplasarea suprafeței (suprafețelor) de încercat
- => identificarea sclerometrului și betonoscopului
- => descrierea pregătirii suprafeței (suprafețelor) de încercat
- => informații detaliate asupra compoziției și stării betonului
- => data / ora realizării încercării
- => rezultatul încercării (valoarea medie) și orientarea ciocanului pentru fiecare suprafață de încercat
- => rezultatele corectate ale încercărilor în funcție de orientarea ciocanului (dacă este cazul)
- => orice abatere față de această metodă standardizată
- => o declarație a persoanei responsabile tehnic pentru încercare, prin care se arată că încercarea a fost realizată conform standardului

=> Pentru evaluarea rezistenței caracteristice la compresiune in-situ a betonului, indiferent de tipul de element, se aplică următoarele condiții:

- evaluarea pentru fiecare zonă de încercare trebuie să se bazeze pe cel puțin 15 poziții (puncte) de încercare ;
- abaterea standard trebuie să fie valoarea calculată plecând de la rezultatele încercării sau să fie egală cu 3,0 N/mm², indiferent care din acestea are valoarea mai mare:

$$s = \max (3,0 \text{ N/mm}^2; s_{\text{calc.}}).$$

$$s_{\text{calc.}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (f_{is} - f_{m(n),is})^2}{k-1}} \quad \text{N/mm}^2$$

=> Rezistența caracteristică la compresiune in-situ a zonei de încercare este **cea mai mică** dintre valorile:

$$f_{ck,is} = f_{m(n),is} - 1,48 * s$$

sau

$$f_{ck,is} = f_{is,min} + 4$$

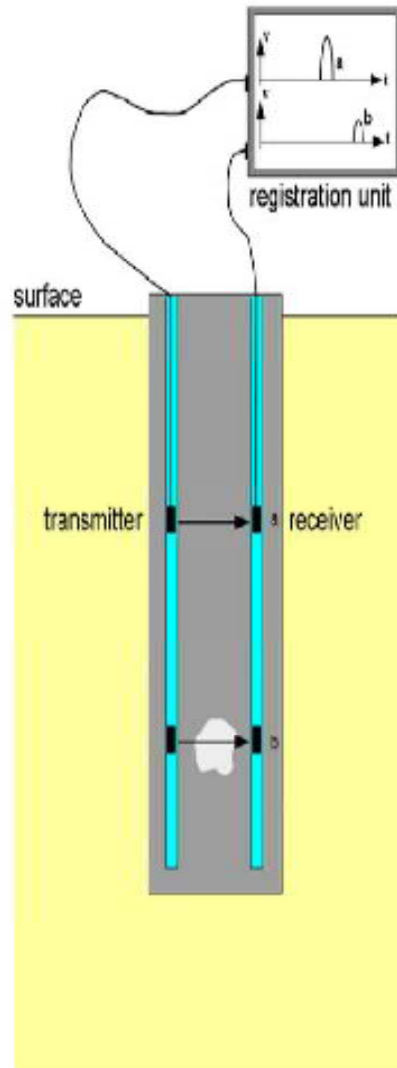
Valorile obținute se rotunjesc la cea mai apropiată valoare de 0,5 [N/mm²].

Tabelul 6.1 – Corespondența dintre rezistența caracteristică la compresiune in-situ minimă și clasa de rezistență la compresiune a betonului

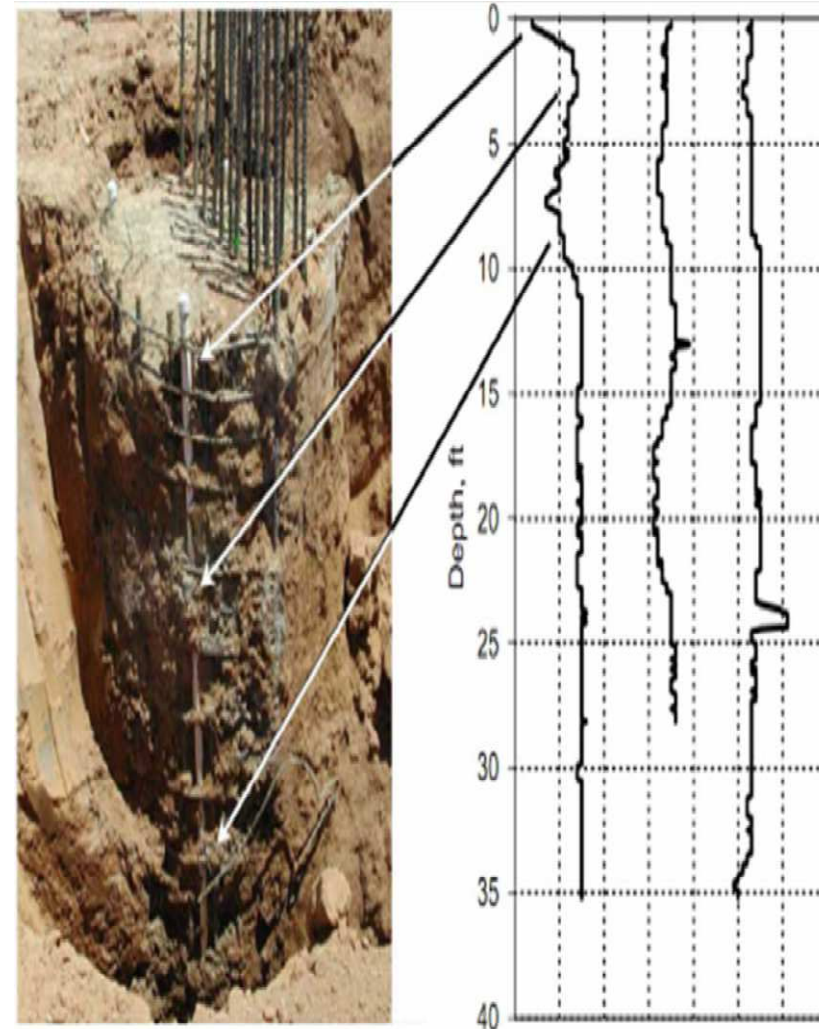
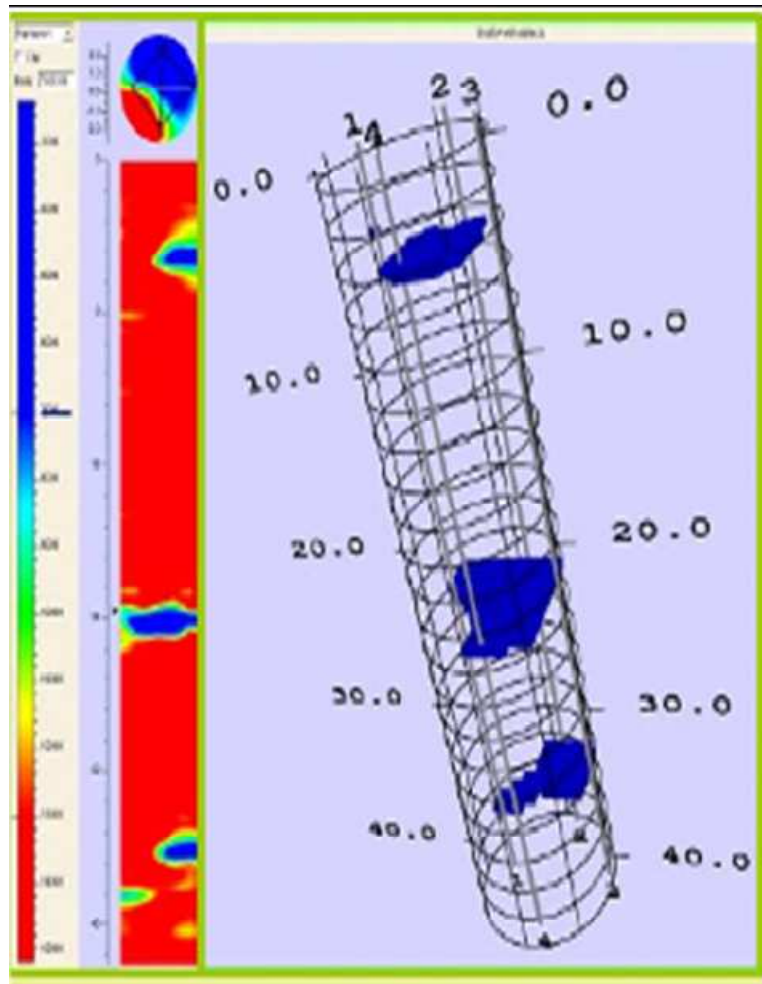
Clasa de rezistență la compresiune în conformitate cu NE 012/1	Rezistența caracteristică a betonului determinată in-situ în conformitate cu SR EN 13791	
	$f_{ck, is, cil}$	$f_{ck, is, cub}$
C8/10	7	9
C12/15	10	13
C16/20	14	17
C20/25	17	21
C25/30	21	26
C30/37	26	31
C35/45	30	38
C40/50	34	43
C45/55	38	47
C50/60	43	51
C55/67	47	57

METODA CAROTĂRII SONICE

CAROTAREA SONICĂ

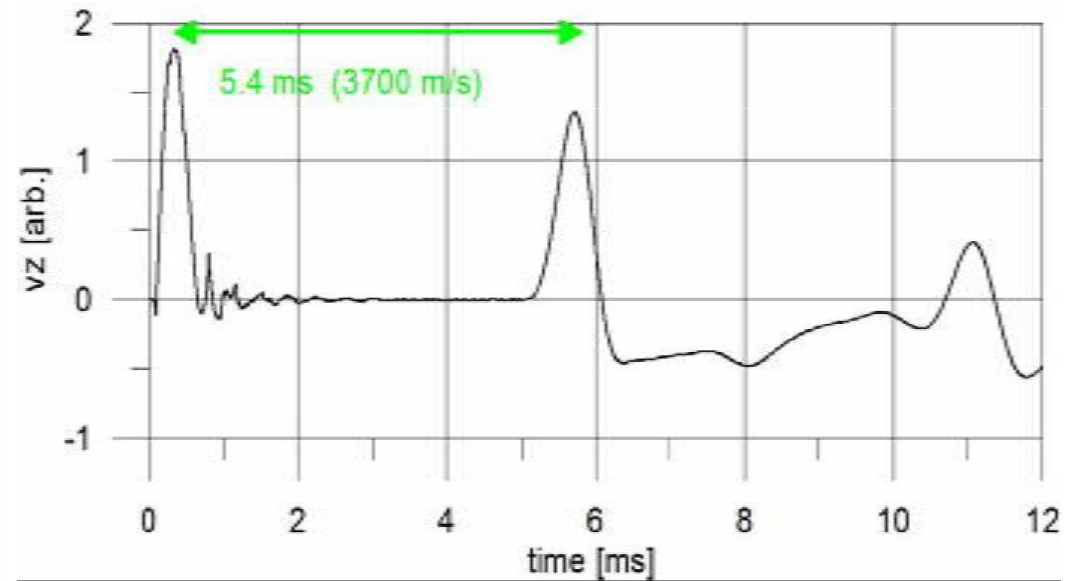
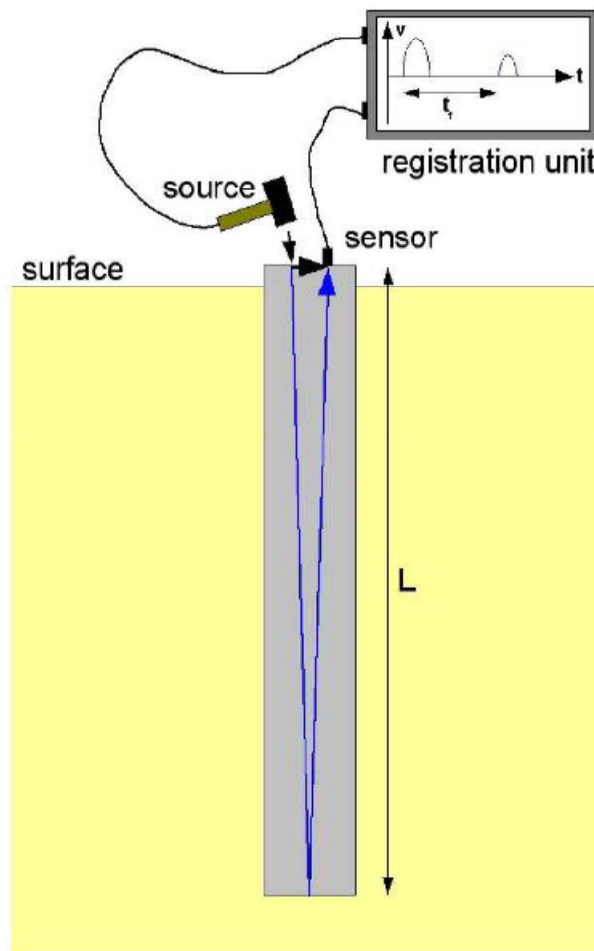


CAROTAREA SONICĂ



METODA IMPEDANȚEI MECANICE

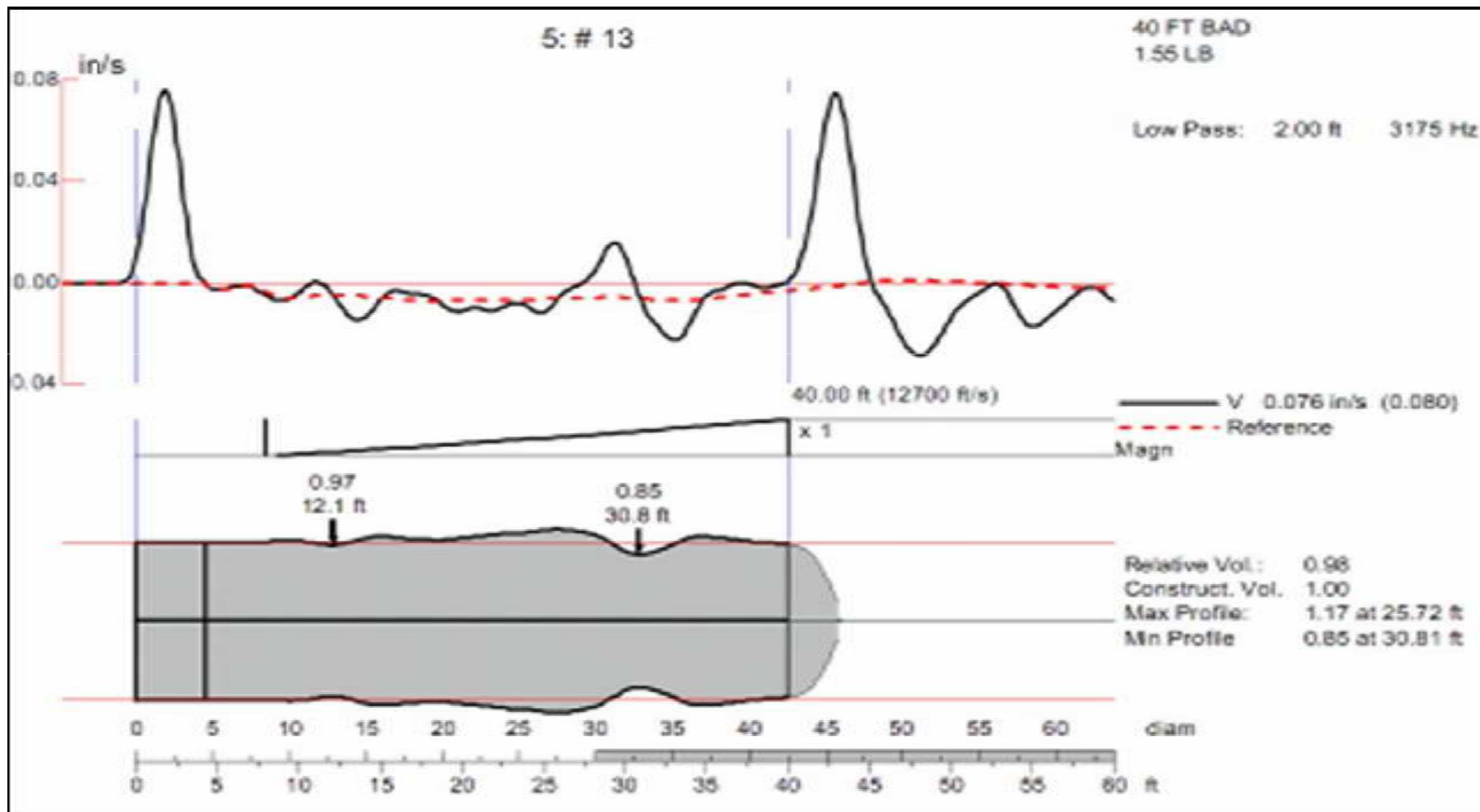
IMPEDANȚA MECANICĂ



IMPEDANȚA MECANICĂ



IMPEDANȚA MECANICĂ



METODA CAROTĂRII

Încercări distructive pentru determinarea unor caracteristici ale betonului în structuri existente (extragere carote, determinare adâncime de carbonatare, determinare rezistențe la compresiune, determinare rezistență la întindere prin despicare).

O serie de caracteristici ale betonului în structuri se pot determina prin metode distructive.

În cadrul acestei lucrări se vor prezenta o serie de metode distructive utilizate pentru determinarea unor rezistențe mecanice (compresiune și întindere) precum și o serie de analize chimice ce au ca scop obținerea unor informații legate de durabilitatea elementelor de beton armat.

Sucesiunea operațiilor ce trebuie realizate pentru a efectua aceste determinări practice este următoarea:

- 1. - extragerea probelor din elementul de beton armat**
- 2. - efectuarea analizelor fizico - chimice**
- 3. - efectuarea încercărilor mecanice pentru determinarea rezistențelor.**

1. Extragerea probelor din elementul de beton armat

Probele ce se extrag din elementele existente de beton armat se numesc carote.

Pentru prelevarea carotelor se utilizează un echipament numit caroteză. Componenta esențială a carotezei este freza cu cap diamantat care înaintează în masa betonului realizând tăietura circulară care va defini în final forma carotelor.

Înaintarea frezei se realizează datorită mișcării de rotație imprimată de motorul electric al carotezei și forței de împingere exercitată de cel care manipulează caroteza. Mediul de lucru al carotezei poate să fie unul umed sau uscat de la caz la caz.

Un model de caroteză este prezentat în imaginea de mai jos.







Exemplu de carote extrase din elemente de beton armat.

Extragerea, manipularea, transportul și păstrarea carotelor se face în conformitate cu NP 137-2014 și SR EN 12504-1:2009.

Carotele se păstrează în compartimente închise ermetic până în momentul efectuării încercărilor chimice.

2. Efectuarea analizelor fizico - chimice

Analizele chimice urmăresc de regulă determinarea următoarelor caracteristici:

- densitatea aparentă a betonului;
- nivelul de carbonatare a betonului;
- determinarea Ph-ului în elementele de beton.

2.1. Determinarea densității aparente se face prin cântărirea, măsurarea probelor și utilizarea relației de mai jos.

Pentru cântărire se utilizează balanțe electronice iar pentru măsurarea probelor șublerul sau riglele gradate.

m – masa materialului determinată prin cântărirea acestuia uscat la temperatura de 105°C ;

V – volumul materialului solid;

$V_a = V + V_{\text{pori}}$ – volumul aparent.

2.2. Nivelul de carbonatare al betonului se determină cu ajutorul unor indicatori chimici (fenolftaleină).

Înainte de efectuarea analizelor chimice, probele se curăță foarte bine prin spălarea cu apă distilată.

Se poate proceda în două moduri:

- a. determinarea carbonatării direct pe carote**
- b. determinarea carbonatării pe praf rezultat prin măcinarea unor părți din probe.**

a. determinarea carbonatării direct pe carote presupune următoarele etape:

- curățarea carotelor de impurități prin spălare cu apă distilată
- uscarea acestora timp de 24 h
- umezirea prin aplicarea unei pelicule de apă distilată
- aplicarea cu pensula a soluției de alcool cu 1% fenolftaleină

În zonele în care se poate observa o schimbare a coloraturii soluției înspre culoarea carmin, elementul **NU** este carbonatat.

În zonele în care nu se observă modificări ale coloraturii, elementul **ESTE** carbonatat.



Element
CARBONATAT
doar pe adâncime
de 15-20 mm.



Element
CARBONATAT
doar pe adâncime
de 15-20 mm.



Element **puternic CARBONATAT** pe adâncimea de 20 mm, **CARBONATAT** pe adâncimea 20-140 mm și **NECARBONTAT** pe zona 140mm.....

b. determinarea carbonatării pe praf rezultat prin măcinarea unor părți din probe se face în mai multe etape:

- curățarea carotelor de impurități prin spălare cu apă distilată

- măcinarea unor părți din carote

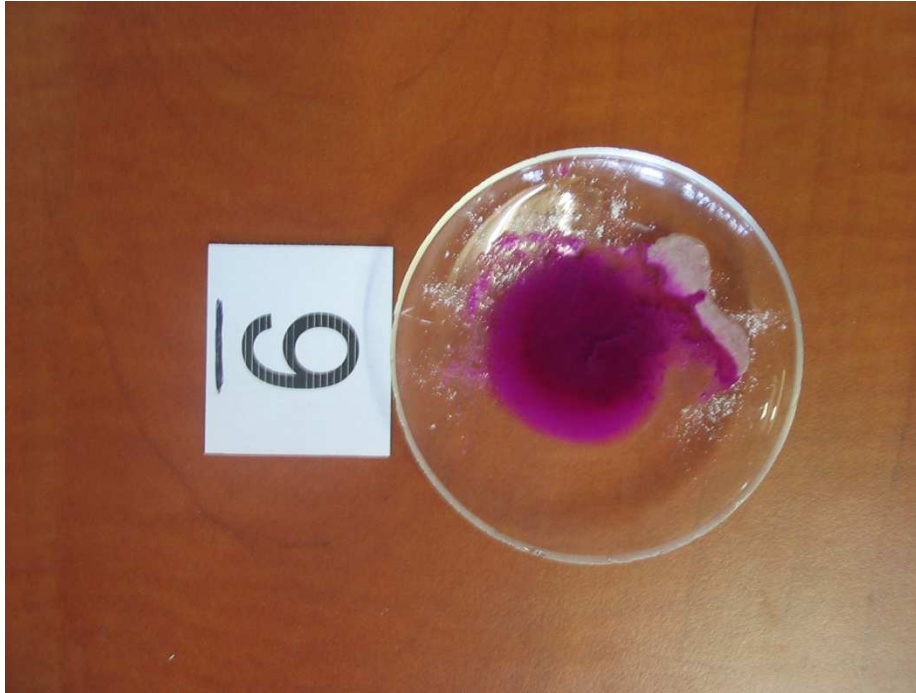
- praful se pune în laborator pe sticle de ceas și se marchează numărul probei pentru a putea stabili adâncimea de la care a fost prelevat

- tratarea prafului rezultat cu soluției de alcool cu 1% fenolftaleină

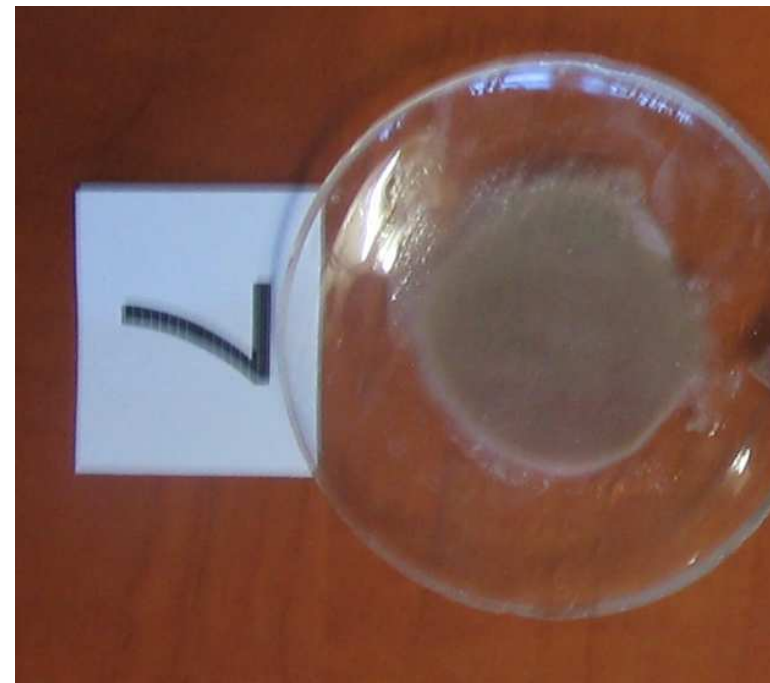
În cazul în care praful își schimbă coloratura înspre culoarea carmin, elementul **NU** este carbonatat.

În cazul în care praful **NU** își schimbă coloratura înspre culoarea carmin, elementul **ESTE** carbonatat.





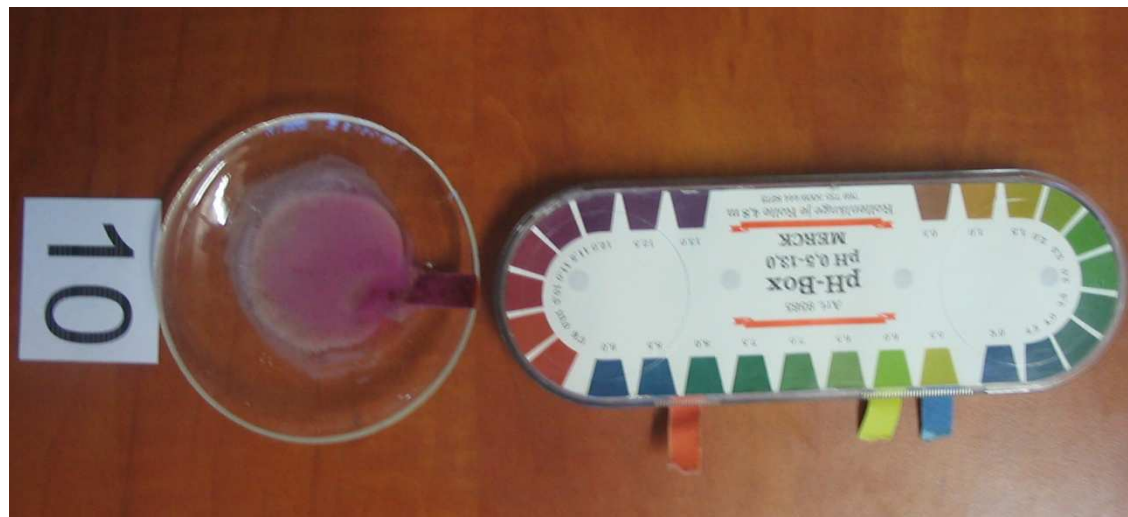
În zona de unde a fost extras
praful, betonul din element este
NECARBONATAT.



În zona de unde a fost extras
praful, betonul din element este
CARBONATAT.

2.3. Determinarea Ph-ului în elementele de beton.

Metoda de lucru este identică cu cea de la determinarea carbonatării pe praf rezultat din măcinarea unor părți din probe. După ce praful este pus pe sticla de ceas și este umezit cu apă distilată, se utilizează hârtie de PH ce indică nivelul PH-ului.



3. Efectuarea încercărilor mecanice pentru determinarea rezistențelor

Încercările mecanice care se efectuează de regulă pe carote sunt:

- determinare rezistenței la compresiune;**
- determinarea rezistenței la întindere prin încercarea la despicare (utilizată mai rar).**

Înainte de a efectua aceste încercări, epruvetele trebuie pregătite prin tăierea carotelor la dimensiunile dorite (utilizând jeturi de apă sub presiune, pânze diamantate, etc...) și ajustarea marginilor pentru a asigura planeitatea. În acest scop, capetele epruvetelor se ajustează de regulă prin completarea cu rășini epoxidice.



Marcarea zonelor de debitare în carote.



Epruvetele rezultate în urma debitării carotelor.



Ajustarea marginilor epruvetelor pentru asigurarea planeității și paralelismului acestora prin completări cu rășină epoxidică.



Epruvete puse la uscare pentru a se întări rășina epoxidică

3.1. Determinare rezistenței la compresiune.

Metoda de lucru presupune încercarea cu ajutorul unor prese hidraulice a epruvetelor pregătite și conforme.

În momentul în care se constată cedarea epruvetei, se înregistrează forța aplicată de către presă.

Rezistența la compresiune a epruvetei se determină prin calcularea raportului:

$$R_{epr} = \frac{P_{max}}{A_{epr}}$$



Epruvetă poziționată și centrată între platanele presei hidraulice, gata pentru încercarea la compresiune și după cedare.

Nr. epruv/ carotă	h _{epr} [cm]	d _{epr} [cm]	P _{rupere}		A _{t,epr} [cm ²]	R _{epr} [daN/cm ²]	Coeficienți de corecție					R _c [daN/cm ²]
			[kN]	[daN]			a	b	c	e	g	
10.2	9.50	4.50	30.50	3050	15.91	191.70	1.26	1.250	1.08	1.00	0.90	293
16.1	7.60	4.50	29.90	2990	15.91	187.93	1.26	1.182	1.08	1.00	0.90	272
16.2	10.30	4.50	24.00	2400	15.91	150.85	1.26	1.250	1.08	1.00	0.90	231
17.1	7.40	4.50	32.40	3240	15.91	203.65	1.26	1.171	1.08	1.00	0.90	292
17.2	7.40	4.50	31.60	3160	15.91	198.62	1.26	1.171	1.08	1.00	0.90	285
17.3	9.70	4.50	30.50	3050	15.91	191.70	1.26	1.250	1.08	1.00	0.90	293

Pe baza unor coeficienți de corecție (a – diametrul, b – raportul h/d, c – stratul degradat la tăiere, e – materialul de corecție, g – umiditate), se determină rezistența echivalentă la compresiune pe cuburi, R_c.

3.1. Determinarea rezistenței la întindere prin încercarea la despicare.

Pregătirea epruvetelor este identică cu pregătirea în cazul încercării la compresiune.

Modul de încercare presupune supunerea epruvetei la o forță distribuită liniar după două generatoare opuse, generând efectul de despicare a epruvetei.

În momentul în care se constată cedarea epruvetei, se înregistrează forța aplicată de către presă.

Rezistența la întindere prin despicare a epruvetei se determină prin calcularea raportului:

$$R_j = \frac{2 \cdot P_{max}}{A_j \cdot \pi}, \quad \text{unde } A_j = d_{epr} \cdot h_{epr}$$



Nr. Carotă	h_{car} [cm]	d_{car} [cm]	P_{rupere} [daN]	$A_{i \text{ car}}$ [cm ²]	R_{car} [daN/cm ²]	Cf. de corecție		R_i [daN / cm ²]
						a	c	
1.2.	9,45	4,55	1025	43,00	15.18	1,26	1,08	20.65
2.2.	9,64	4,55	950	43,90	13.78	1,26	1,08	18.75
3.2.	9,75	4,55	775	44,36	10.76	1,26	1,08	15.14

METODA DETERMINĂRII POZIȚIEI ȘI DIAMETRULUI ARMĂTURII

METODE DE DETERMINARE

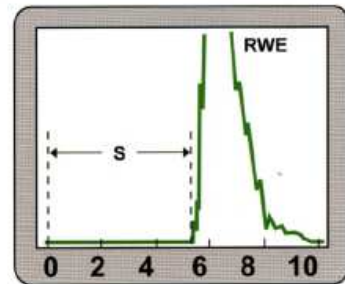
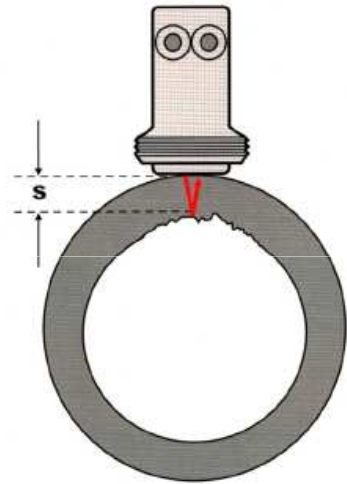
- ULTRASUNETE
- MAGNETICE - radar
- PRIN INDUCȚIE ELECTROMAGNETICĂ – frecvențe joase și frecvențe ridicate

METODA CU ULTRASUNETE



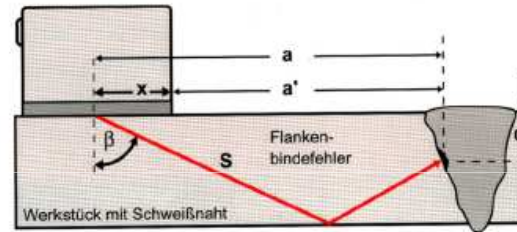
METODA CU ULTRASUNETE

Path length evaluation



S = Schallweg
RWE = Rückwandecho

Testing of indications in welds



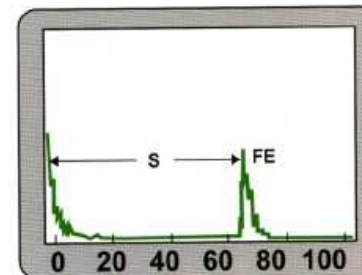
$$a = s \sin \beta$$

$$a' = a - x$$

$$d' = s \cos \beta$$

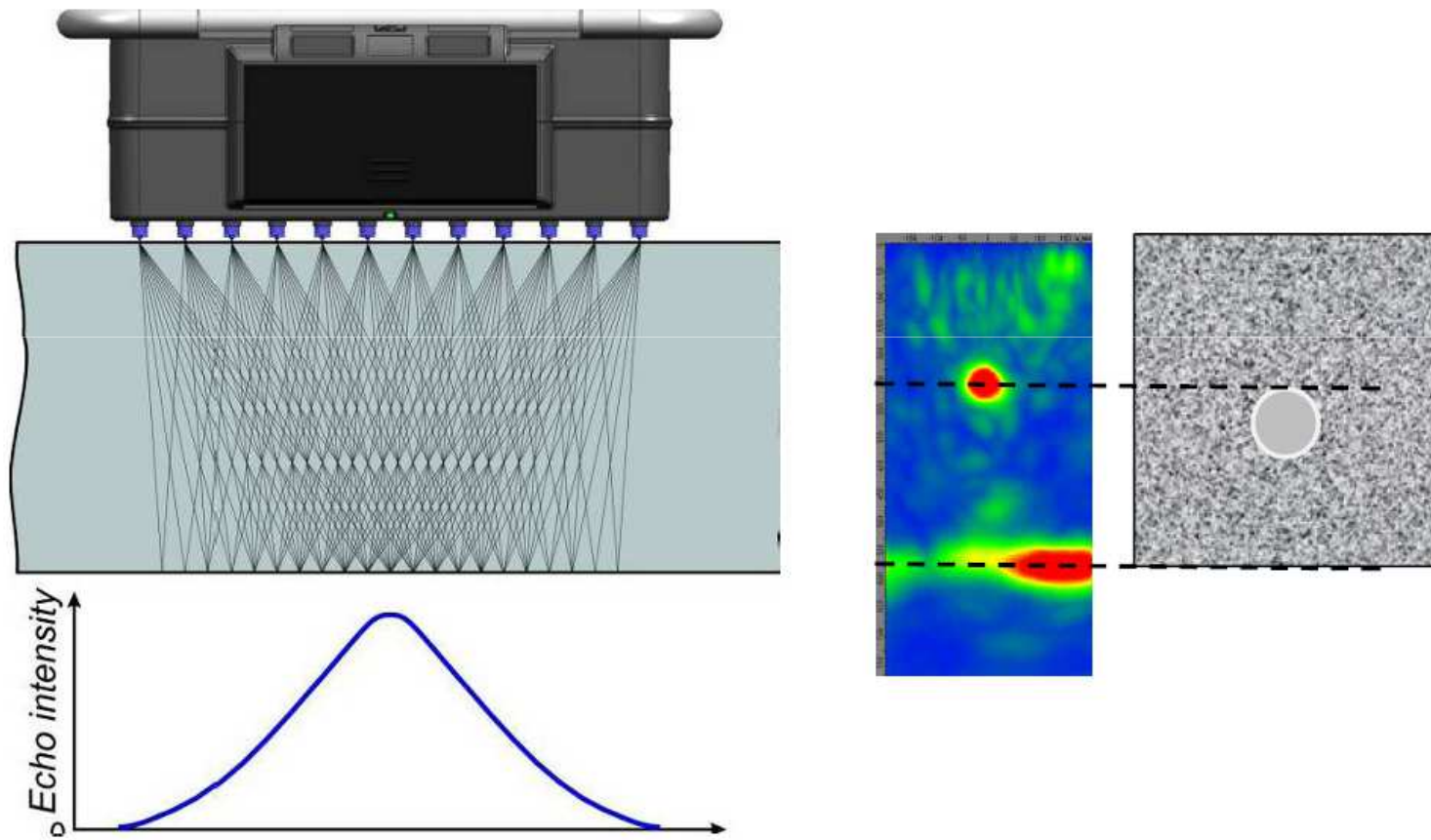
$$d = 2T - d'$$

s = Schallweg
 a = Projektionsabstand
 a' = verkürzter Projektionsabstand
 d' = virtuelle Tiefe
 d = wahre Tiefe
 T = Blechdicke



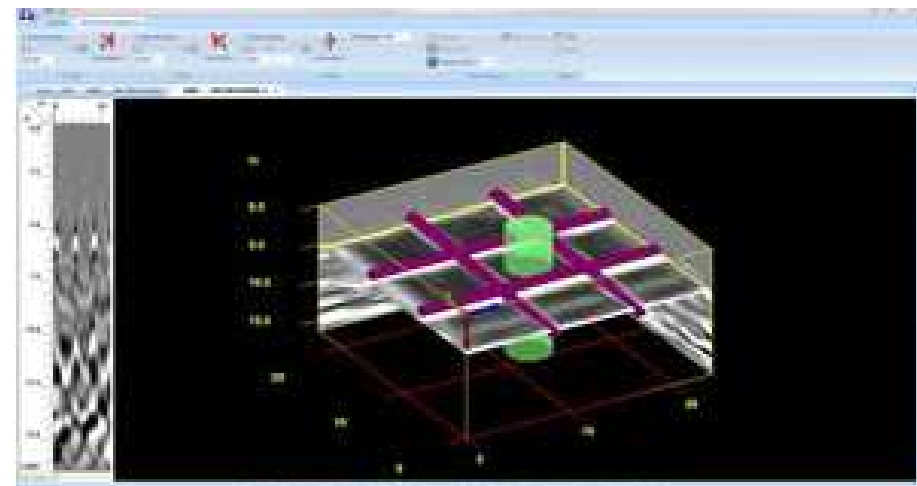
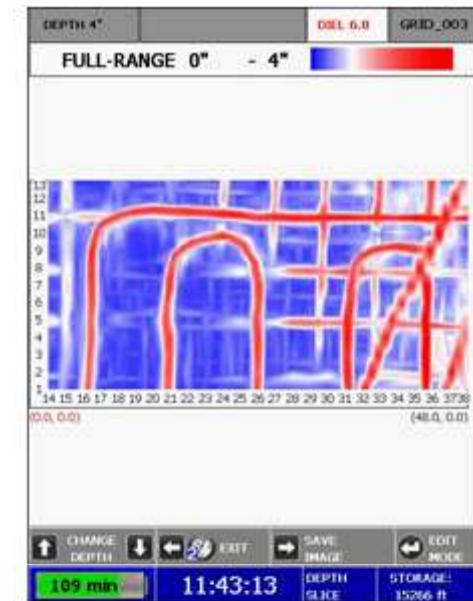
S = Schallweg
FE = Fehlerecho

METODA CU ULTRASUNETE

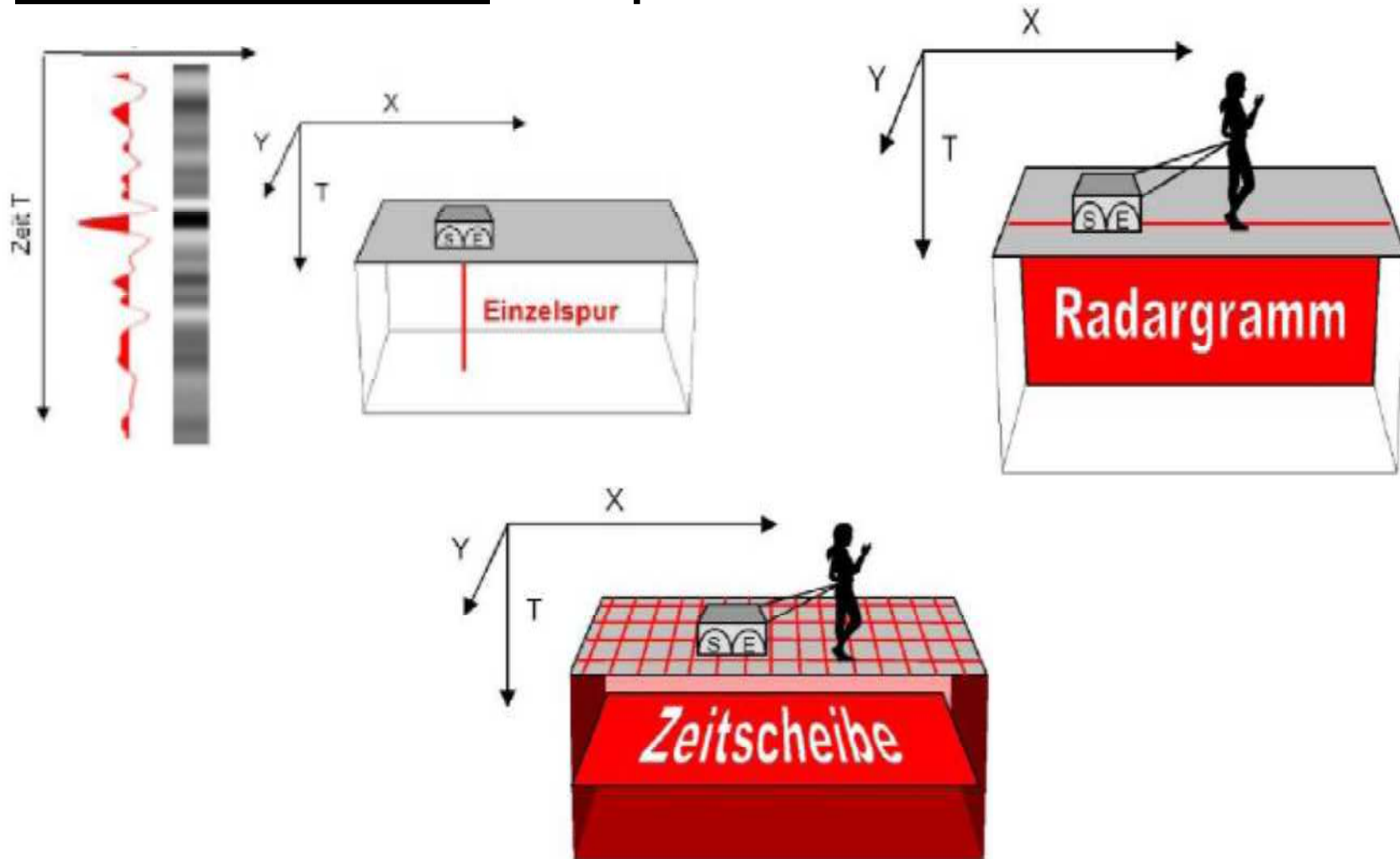


Device: A1040 MIRA from ACSYS, Moscow

METODA MAGNETICA – de tip RADAR

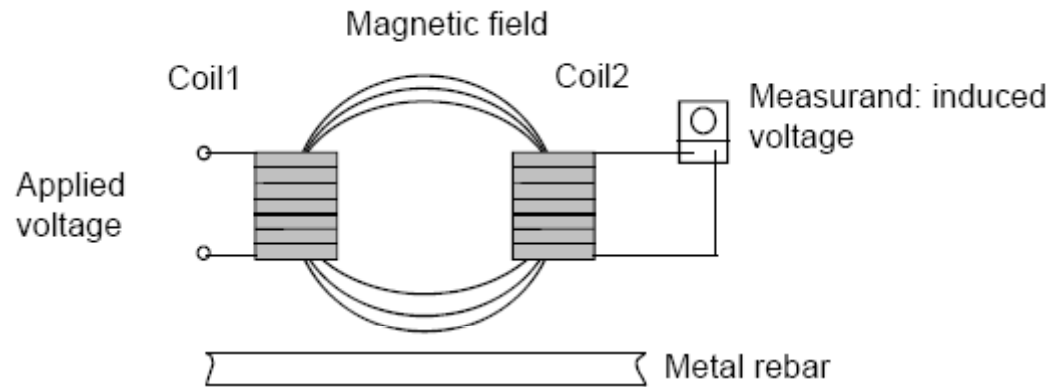


METODA MAGNETICA – de tip RADAR

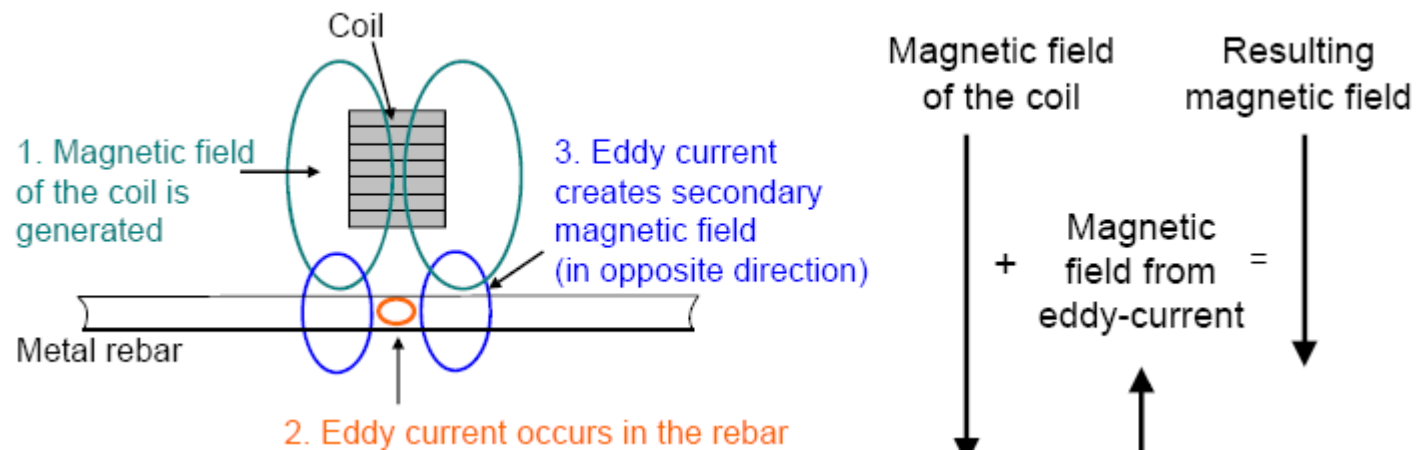


METODA PRIN INDUCTIE

- frecvențe joase



- frecvențe ridicate



METODA PRIN INDUCTIE – frecvențe joase



Descrierea aparaturii

Aparatul utilizat la determinare diametrului și a poziției armăturilor în elementele de beton precum și a grosimii stratului de acoperire se numește pahometru.

Modelul de pahometru existent în laboratorul Departamentului CCIA este un Profometer 5 – Model Scanlog, produs de firma Proceq. Acest pahometru este un aparat ușor, compact și ultraportabil.

Aplicații ce presupun utilizarea pahometrului

Aparatul se poate utiliza pentru a determina următoarele caracteristici ale elementelor de beton armat sau precomprimat:

- determinare poziției armăturilor
- măsurarea grosimii stratului de acoperire de beton
- determinarea diametrului armăturilor
- memorarea valorilor singulare ale straturilor și interpretarea statistică a rezultatelor.

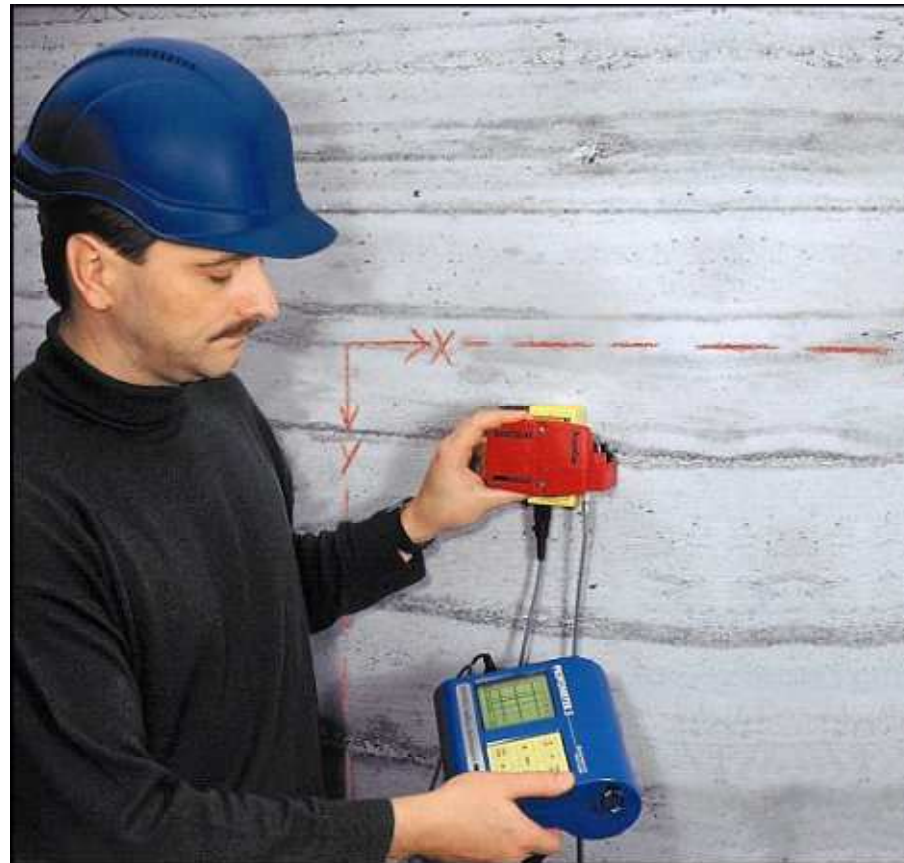
Principiu și mod de funcționare

Procedeul de măsurare a caracteristicilor menționate anterior se bazează pe principiul curenților turbionari cu impuls inductiv.

Palpatorul universal are o construcție orientată pe direcție, însemnând că reacționează cu sensibilitate maximă la armături paralele cu axul său longitudinal și cu sensibilitate minimă la armături amplasate perpendicular pe axul său longitudinal. Din acest motiv, este indicat ca palpatorul să se orienteze paralel la armăturile ce urmează a fi verificate și prin scanare, se deplasează lateral deasupra acestora.

Procesul de măsurare presupune deplasarea palpatorului pe suprafața de beton, de la un capăt la celălalt al zonei identificate și marcate pentru măsurare. Urmărind o serie de indicații optice ajutătoare afișate pe ecran, precum și ținând cont de semnalele acustice emise de aparat, se va determina caracteristica dorită de la caz la caz (grosimea stratului de acoperire, diametrul și/sau poziția armăturii).

În cazul armăturilor dispuse pe două direcții, se vor determina caracteristicile celor dispuse la exterior.



Stabilirea poziției armăturilor și măsurarea stratului de beton

Mod de lucru:

- se deplasează palpatorul pornind dintr-un punct într-o anumită direcție
- se urmăresc semnalele ajutătoare pentru căutare (strat actual de beton, linia continuă, tonuri sonore)
- dacă linia continuă se deplasează întotdeauna înspre dreapta, aceasta înseamnă că palpatorul se apropie de o bară. În momentul în care linia continuă nu se mai mișcă, palpatorul se află direct deasupra axului unei bare. În acest moment se poate citi pe ecran valoarea acoperirii de beton pentru bara de armătură detectată.
- dacă axul palpatorului trece de axul armăturii, aparatul indică acest lucru printr-un semnal sonor și un semnal optic. În același timp, se observă că linia continuă se deplasează din nou înspre stânga

- pentru a găsi direcția barei, se deplasează palpatorul în direcția axului longitudinal în lungul barei, urmărindu-se ca valoarea semnalului și acoperirea de beton să se mențină cât mai constant posibil

Stabilirea diametrului barei

Determinarea diametrului fără corecție:

- după ce s-au stabilit pozițiile exacte ale barelor, prin poziționare palpatorului exact deasupra axului unei bare și apăsând o anumită tastă, se poate afișa pe ecran și diametrul barei respective. Această metodă este una simplificată de determinare a diametrului, neimplicând nici o corecție.

- această măsurătoare se va face după ce în prealabil s-a stabilit o zonă în care bara a cărei diametru trebuie determinat este poziționată la o distanță suficient de mare de barele învecinate.

Determinarea diametrului cu corecție:

- în zonele unde în vecinătatea barei a cărei diametru trebuie determinat se găsesc o serie de alte bare, metoda de determinare a diametrului presupune realizarea unei corecții.

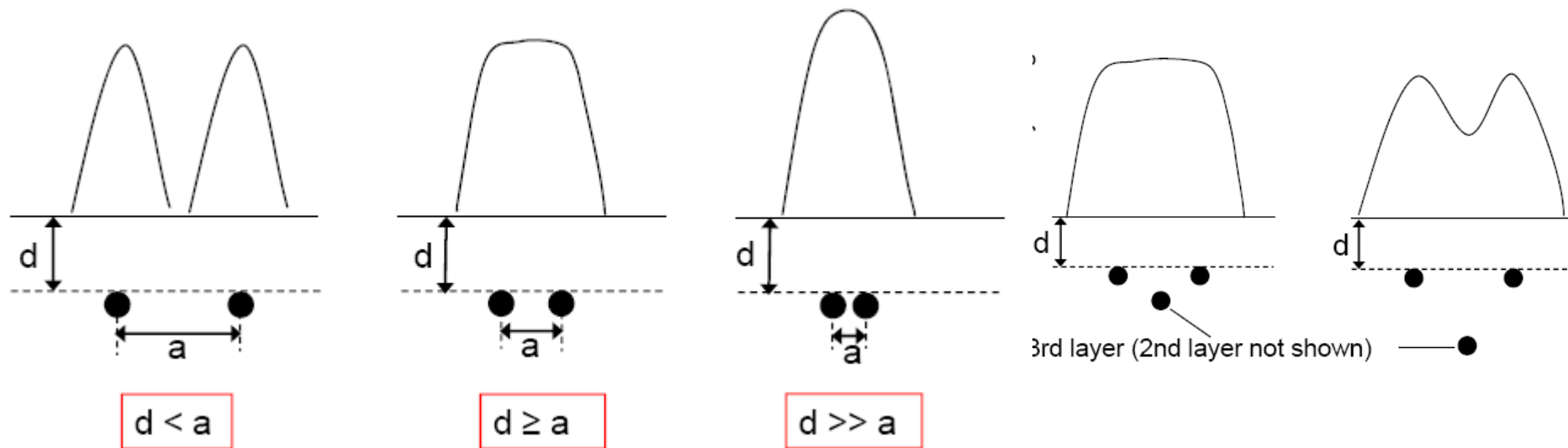
- măsurătoarea și introducerea corecțiilor se va face după ce în prealabil poziția barelor paralele învecinate a fost stabilită cu precizie

Limitări și atenționări

- în cazul armăturilor poziționate pe două direcții, dacă barele armăturilor exterioare sunt poziționate foarte apropiate una de cealaltă, atunci în anumite situații, nu este posibilă determinarea poziției armăturilor interioare.

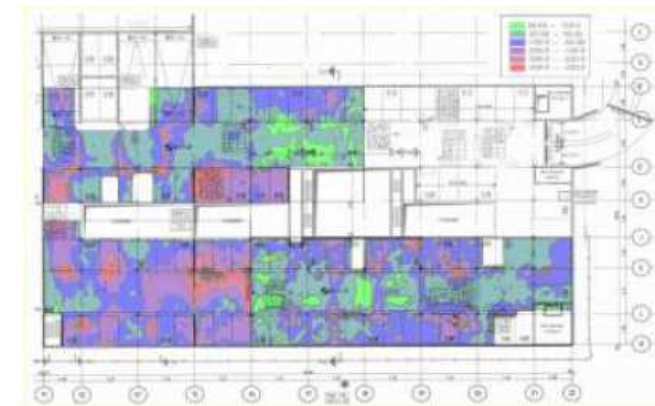
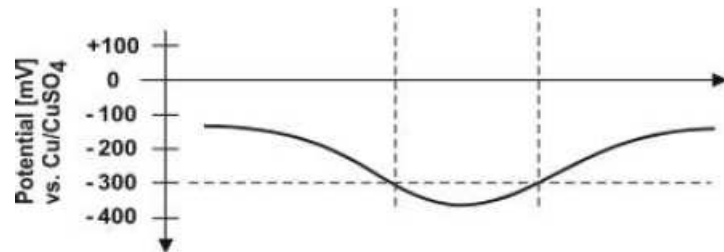
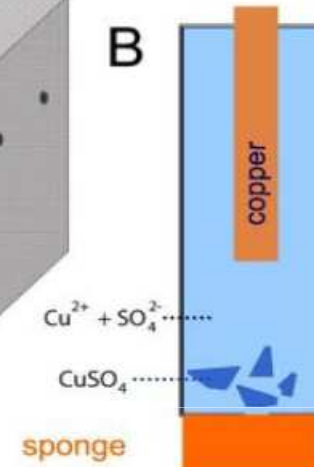
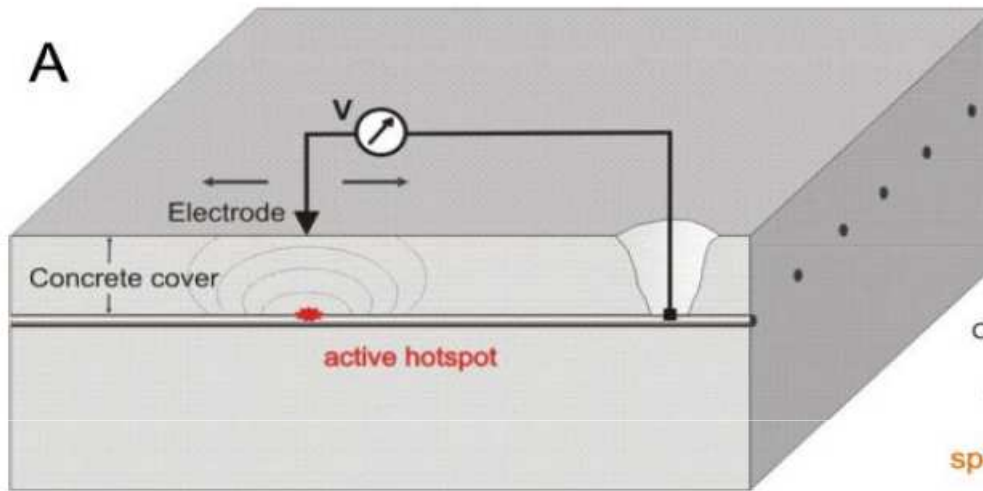
- în zonele cu armături foarte dense, erorile pot fi foarte mari

- pentru elementele de beton armat la care stratul de acoperire de beton este foarte gros, măsurătorile pot să nu ducă la rezultate concludente

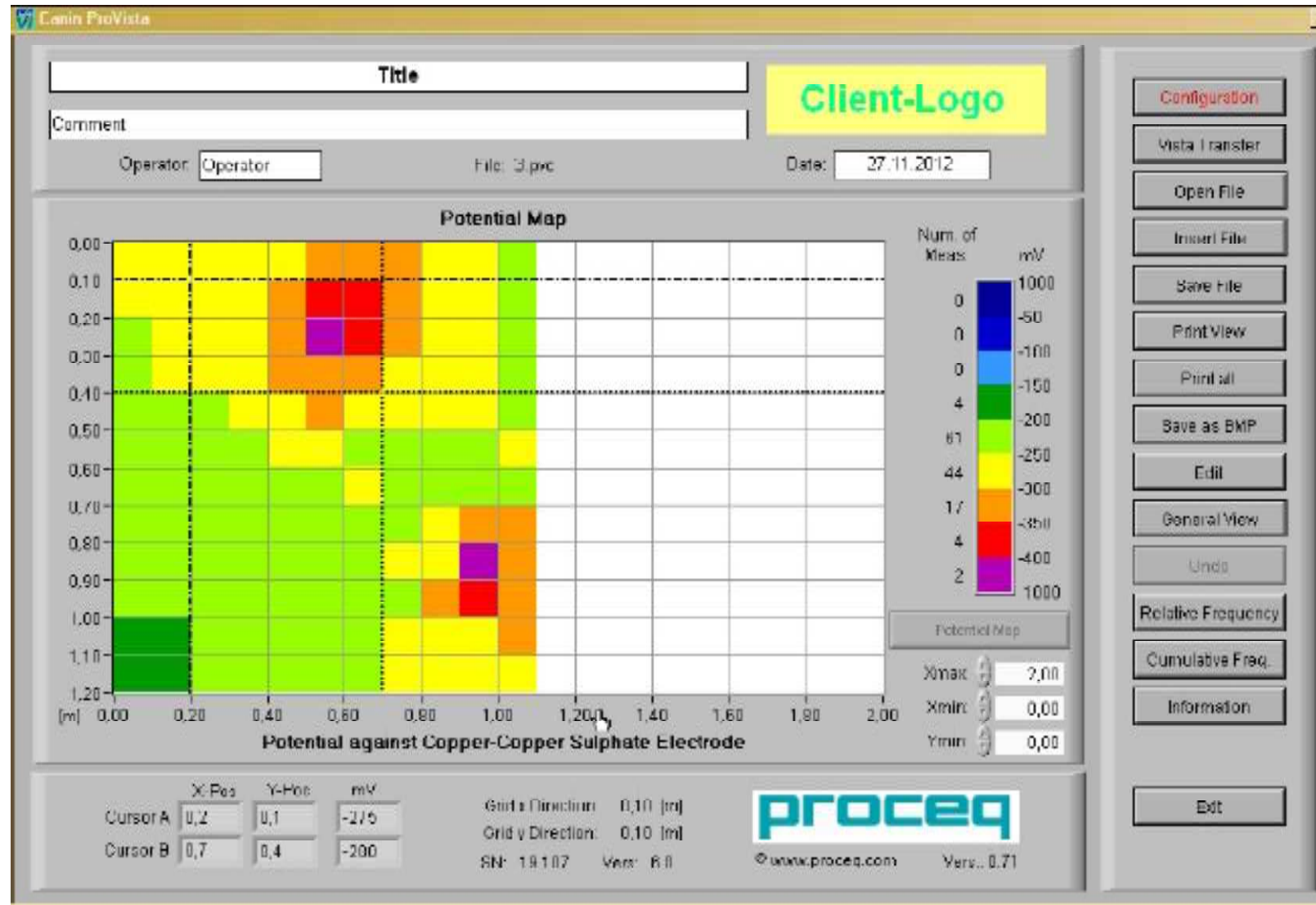


METODA DETERMINĂRII COROZIUNII BARELOR DE ARMĂTURĂ

METODA PRIN MASURAREA DIFERENȚEI DE POTENȚIAL

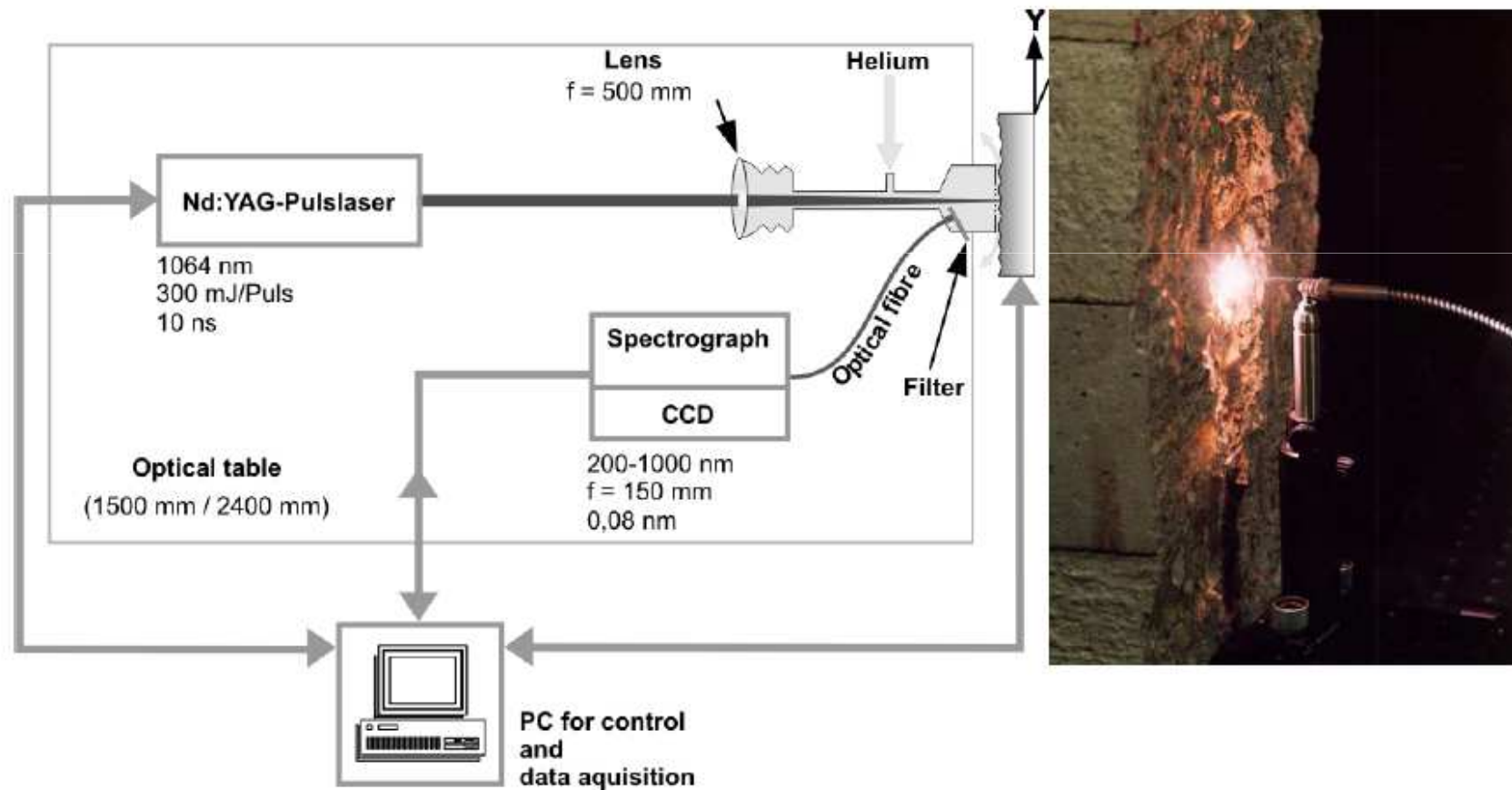


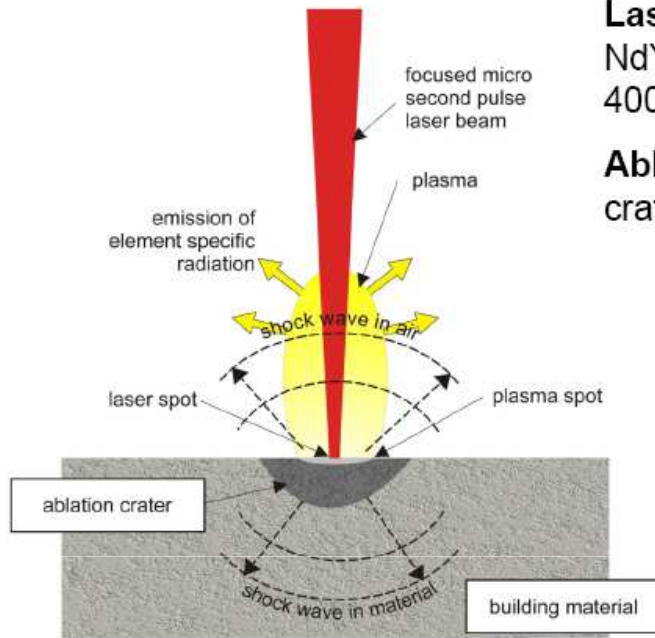
METODA PRIN MASURAREA DIFERENȚEI DE POTENȚIAL



METODA DETERMINĂRII COMPOZIȚIEI ȘI GRADULUI DE DEGRADARE ALĂ BETONULUI - LIBS

LIBS = Laser Induced Breakdown Spectroscopy (diagrama spectrografică de descompunere chimică indusă sub acțiunea unei LASER)

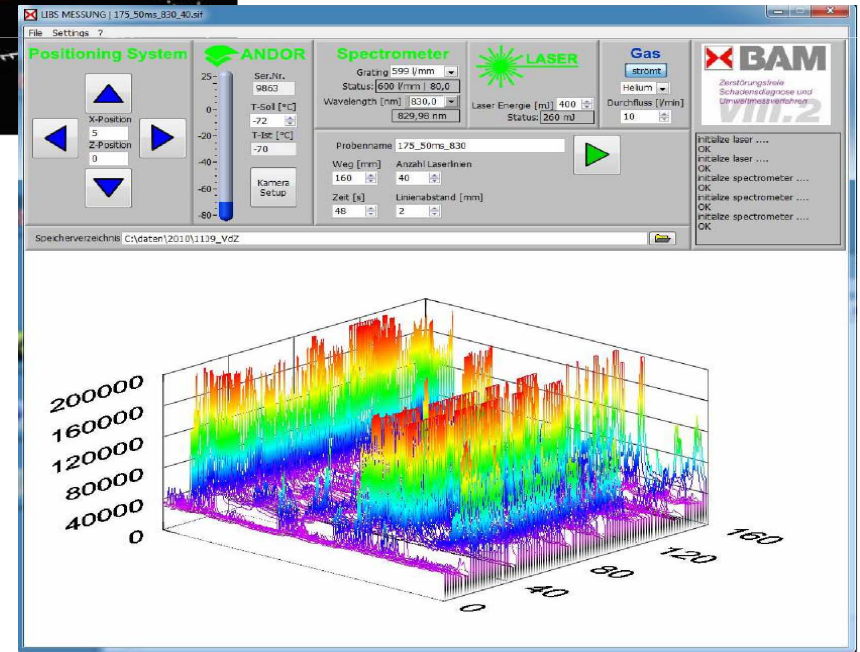
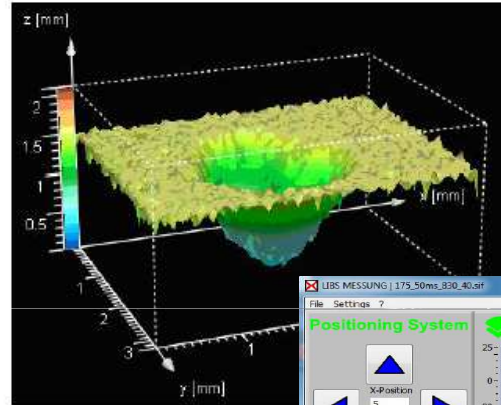




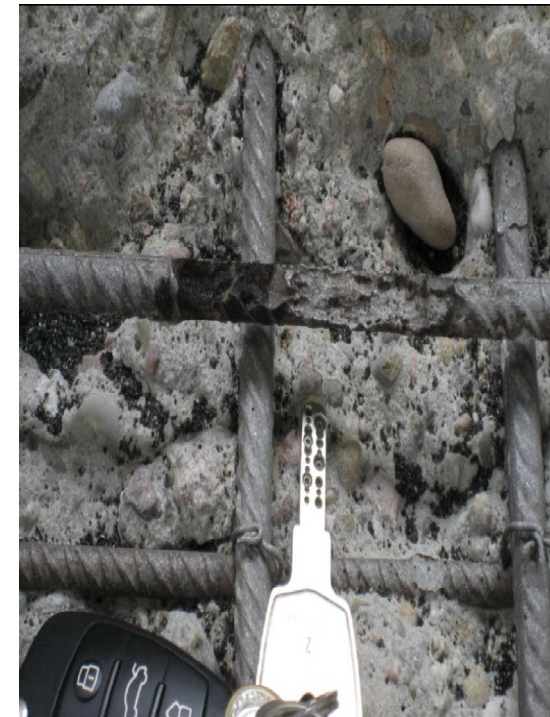
Laser Parameter:

NdYAG, 1064 nm, pulsed, 10 Hz,
400 mJ/pulse, pulse length 7ns

Ablation per pulse: typical 10 μg ,
crater depth 10 μm , crater diameter 1 mm



PRINCIPALELE CAUZE DE DETERIORARE A ELEMENTELOR DIN BETON



PRINCIPALELE CAUZE DE DETERIORARE A ELEMENTELOR DIN BETON



PRINCIPALELE CAUZE DE DETERIORARE A ELEMENTELOR DIN BETON



METODA TERMOGRAFIERII

Termografia în infraroșu – metodă modernă de vizualizare a distribuției temperaturilor la suprafața corpurilor și de măsurare a acestor valori.

Termografia se bazează pe principiul că orice corp ce are o temperatură mai mare de 0 K (-273,15° C) emite energie în mod natural. Mărimea energiei radiate este legată prin legi fizice de temperatura corpului respectiv. La temperaturile uzuale (câteva sute de ° C), energia radiantă este concentrată în cea mai mare parte în domeniul infraroșu.

Aparatele de termografie în infraroșu măsoară această energie folosind traductoare sensibile, care prin algoritmi de calcul determină temperaturile corespunzătoare energiei radiante din fiecare punct. Rezultatul acestor înregistrări și transformări este vizualizat sub forma unor hărți (imagini) termice.

Noțiuni:

Căldura reprezintă o variație a energiei interne a unui corp determinată de variația parametrilor interni ai corpului respectiv.

Pentru a determina căldura unui corp trebuie să se țină cont de componentele transferului termic:

- conducție - fenomenul de transfer al căldurii în corpuri solide, având loc dinspre zonele calde înspre zonele reci**
- convecție - fenomenul de transfer al căldurii în fluide prin deplasarea dirijată a particulelor acestora datorită apariției unor gradienti de densitate**
- radiație - fenomenul de transfer al căldurii prin spațiu sub formă de emisie de radiație electromagnetică**

Radiația infraroșu sau energia termică radiantă este similară cu lumina vizibilă, cu undele radio sau cu radiația ultravioletă, fiind însă vizibilă în lungimi de undă nedetectabile pentru ochiul uman.

Radiația infraroșie este generată de vibrația moleculelor în substanța corpului, fiind compusă din trei componente:

- radiația emisă de obiect**
- radiația transmisă prin obiect**
- radiația reflectată de obiect.**

Puterea emisivă totală a unei suprafețe reprezintă energia termică emisă prin radiație de o suprafață în toate direcțiile, raportată la unitatea de suprafață.

Emisivitatea reprezintă raportul dintre puterea emisivă totală a suprafeței și puterea emisivă totală a unei suprafețe radiante ideale aflată la aceeași temperatură. Suprafața radiantă ideală este reprezentată de corpul negru, obiect ideal a cărui emisivitate este egală cu unitatea.

În cazul măsurărilor termografice, cu cât emisivitatea unui corp este mai apropiată de unitate, cu atât temperatura măsurată este mai exactă.

Emisivitatea depinde de: material, geometrie, unghi, lungime de undă, temperatură.

Temperatura este un parametru ce caracterizează starea de încălzire a unui corp. Echipamentul de măsurare bazat pe radiația infraroșie captează suma energiilor emise, reflectate și transmise venind dinspre obiectul investigat. Această combinație de energii poartă numele de radiația țintei. Pentru a obține temperatura țintei, energia emisă de obiect trebuie extrasă prin scăderea din radiația totală a energiei reflectate și a energiei transmise.

Rezultatele trebuie corectate în funcție de emisivitatea obiectului investigat.

Soft-ul aparatului realizează o serie de corelări și aproximări, rezultând în final temperatura corectă a corpului investigat.

Echipamentul cu care este dotat laboratorul Departamentului CCIA este compus din o cameră FLIR InfraCam B cu limita superioară a temperaturii ce poate fi înregistrată de 360° C.



Modul de lucru presupune realizarea următoarelor etape:

- preluarea imaginii de către camera IR și generarea termogramei
- transferul datelor de la cameră la calculator
- prelucrarea și eventual modificarea termogramei
- prelucrarea datelor și întocmirea rapoartelor de încercare

Aplicații practice ale termografiei în construcții

Termografierea poate fi utilizată în o serie de aplicații în ingineria civilă, cele mai uzuale fiind:

- determinarea etanșeității anvelopelor continue
- identificarea zonelor cu punți termice
- evaluarea stării de degradare și a umidității din pereții clădirilor
- verificarea instalațiilor electrice

- **determinarea defectelor de izolare, cu efecte foarte importante:**

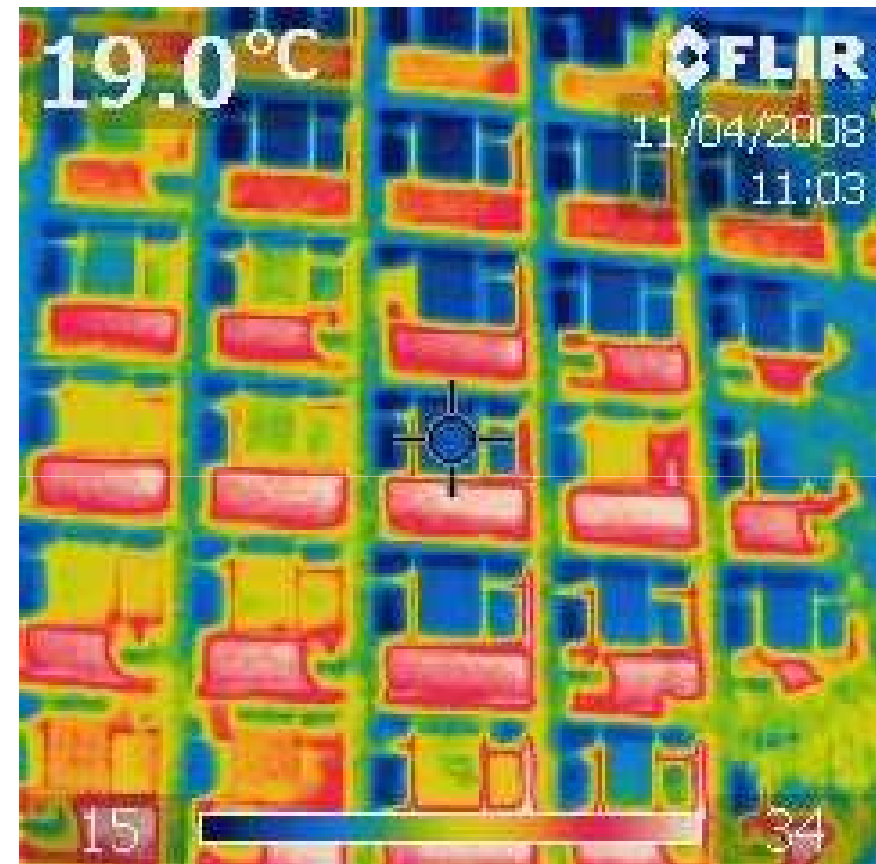
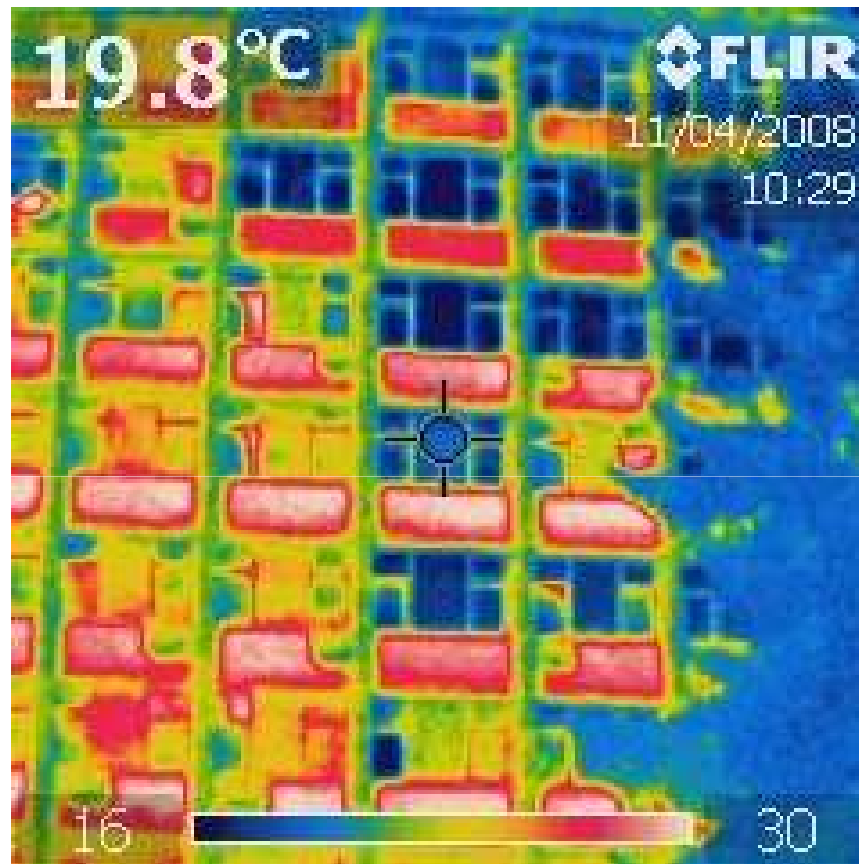
- **pierderi de căldură în timpul iernii**
- **consum de curent exagerat al aparatelor de aer condiționat pe timpul verii**
- **aparitia condensului la interior și a zonelor cu risc major de formare a mucegaiurilor (ce pot duce la declanșarea anumitor boli ale aparatului respirator)**
- **ventilarea necorespunzătoare a fațadelor și acoperișurilor**
- **posibile defecte de proiectare sau execuție etc.;**

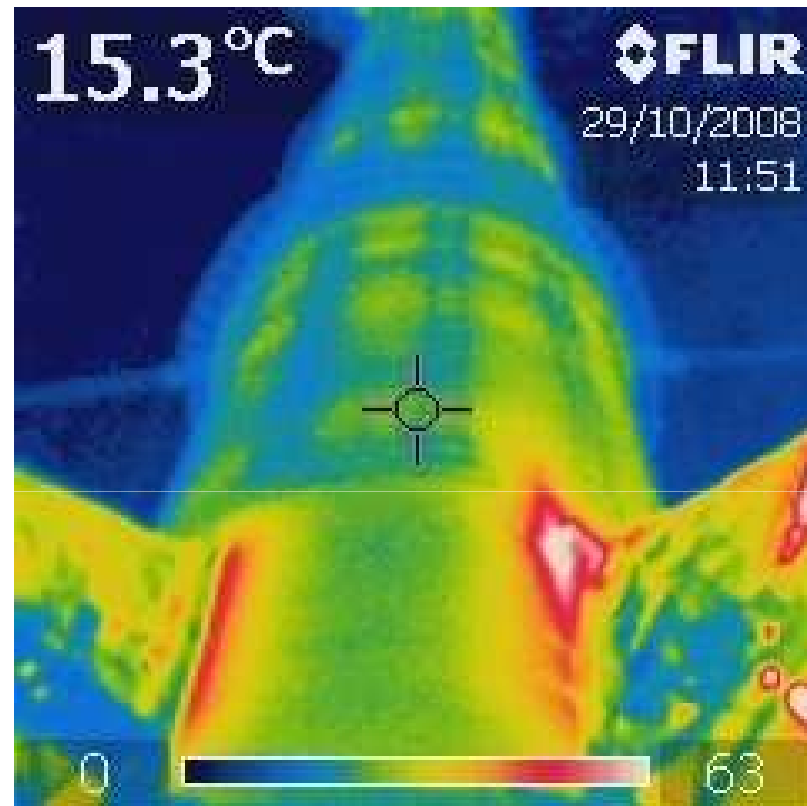
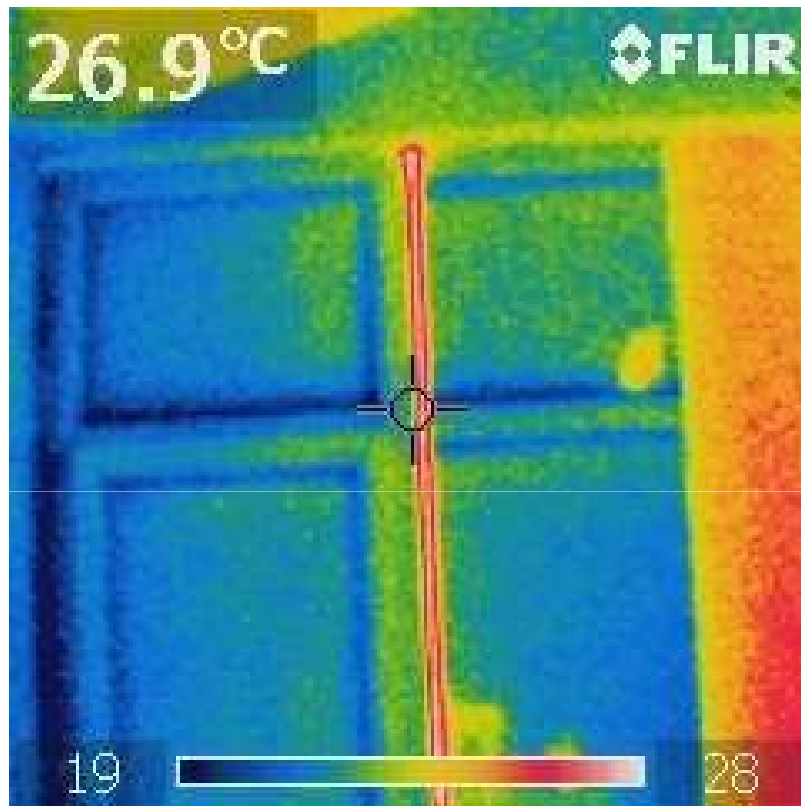
- **determinarea defectele la instalațiile electrice prin identificarea rapidă a punctelor calde datorate supraîncălzirii lor;**

- stabilirea traseelor de încălzire prin pardoseală, a instalațiilor de apă caldă/rece și a posibilelor defecte ce pot apărea la acestea: scurgeri, gâtuirea traseelor etc.;

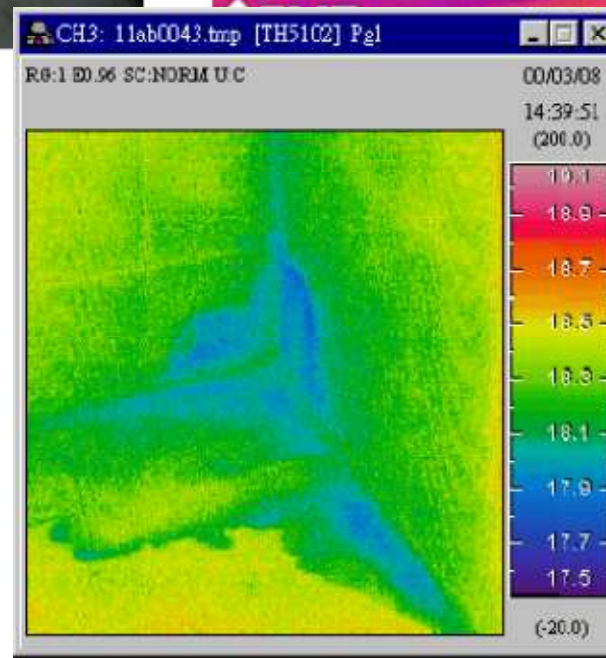
- stabilirea stării și performanțele instalațiilor de încălzire și răcire prin verificarea modului în care au fost echilibrate, a gradului de colmatare a radiatoarelor, detectarea locurilor în care țevile sunt obturate de depuneri sau grosimea peretelui s-a micșorat;

- etanșarea necorespunzătoare a geamurilor sau montajul necorespunzător;

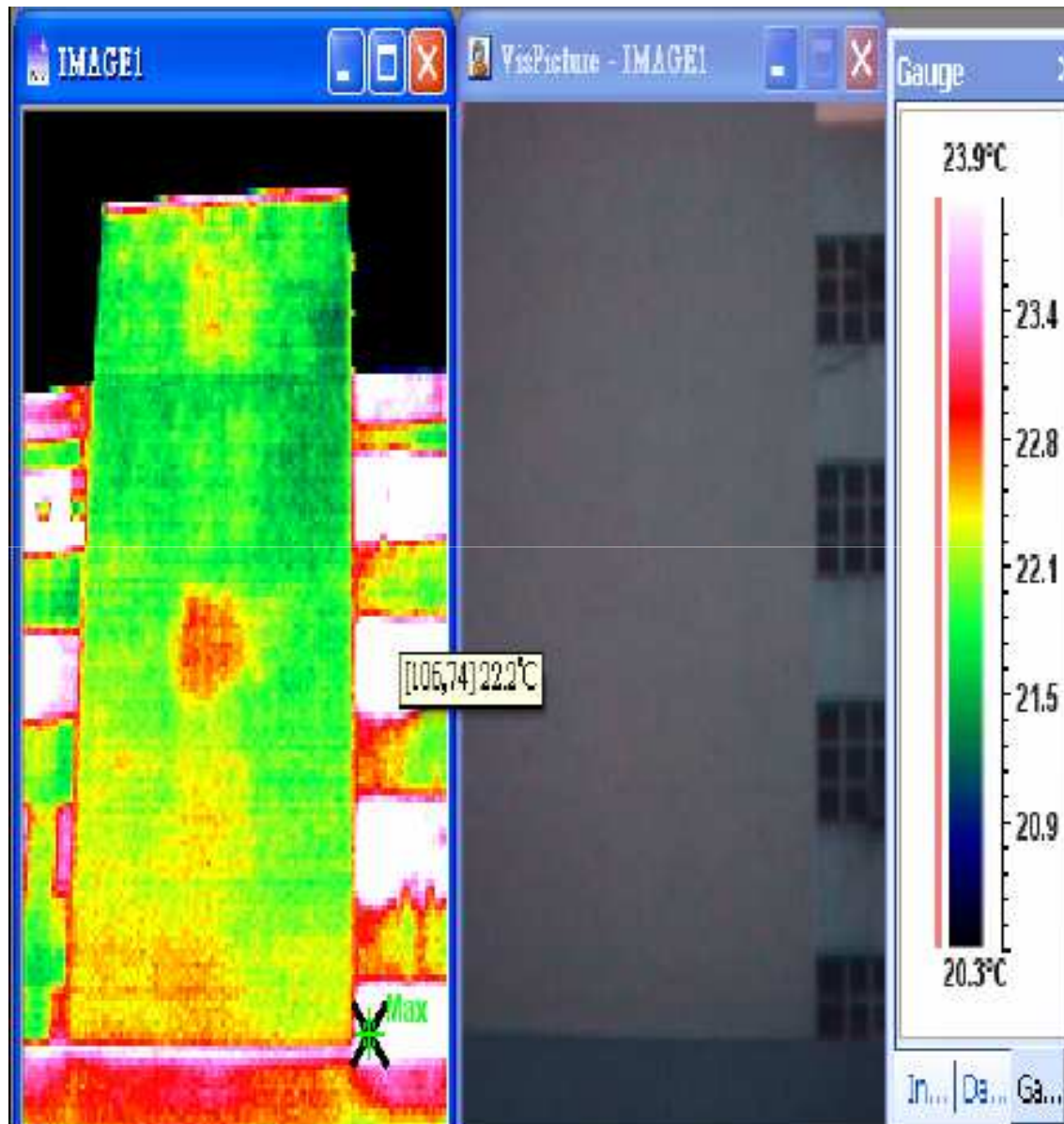




TEHNICI SI METODE EXPERIMENTALE







**ANEXA 1: MODEL BULETIN ÎNCERCARE
METODA COMBINATA**



„RESTAURAREA SI RENOVAREA TURNULUI DE APARARE, MONUMENT ISTORIC, DIN ORASUL CIACOVA, JUD. TIMIS”

**Turnul de aparare, Ciacova, Jud. TIMIȘ
= ÎNCERCĂRI NEDISTRUCTIVE =**



Beneficiar: PRIMARIA ORASULUI CIACOVA

Timișoara, DECEMBRIE, 2015



COLECTIV DE ELABORARE

Prof. dr. ing. Valeriu STOIAN

As. dr. ing. Dan DIACONU



B O R D E R O U

Foaie de capăt

Colectiv de elaborare

Borderou

1. Introducere

2. Încercări efectuate

3. Considerații privind aplicarea metodelor nedistructive

4. Calculul coeficientului total de influență în metoda combinată

4.1. Date estimative privind betonul cercetat

4.2. Calculul coeficientului total de influență în metoda

combinată

5. Rezultatele încercărilor

6. Concluzii

7. Anexa

Breviar de calcul – metoda combinată - procedură

Rezultatele prelucrate – metoda combinată

Breviar foto

1. Introducere

În conformitate cu obiectivul comenzii au fost efectuate încercări nedistructive privind calitatea betonului din placa superioara a rezervorului de apa situat în Turnul de aparare din localitatea Ciacova, județul Timiș, la solicitarea beneficiarului PRIMARIA ORASULUI CIACOVA.

Pentru determinarea calității betonului s-a utilizat metoda nedistructivă combinată care presupune cunoașterea indicelui de recul al betonului și a vitezei cu care ultrasunetele parcurg o anumită distanță prin masa betonului – pentru punctele testate în care suprafața și calitatea betonului au permis executarea ambelor tipuri de încercări nedistructive.

Au fost respectate prevederile “Normativului privind evaluarea in-situ a rezistenței betonului din construcțiile existente” indicativ NP 137 - 2014; SR EN 12504-2:2004; SR EN 12504-4:2004.

2. Încercări efectuate

S-au efectuat măsurători nedistructive la placa superioara a rezervorului de apa situat în Turnul de aparare din localitatea Ciacova, județul Timiș, cu sclerometrul cu recul și cu betonoscopul cu ultrasunete – pentru calitatea betonului.

Pentru determinarea coeficientului total de influență C_t care ține seama de parametrii de compoziție și păstrare ai betonului, întrucât nu sunt date despre betonul studiat, s-a luat în considerare experiența conducătorului încercărilor nedistructive, care a estimat compoziția betonului analizat prin culegerea datelor de la locul încercării.

3. Considerații privind aplicarea metodei nedistructive combinate

În scopul evaluării analitice a betonului turnat în placa superioara a rezervorului de apa situat în Turnul de aparare din localitatea Ciacova, județul Timiș, cu luarea în considerare a caracteristicilor fizico-mecanice cât mai reale ale elementelor componente, au fost efectuate încercări nedistructive asupra acestui

beton prin folosirea metodei combinate (cu ultrasunete și cu sclerometrul Schmidt) – pentru determinarea calității betonului.

Metoda combinată

Se bazează pe legătura care există între combinația celor două mărimi fizice măsurate: viteza longitudinală a ultrasunetelor și indicele de reful pe de o parte, și rezistența betonului la compresiune, pe de altă parte.

În raport cu alte metode nedistructive metoda combinată prezintă următoarele avantaje:

- precizia determinării rezistenței este de regulă superioară metodelor nedistructive simple;
- nu obligă la cunoașterea maturității betonului;
- este mai puțin influențată de variațiile necontrolate ale dozajului și tipului de ciment sau ale granulozității agregatului decât metoda ultrasonică.

Metoda nedistructivă combinată se recomandă a fi utilizată în următoarele cazuri:

- determinarea rezistenței betonului în structuri și elemente de construcții pe șantier sau în fabrici de prefabricate;
- determinarea omogenității betonului;
- urmărirea întăririi betonului în condiții normale, accelerate sau întârziate.

În cazul aplicării metodei nedistructive combinate pentru evaluarea rezistenței caracteristice a betonului din elemente este necesar un număr de minimum 15 puncte de măsurare.

Determinarea rezistenței la compresiune a betonului prin metoda nedistructivă combinată pretinde cunoașterea următoarelor date:

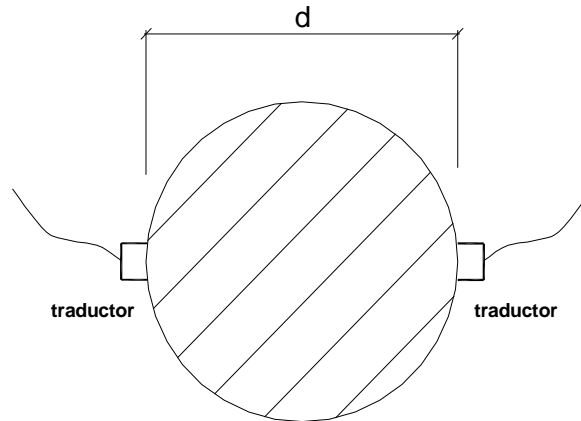
a) viteza de propagare a ultrasunetelor a căror valoare de calcul o constituie de regulă media a cel puțin trei măsurători apropiate, situate în aceeași secțiune și care se calculează cu formula:

$$V_L = \frac{L}{T} \quad \left[\frac{m}{s} \right]$$

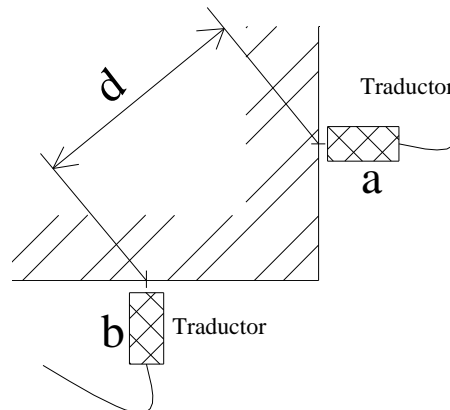
în care: L = distanța emițător - receptor în linie dreaptă în m;

T = timpul de propagare al impulsurilor în beton, în s.

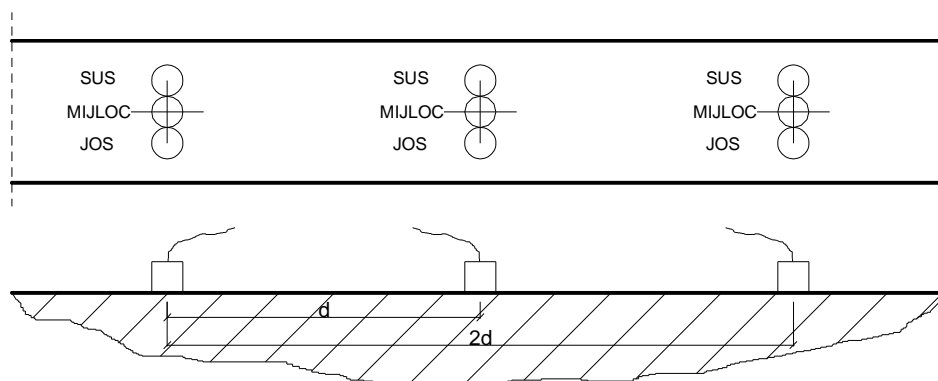
Viteza de propagare măsurată în tehnica de suprafață pe fața de turnare a betonului este mai mică de regulă cu 4 - 6% decât viteza de propagare măsurată prin transmisie directă, pe fețele cofrate, datorită proprietăților particulare ale stratului din vecinătatea suprafeței de turnare.



TRANSMISIE DIRECTĂ A ULTRASUNETELOR



TRANSMISIE DIAGONALĂ A ULTRASUNETELOR



TRANSMISIE INDIRECTĂ A ULTRASUNETELOR

S-a folosit un betonoscop TICO de la firma elvețiană PROCEQ.



Pentru o bună transmitere a energiei acustice palpatorii s-au aplicat pe materialul cercetat prin intermediul unui mediu cuplant: vaselină.

- b) indicele de recul determinat cu sclerometrul, la care valoarea de calcul o constituie media a cel puțin șase măsurători reprezentative pentru aceeași zonă.



S-a folosit sclerometrul Schmidt tipul N43 produs de PROCEQ - Elveția la care o masă mobilă este proiectată cu o anumită energie pe suprafața elementului de cercetat; în urma ciocnirii are loc o deformare plastică a materialului și un recul al masei mobile. Acest recul este un indicator al durității superficiale a betonului. Pe fiecare zonă cercetată s-au prelucrat măsurătorile directe pentru a elimina valorile corespunzătoare încercării în dreptul unui por sau în dreptul unei granule de agregat

și au fost făcute corecții în funcție de valoarea de etalonare și de unghiul pe care sclerometrul l-a avut în timpul măsurătorilor.

Se utilizează minimum nouă citiri pentru a se obține o estimare fiabilă a indicelui de recul pentru suprafața de încercat.

Determinarea poziției armăturilor

S-a folosit un pahometru de tipul PROFOMETER 5+ de la firma elvețiană PROCEQ.



La prelucrarea datelor obținute s-au utilizat coeficienții dați în “Normativul privind evaluarea in-situ a rezistenței betonului din construcțiile existente” indicativ NP 137 - 2014.

4. Calculul coeficientului total de influență

4.1. Date estimative privind betonul cercetat

- Nu se cunosc date privind betonul turnat în elementele studiate.

4.2. Calculul coeficientului total de influență în metoda combinată

Conform normativului NP 137 - 2014 coeficientului total de influență se calculează cu relația:

$$C_t = C_t^{\text{calc.}} \times C_v$$

$$C_t^{\text{calc.}} = C_c \times C_d \times C_a \times C_{\phi} \times C_g$$

în care:

C_t = coeficient de influență total;

$C_t^{\text{calc.}}$ = coeficient de influență de calcul;

C_v = coeficient de influență al vârstei, care are drept scop diminuarea influenței stratului carbonatat;

C_c = coeficientul de influență al tipului de ciment;

C_d = coeficientul de influență al dozajului de ciment;

C_a = coeficientul de influență a naturii agregatului;

C_{ϕ} = coeficientul de influență a dimensiunii maxime a agregatului;

C_g = coeficientul de influență a fracțiunii fine a agregatului.

vârsta \leq 1 an $\rightarrow C_v = 1$

vârsta $>$ 1 an $\rightarrow C_v = 0.9$

Întrucât nu se cunosc date despre compoziția betonului, coeficientul total de influență teoretic se va calcula pe baza experienței conducătorului încercărilor nedistructive, care va estima compoziția betonului analizat prin culegerea datelor de la locul încercării:

- $C_c = 1,0$
(-)
- $C_d = 1,0$
(-)
- $C_a = 1,0$
(-)
- $C_{\phi} = 1,03$
($d_{\text{max}}=16\text{mm}$)
- $C_g = 1,03$
(o medie de 18%
fracțiunea fină)

$$C_t^{\text{calc.}} = 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,03 \times 1,03 = 1,06$$

$$C_t = 1,06 \times 0,9 = 0,954$$

5. Rezultatele încercărilor

Măsurătorile nedistructive efectuate la fața locului (datele culese și înregistrate) cu sclerometrul cu recul Schmidt și betonoscopul cu ultrasunete sunt redată în Breviarul de calcul din Anexă.

Rezistențele efective ale betonului din elementele cercetate, obținute prin metoda combinată, interpretarea rezultatelor și verificarea lor conform “Normativului privind evaluarea in-situ a rezistenței betonului din construcțiile existente” indicativ NP 137 - 2014 și implicit clasele corespunzătoare sunt prezentate în Breviarul de calcul din Anexă.

6. Concluzii

Analiza rezultatelor obținute prin **metoda combinată** a condus la identificarea următoarelor clase de beton: C 12/15 (după cum se vede în tabelul de mai jos).

Elementele testate	$f_{is,min} = R_{min}$ [N/mm ²]	$f_{m(n),is} = R_{med}$ [N/mm ²]	Obs.
ZONA 1 - placă superioara rezervor apa	16,6	18,3	Se încadrează în clasa C12/15

Timișoara, decembrie 2015

Întocmit,

Prof. dr. ing. Valeriu STOIAN

As. dr. ing. Dan DIACONU



ANEXA

BREVIAR DE CALCUL

= PROCEDURA DE ÎNCERCARE =

1. **PRELEVAREA DATELOR IN-SITU** – conform NP 137 - 2014; SR EN 12504-2:2004; SR EN 12504-4:2004

SCLEROMETRUL CU RECOL SCHMIDT

Tehnica de incercare presupune:

- stabilirea elementelor de încercat
- alegerea zonelor de încercare pe fiecare element, astfel:
 - evitarea feței de turnare și dacă este posibil și a feței opuse acesteia
 - evitarea zonelor cu defecte de suprafață
 - evitarea zonelor ce corespund armăturilor ($a < 3$ cm)
 - evitarea zonelor adiacente muchiilor (minimum 25 mm de la marginea elementului)
 - evitarea suprafețelor pe care există incluziuni de corpuri străine (pământ, praf, așchii etc.)
- o suprafață de încercat trebuie să aibă o dimensiune de aproximativ 300 mm x 300 mm
- pregătirea suprafeței de încercat – frecare cu piatră de duritate mare (stratul îndepărtat minimum 1mm)
- înlăturarea prin suflare a prafului rezultat în urma polizării suprafeței de încercat
- executarea unui număr de 6-9 lovituri cu sclerometrul în fiecare zonă delimitată, astfel încât după prelucrarea datelor să rămână cel puțin 5 măsurători valabile
- distanța minimă între punctele de încercare ale aceleiași zone este de 25 mm (între centre)
- distanța minimă între punctele de încercare și muchia elementului este de 25 mm
- în timpul încercării sclerometrul se menține perpendicular pe suprafața de încercare
- citirea indicelui de recul se face pe scala aparatului, în numere întregi
- realizarea unei corecții de unghi $\Delta N\alpha$ pentru încercările pe alte suprafețe decât cele verticale (tabel 1.1)

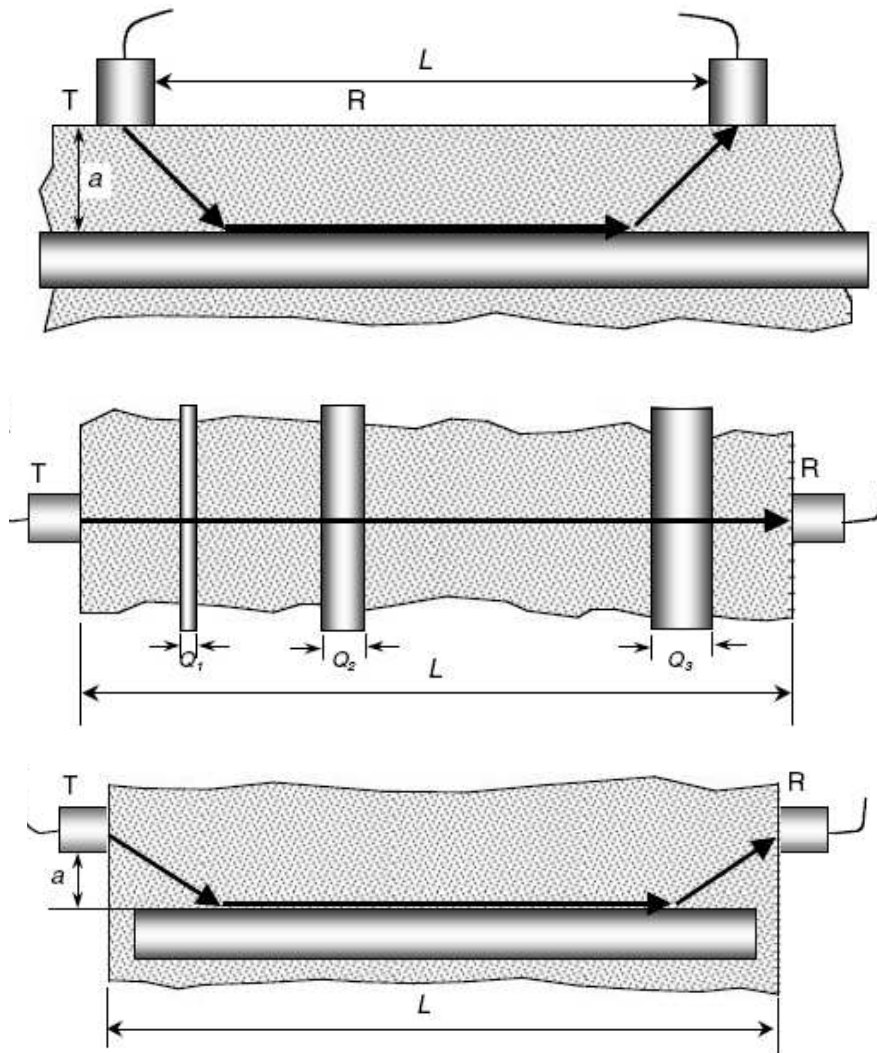
Tabelul 1.1

α N	De jos în sus		De sus în jos	
	+ 90	+ 45	- 90	- 45
10	-	-	+ 3,5	+ 2,7
20	- 5,4	- 3,5	+ 3,4	+ 2,5
30	- 4,7	- 3,1	+ 3,1	+ 2,3
40	- 3,9	- 2,6	+ 2,7	+ 2,0
50	- 3,1	- 2,1	+ 2,2	+ 1,6
60	- 2,3	- 1,6	+ 1,7	+ 1,3

BETONOSCOPUL – CU ULTRASUNETE

Tehnica de incercare presupune:

- stabilirea numărului secțiunilor examinate:
 - pentru controlul omogenității se apreciază ca suficientă o rețea de puncte cu distanța între secțiuni de 50 cm
 - pentru examenul defectoscopic se apreciază ca necesară o rețea principală, cu distanța între secțiuni de 30 cm, posibilități de îndesire suplimentară, prin rețele secundare
 - pentru controlul prin sondaj a calității betonului în elemente se apreciază ca necesare min. 3 secțiuni, situate în zonele de solicitare maxime ale elementului și pe cât posibil distribuite în lungul acestuia
- stabilirea numărului punctelor de încercare dintr-o secțiune – depinde de latura secțiunii și de numărul de fețe accesibile pentru încercare – variază între 3...6
- se va evita alegerea punctelor de încercare pe fața de turnare și chiar pe cea opusă acesteia; se vor prefera încercările pe fețele laterale, cofrate ale elementului
- la examinarea stâlpilor monoliți este util ca încercările să se facă pe ambele direcții ale stâlpului din secțiunea transversală
- se va evita alegerea direcției de încercare paralelă cu direcția armăturilor principale de rezistență, ca și amplasarea punctelor de încercare în zonele cu mari concentrări, indiferent de orientarea acestora
- evitarea încercărilor în dreptul etrierilor



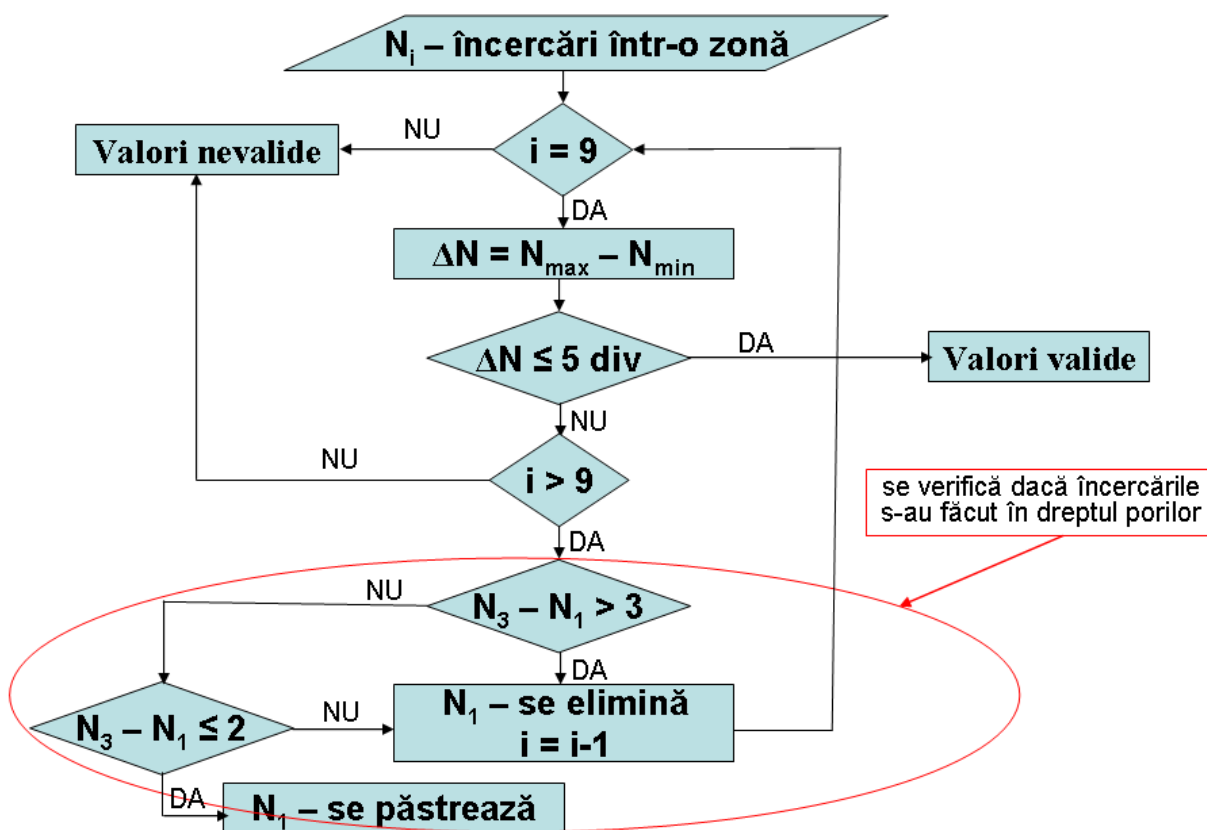
- distanța minimă a punctelor de încercare față de muchii elementului este de 10-12 cm
(pentru epruvete punctele de încercare vor fi localizate în ax – egal depărtate față de muchii)
- distanța minimă între emițător și receptor, la determinarea rezistenței betonului, trebuie să fie $L \geq 16$ cm
- dimensiunea minimă a elementului normal pe direcția de încercare este $a \geq 16$ cm; dacă una din laturi îndeplinește această condiție iar cealaltă latură îndeplinește condiția $b \geq 8$ cm se poate admite, cu o eroare mai mică de 1,5-2 %, că viteza măsurată este cea corespunzătoare undelor longitudinale; dacă ambele laturi îndeplinesc condiția $b \geq 8$ cm tot se mai poate admite, cu o eroare mai mică de 3 %, că viteza măsurată este cea corespunzătoare undelor longitudinale
- trasarea și marcarea locurilor de încercare se face cu instrumente adecvate pentru a se obține o precizie a trasării de ± 1 cm

- suprafața de beton trebuie să fie perfect plană, lipsită de rugozități și de incluziuni de corpuri străine, inclusiv de praf – se recomandă prelucrarea suprafeței în prealabil (astfel încât aceasta să fie mai mare ca suprafața palpatorului) prin frecare cu o piatră de șlefuit și suflarea suprafeței la final pentru înlăturarea prafului
- aplicarea unui strat de mediu cuplant pe suprafața transductorilor și a betonului; stratul cuplant trebuie aplicat în grosimea minimă necesară expulzării complete a aerului prin presarea transductorului pe beton; medii cuplante recomandate: vaselină tehnică, vaselină siliconică, plastilină

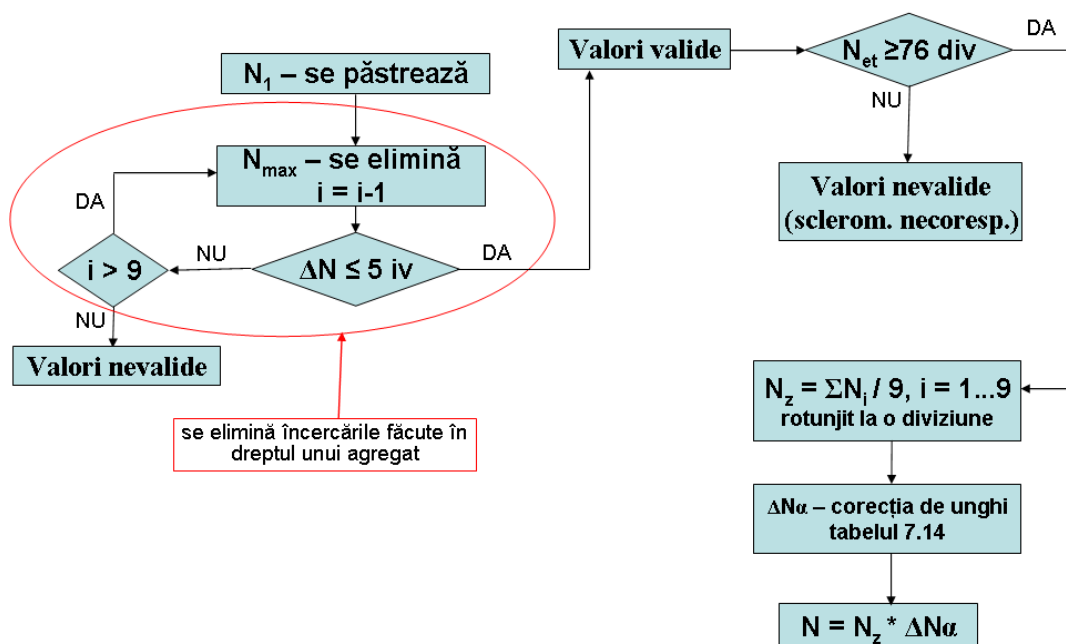
2. PRELUCRAREA DATELOR – conform NP 137 - 2014

SCLEROMETRUL CU RECOL SCHMIDT

Schema logica de prelucrare a datelor prelevate cu sclerometrul este urmatoarea:

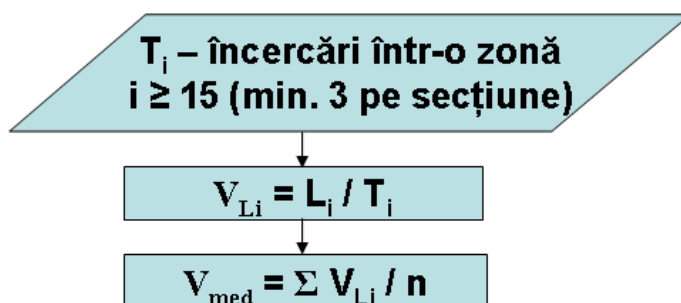


*continuarea pe pagina urmatoare



BETONOSCOPUL – CU ULTRASUNETE

Schema logică de prelucrare a datelor prelevate cu betonoscopul este următoarea:

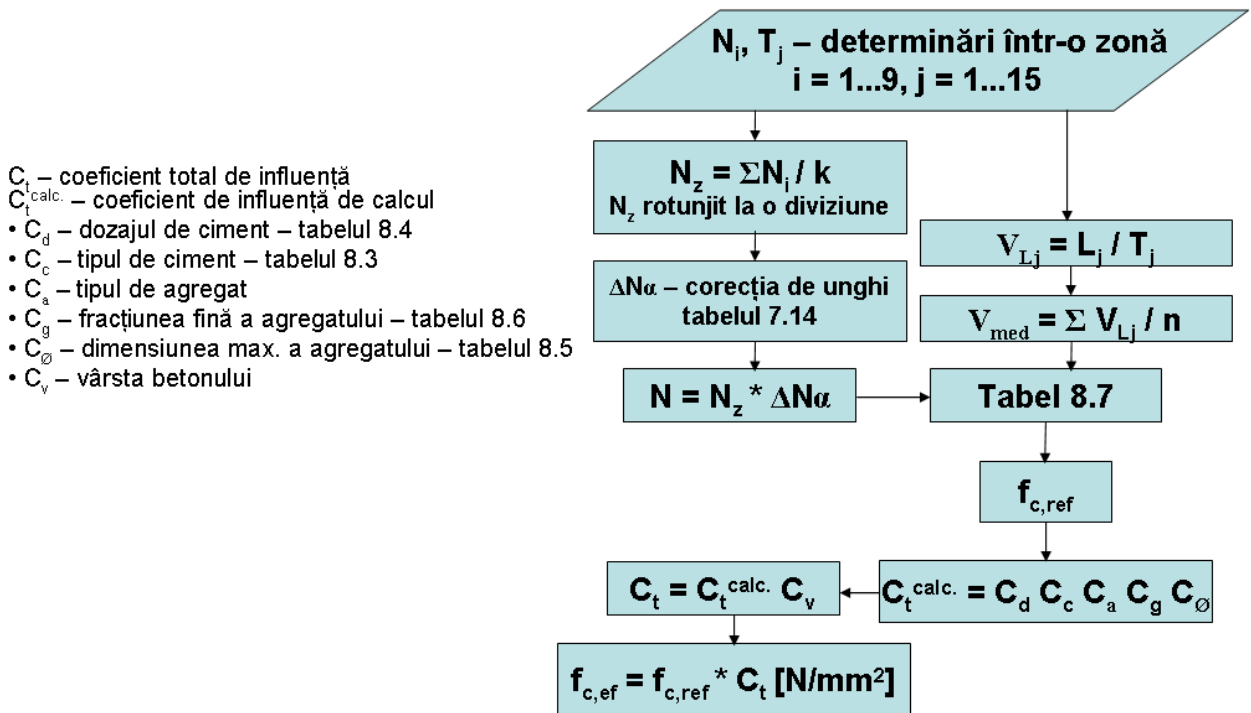


Tabelul 7.6 Corecții de temperatură ale vitezei de propagare V_L

Temperatura °C	Corecția %	
	Beton uscat în aer	Beton saturat în apă
+60	+5	+4
+40	+2	+1,7
+20	0	0
0	-0,5	-1
<-4	-1,5	-7,5

METODA COMBINATA – SCLEROMETRU+BETONOSCOPI

Schema logica de prelucrare a datelor in metoda combinata este urmatoarea:



3. INTERPRETAREA DATELOR – conform NP 137 - 2014

În cazul în care nu se cunosc date privind compoziția și modul de preparare ale betonului asupra căruia s-au efectuat încercările se consideră coeficientul de influență de calcul $C_t^{calc.}$ ca fiind unitar (corespunzător betonului standard).

În situația în care nu au fost extrase carote sau nu au fost prelevate epruvete (cubice sau cilindrice) la turnarea betonului, se va face doar o interpretare directă a datelor, interpretarea statistică ne fiind posibilă (ea depinde de încercările de laborator efectuate pe epruvetele prelevate).

Elementul supus interpretării este rezistența medie pe o secțiune normală într-un stâlp, rezistența medie pe o secțiune orizontală sau înclinată într-o diafragmă, rezistența medie pe o secțiune normală într-o placă, rezistența medie în zona comprimată sau pe o secțiune înclinată într-o grindă.

Pe baza rezistenței medii pe secțiune se va calcula și rezistența medie pe element luând în considerare toate secțiunile încercate în element ($f_{m(n),is}$). De asemenea, la interpretarea rezultatelor se va lua în considerare valoarea minimă a rezistenței medii pe secțiune, obținută pe un element ($f_{is,min}$).

Rezultatele obținute pe element/structuri din beton armat prin aplicarea metodei nedistructive combinate reprezintă rezistențe la compresiune echivalente cu cele obținute pe cuburi de 150 mm.

În cazul în care numărul de rezultate este mai mic de 15, metoda servește numai la estimarea rezistenței la compresiune a betonului din lucrare.

În acest caz rezistența betonului din element se consideră acceptabilă dacă sunt îndeplinite relațiile:

$$f_{m(n),is} \geq f_{ck,is} + k_1 * s$$

$$f_{is,min} \geq f_{ck,is} - 4$$

unde:

s – abaterea standard trebuie să fie valoarea calculată plecând de la rezultatele încercării sau să fie egală cu $3,0 \text{ N/mm}^2$, indiferent care din acestea are valoarea mai mare.

k_1 – coeficient ce ține seama de numărul de rezultate în conformitate cu tabelul 8.2.

$f_{m(n),is}$ și $f_{is,min}$ reprezintă valorile medii $f_{c,ef,med}$ respectiv minime $f_{c,ef,min}$ ale rezistenței efective $f_{c,ef}$.

Pentru determinarea rezistenței caracteristice a betonului din lucrare este necesară obținerea a minimum 15 rezultate.

Pentru evaluarea rezistenței caracteristice la compresiune in-situ a betonului, indiferent de tipul de element, se aplică următoarele condiții:

- evaluarea pentru fiecare zonă de încercare trebuie să se bazeze pe cel puțin 15 poziții de încercare;

- abaterea standard trebuie să fie valoarea calculată plecând de la rezultatele încercării sau să fie egală cu $3,0 \text{ N/mm}^2$, indiferent care din acestea are valoarea mai mare.

Rezistența caracteristică la compresiune in-situ a zonei de încercare este cea mai mică dintre valorile:

$$f_{ck,is} = f_{m(n),is} - 1,48 * s$$

sau

$$f_{ck,is} = f_{is,min} + 4$$

Valorile obținute se rotunjesc la cea mai apropiată valoare de $0,5 \text{ N/mm}^2$

unde:

s - abaterea standard a rezultatelor încercării.

$$s_{\text{calc.}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (f_{is} - f_{m(n),is})^2}{k-1}} \quad \text{N/mm}^2$$

$$s = \max(3,0 \text{ N/mm}^2; s_{\text{calc.}})$$

Cerințele pentru rezistența caracteristică la compresiune minimă, determinată in-situ în conformitate cu standardul SR EN 13791, referitoare la clasele de rezistență la compresiune, determinate în conformitate cu normativul NE 012/1, sunt prezentate sintetic în tabelul 6.1.

Tabelul 6.1 – Corespondența dintre rezistența caracteristică la compresiune in-situ minimă și clasa de rezistență la compresiune a betonului

Clasa de rezistență la compresiune în conformitate cu NE 012/1	Rezistența caracteristică a betonului determinată in-situ în conformitate cu SR EN 13791	
	$f_{ck, is, cil}$	$f_{ck, is, cub}$
C8/10	7	9
C12/15	10	13
C16/20	14	17
C20/25	17	21
C25/30	21	26
C30/37	26	31
C35/45	30	38
C40/50	34	43
C45/55	38	47
C50/60	43	51
C55/67	47	57

Timișoara, decembrie 2015

Întocmit,
Prof. dr. ing. Valeriu STOIAN

As. dr. ing. Dan DIACONU

BREVIAR DE CALCUL

Privind calculul rezistențelor betonului determinate prin metoda nedistructivă combinată
CALCULUL PROPRIU-ZIS - conform NP 137 - 2014

A. Date generale

Număr buletin de încercare / Dată: **580.1 / 23.12.2015**

Obiectul: „**RESTAURAREA SI RENOVAREA TURNULUI DE APARARE, MONUMENT ISTORIC, DIN ORASUL CIACOVA, JUD. TIMIȘ**”

Adresa: **Turnul de aparare, Ciacova, Jud. TIMIȘ**

Elementele de construcții încercate: **placa rezervor apa**

Beneficiarul: **PRIMARIA ORASULUI CIACOVA**

Clasa de beton prevăzută în proiect: -

Ultrasunete: **betonoscop TICO de la PROCEQ Elveția**

Sclerometru: **Schmidt tip N 34 de la PROCEQ Elveția**

Pahometru: **PROFOMETER 5+ de la PROCEQ Elveția**

Citire etalon: **76**

Poziția de lucru: **-90° (de sus în jos)**

Tehnica transmisiei: **indirectă de suprafață**

B. Elemente caracteristice privind compoziția betonului și coeficienții de influență

Nu se cunosc date privind betonul turnat în planșeul studiat.

Coeficientul total de influență în metoda combinată este:

$$C_t = C_t^{calc.} \times C_v$$
$$C_t^{calc.} = C_c \times C_d \times C_a \times C_{\emptyset} \times C_g$$

C_t = coeficient de influență total;

$C_t^{calc.}$ = coeficient de influență de calcul;

C_v = coeficient de influență al vârstei, care are drept scop diminuarea influenței stratului carbonat;

C_c = coeficient de influență al tipului de ciment =1,00 pentru cimentul de tip CEM II/A-S32,5R conform normativului NP 137 - 2014, tabelul 8.3;

C_d = coeficient de influență al dozajului de ciment, conform normativului NP 137-2014, tabelul 8.4.;

C_a = coeficient de influență al naturii agregatelor =1,00 pentru agregate de râu conform normativului NP 137 - 2014, punctul 8.4.5.;

C_{\emptyset} = coeficient de influență al dimensiunii maxime a agregatelor este 1,00 pentru un agregat total cu granule de max = 31 mm conform normativului NP 137 - 2014, tabelul 8.5;

C_g = coeficientul fracțiunii fine din agregatul total utilizat la prepararea betonului (treceți în procente, din agregatul total pe sita cu ochiuri de 1mm; zona de granulozitate); conform normativului NP 137 - 2014, tabelul 8.6.

Întrucât nu se cunosc date despre compoziția betonului, coeficientul total de influență teoretic se va calcula pe baza experienței conducătorului încercărilor nedistructive, care va estima compoziția betonului analizat prin culegerea datelor de la locul încercării.

$$C_t^{calc.} = 1 \times 1 \times 1 \times 1.03 \times 1.03 = 1.06$$

vârsta ≤ 1 an → $C_v = 1$

vârsta > 1 an → $C_v = 0.9$

$$C_t = 1.06 \times 0.9 = \boxed{0.95}$$

D. MĂSURĂTORI ÎNREGISTRATE

Nr. Cr.	Element	Secțiune	Direcție	Punct	Viteza ultrasonică V_L [m/s]				Indicele de recul N [div]					
					D [cm]	t [s]	V_L	$V_{L, med}$	N_i	N_z	$\Delta\alpha$	$N_{z, cor}$		
1	placă suprafața rezervor apă	A	1	1	30	80.0	3750	3740	30	32.4	3.00	35	ZONA 1	
2				2	40	108.2	3700		30					
3														31
4				2	1	30	80.6		3720					32
5			2		40	107.6	3720		32					
6														34
7				3	1	30	79.1		3790					34
8			2		40	106.5	3760		34					
9														35
10			B	1	1	30	78.3	3830	3773	32	33.7	2.95		37
11		2			40	107.2	3730	32						
12										33				
13				2	1	30	79.4	3780		33				
14		2			40	107.2	3730	33						
15										34				
16				3	1	30	79.0	3800		35				
17		2			40	106.2	3770	35						
18										36				
19			C	1	1	30	79.3	3780	3778	30	33.2	2.97		36
20		2			40	105.8	3780	32						
21										32				
22				2	1	30	78.2	3840		33				
23		2			40	107.5	3720	34						
24										34				
25				3	1	30	79.0	3800		34				
26		2			40	106.8	3750	35						
27										35				

ZONA 1

Calculul rezistențelor betonului turnat în placa superioara a rezervorului de apa

SECȚIUNEA A

DIRECȚIA DE MĂSURARE 1

a) cu betonoscopul (cu ultrasunete) - PUNCTELE A1.1; A1.2;

$$\begin{array}{l} D_1 = 30.0 \text{ cm} \\ t_1 = 80.0 \text{ } \mu\text{s} \end{array} \left| \rightarrow v_{1.1} = \frac{D_1}{t_1} \times 10^4 = 3750 \text{ m/s} \right.$$

$$\begin{array}{l} D_2 = 40.0 \text{ cm} \\ t_2 = 108.2 \text{ } \mu\text{s} \end{array} \left| \rightarrow v_{1.2} = \frac{D_2}{t_2} \times 10^4 = 3700 \text{ m/s} \right.$$

b) cu sclerometrul (cu recul) tip Schmidt

$N_1 = 30$	$\Delta N = N_{\max} - N_{\min} = 5 \leq 5$	
$N_2 = 30$	$N_3 - N_1 = 1 < 3$	
$N_3 = 31$	$N_2 - N_1 = 0 \leq 2$	
$N_4 = 32$		
$N_5 = 32$		
$N_6 = 34$	$N_z = \frac{\sum N_k}{k} = 32.4$	$\rightarrow N_{z,\text{cor},A} = 35.0$
$N_7 = 34$		
$N_8 = 34$	$\Delta \alpha = 3.00$	
$N_9 = 35$		

$$f_{c,\text{ref},A1.1} = 18.200 \text{ N/mm}^2 \text{ (din tabelul 7.14 - interpolare funcție de viteză și indice de recul)}$$

$$f_{c,\text{ef},A1.1} = R_b = C_t \times f_{c,\text{ref}} = 17.4 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,\text{ref},A1.2} = 17.400 \text{ N/mm}^2 \text{ (din tabelul 7.14 - interpolare funcție de viteză și indice de recul)}$$

$$f_{c,\text{ef},A1.2} = R_b = C_t \times f_{c,\text{ref}} = 16.6 \text{ N/mm}^2$$

DIRECȚIA DE MĂSURARE 2

a) cu betonoscopul (cu ultrasunete) - PUNCTELE A2.1; A2.2;

$$\begin{array}{l} D_1 = 30.0 \text{ cm} \\ t_1 = 80.6 \text{ } \mu\text{s} \end{array} \left| \rightarrow v_{2.1} = \frac{D_1}{t_1} \times 10^4 = 3720 \text{ m/s} \right.$$
$$\begin{array}{l} D_2 = 40.0 \text{ cm} \\ t_2 = 107.6 \text{ } \mu\text{s} \end{array} \left| \rightarrow v_{2.2} = \frac{D_2}{t_2} \times 10^4 = 3720 \text{ m/s} \right.$$

b) cu sclerometrul (cu recul) tip Schmidt

$$N_{z,\text{cor},A} = \boxed{35.0}$$

$$\begin{array}{l} f_{c,\text{ref},A2.1} = 17.720 \text{ N/mm}^2 \text{ (din tabelul 7.14 - interpolare funcție de viteză și indice de recul)} \\ f_{c,\text{ef},A2.1} = R_b = C_t \quad \times \quad f_{c,\text{ref}} = \boxed{16.9} \text{ N/mm}^2 \end{array}$$
$$\begin{array}{l} f_{c,\text{ref},A2.2} = 17.720 \text{ N/mm}^2 \text{ (din tabelul 7.14 - interpolare funcție de viteză și indice de recul)} \\ f_{c,\text{ef},A1.2} = R_b = C_t \quad \times \quad f_{c,\text{ref}} = \boxed{16.9} \text{ N/mm}^2 \end{array}$$

DIRECȚIA DE MĂSURARE 3

a) cu betonoscopul (cu ultrasunete) - PUNCTELE A3.1; A3.2;

$$\begin{array}{l} D_1 = 30.0 \text{ cm} \\ t_1 = 79.1 \text{ } \mu\text{s} \end{array} \left| \rightarrow v_{3.1} = \frac{D_1}{t_1} \times 10^4 = 3790 \text{ m/s} \right.$$
$$\begin{array}{l} D_2 = 40.0 \text{ cm} \\ t_2 = 106.5 \text{ } \mu\text{s} \end{array} \left| \rightarrow v_{3.2} = \frac{D_2}{t_2} \times 10^4 = 3760 \text{ m/s} \right.$$

b) cu sclerometrul (cu recul) tip Schmidt

$$N_{z,\text{cor},A} = \boxed{35.0}$$

$$\begin{array}{l} f_{c,\text{ref},A3.1} = 18.800 \text{ N/mm}^2 \text{ (din tabelul 7.14 - interpolare funcție de viteză și indice de recul)} \\ f_{c,\text{ef},A3.1} = R_b = C_t \quad \times \quad f_{c,\text{ref}} = \boxed{18.0} \text{ N/mm}^2 \end{array}$$
$$\begin{array}{l} f_{c,\text{ref},A3.2} = 18.350 \text{ N/mm}^2 \text{ (din tabelul 7.14 - interpolare funcție de viteză și indice de recul)} \\ f_{c,\text{ef},A3.2} = R_b = C_t \quad \times \quad f_{c,\text{ref}} = \boxed{17.5} \text{ N/mm}^2 \end{array}$$

SECȚIUNEA B

DIRECȚIA DE MĂSURARE 1

a) cu betonoscopul (cu ultrasunete) - PUNCTELE B1.1; B1.2;

$$\left. \begin{array}{l} D_1 = 30.0 \text{ cm} \\ t_1 = 78.3 \text{ } \mu\text{s} \end{array} \right\} \rightarrow v_{1.1} = \frac{D_1}{t_1} \times 10^4 = 3830 \text{ m/s}$$

$$\left. \begin{array}{l} D_2 = 40.0 \text{ cm} \\ t_2 = 107.2 \text{ } \mu\text{s} \end{array} \right\} \rightarrow v_{1.2} = \frac{D_2}{t_2} \times 10^4 = 3730 \text{ m/s}$$

b) cu sclerometrul (cu recul) tip Schmidt

$N_1 = 32$	$\Delta N = N_{\max} - N_{\min} = 4 \leq 5$
$N_2 = 32$	$N_3 - N_1 = 1 < 3$
$N_3 = 33$	$N_2 - N_1 = 0 \leq 2$
$N_4 = 33$	
$N_5 = 33$	$N_z = \frac{\sum N_k}{k} = 33.7$
$N_6 = 34$	$\Delta \alpha = 2.95$
$N_7 = 35$	$\rightarrow N_{z, \text{cor}, B} = 37.0$
$N_8 = 35$	
$N_9 = 36$	

$$f_{c, \text{ref}, B1.1} = 21.200 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{din tabelul 7.14 - interpolare funcție de viteză și indice de recul})$$

$$f_{c, \text{ef}, B1.1} = R_b = C_t \times f_{c, \text{ref}} = 20.2 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c, \text{ref}, B1.2} = 19.390 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{din tabelul 7.14 - interpolare funcție de viteză și indice de recul})$$

$$f_{c, \text{ef}, B1.2} = R_b = C_t \times f_{c, \text{ref}} = 18.5 \text{ N/mm}^2$$

DIRECȚIA DE MĂSURARE 2

a) cu betonoscopul (cu ultrasunete) - PUNCTELE B2.1; B2.2;

$$\left. \begin{array}{l} D_1 = 30.0 \text{ cm} \\ t_1 = 79.4 \text{ } \mu\text{s} \end{array} \right\} \rightarrow v_{2.1} = \frac{D_1}{t_1} \times 10^4 = 3780 \text{ m/s}$$

$$\left. \begin{array}{l} D_2 = 40.0 \text{ cm} \\ t_2 = 107.2 \text{ } \mu\text{s} \end{array} \right\} \rightarrow v_{2.2} = \frac{D_2}{t_2} \times 10^4 = 3730 \text{ m/s}$$

b) cu sclerometrul (cu recul) tip Schmidt

$$N_{z,cor,B} = \boxed{37.0}$$

$$f_{c,ref,B2.1} = 20.260 \quad \mathbf{N/mm^2} \quad (\text{din tabelul 7.14 - interpolare funcție de viteză și indice de recul})$$

$$f_{c,ef,B2.1} = R_b = C_t \quad \mathbf{x} \quad f_{c,ref} = \boxed{19.3} \quad \mathbf{N/mm^2}$$

$$f_{c,ref,B2.2} = 19.390 \quad \mathbf{N/mm^2} \quad (\text{din tabelul 7.14 - interpolare funcție de viteză și indice de recul})$$

$$f_{c,ef,B2.2} = R_b = C_t \quad \mathbf{x} \quad f_{c,ref} = \boxed{18.5} \quad \mathbf{N/mm^2}$$

DIRECȚIA DE MĂSURARE 3

a) cu betonoscopul (cu ultrasunete) - PUNCTELE B3.1; B3.2;

$$\left. \begin{array}{l} D_1 = 30.0 \text{ cm} \\ t_1 = 79.0 \text{ } \mu\text{s} \end{array} \right\} \rightarrow v_{3.1} = \frac{D_1}{t_1} \times 10^4 = 3800 \text{ m/s}$$

$$\left. \begin{array}{l} D_2 = 40.0 \text{ cm} \\ t_2 = 106.2 \text{ } \mu\text{s} \end{array} \right\} \rightarrow v_{3.2} = \frac{D_2}{t_2} \times 10^4 = 3770 \text{ m/s}$$

b) cu sclerometrul (cu recul) tip Schmidt

$$N_{z,cor,B} = \boxed{37.0}$$

$$f_{c,ref,B3.1} = 20.600 \quad \mathbf{N/mm^2} \quad (\text{din tabelul 7.14 - interpolare funcție de viteză și indice de recul})$$

$$f_{c,ef,B3.1} = R_b = C_t \quad \mathbf{x} \quad f_{c,ref} = \boxed{19.7} \quad \mathbf{N/mm^2}$$

$$f_{c,ref,B3.2} = 20.090 \quad \mathbf{N/mm^2} \quad (\text{din tabelul 7.14 - interpolare funcție de viteză și indice de recul})$$

$$f_{c,ef,B3.2} = R_b = C_t \quad \mathbf{x} \quad f_{c,ref} = \boxed{19.2} \quad \mathbf{N/mm^2}$$

SECȚIUNEA C

DIRECȚIA DE MĂSURARE 1

a) cu betonoscopul (cu ultrasunete) - PUNCTELE C1.1; C1.2;

$$\left. \begin{array}{l} D_1 = 30.0 \text{ cm} \\ t_1 = 79.3 \text{ } \mu\text{s} \end{array} \right\} \rightarrow v_{1.1} = \frac{D_1}{t_1} \times 10^4 = 3780 \text{ m/s}$$

$$\left. \begin{array}{l} D_2 = 40.0 \text{ cm} \\ t_2 = 105.8 \text{ } \mu\text{s} \end{array} \right\} \rightarrow v_{1.2} = \frac{D_2}{t_2} \times 10^4 = 3780 \text{ m/s}$$

b) cu sclerometrul (cu recul) tip Schmidt

$N_1 = 30$	$\Delta N = N_{\max} - N_{\min} = 5 \leq 5$
$N_2 = 32$	$N_3 - N_1 = 2 < 3$
$N_3 = 32$	$N_2 - N_1 = 2 \leq 2$
$N_4 = 33$	
$N_5 = 34$	
$N_6 = 34$	$N_z = \frac{\sum N_k}{k} = 33.2$
$N_7 = 34$	→ $N_{z,cor,C} = 36.0$
$N_8 = 35$	
$N_9 = 35$	
	$\Delta \alpha = 2.97$

$f_{c,ref,C1.1} = 19.380 \text{ N/mm}^2$ (din tabelul 7.14 - interpolare funcție de viteză și indice de recul)

$f_{c,ef,C1.1} = R_b = C_t \times f_{c,ref} = 18.5 \text{ N/mm}^2$

$f_{c,ref,C1.2} = 19.380 \text{ N/mm}^2$ (din tabelul 7.14 - interpolare funcție de viteză și indice de recul)

$f_{c,ef,C1.2} = R_b = C_t \times f_{c,ref} = 18.5 \text{ N/mm}^2$

DIRECȚIA DE MĂSURARE 2

a) cu betonoscopul (cu ultrasunete) - PUNCTELE C2.1; C2.2;

$D_1 = 30.0 \text{ cm}$
 $t_1 = 78.2 \text{ } \mu\text{s}$ → $v_{2.1} = \frac{D_1}{t_1} \times 10^4 = 3840 \text{ m/s}$

$D_2 = 40.0 \text{ cm}$
 $t_2 = 107.5 \text{ } \mu\text{s}$ → $v_{2.2} = \frac{D_2}{t_2} \times 10^4 = 3720 \text{ m/s}$

b) cu sclerometrul (cu recul) tip Schmidt

$N_{z,cor,C} = 36.0$

$f_{c,ref,C2.1} = 20.420 \text{ N/mm}^2$ (din tabelul 7.14 - interpolare funcție de viteză și indice de recul)

$f_{c,ef,C2.1} = R_b = C_t \times f_{c,ref} = 19.5 \text{ N/mm}^2$

$f_{c,ref,C2.2} = 18.420 \text{ N/mm}^2$ (din tabelul 7.14 - interpolare funcție de viteză și indice de recul)

$f_{c,ef,C2.2} = R_b = C_t \times f_{c,ref} = 17.6 \text{ N/mm}^2$

SECȚIUNEA C	$f_{c,ef,C1.1} = 18.5$	N/mm ²
	$f_{c,ef,C1.2} = 18.5$	N/mm ²
	$f_{c,ef,C2.1} = 19.5$	N/mm ²
	$f_{c,ef,C2.2} = 17.6$	N/mm ²
	$f_{c,ef,C3.1} = 18.8$	N/mm ²
	$f_{c,ef,C3.2} = 18.0$	N/mm ²

Abaterea standard a rezultatelor:

$$s_{calc.} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (f_{is} - f_{m(n),is})^2}{k-1}} = 1.034 \text{ N/mm}^2$$

$$s_{min} = 3.0 \text{ N/mm}^2$$

$$\rightarrow s = \max(s_{calc.}; s_{min}) = 3.000 \text{ N/mm}^2$$

Determinarea rezistenței caracteristice:

$$f_{ck,is-1} = f_{m(n),is} - 1.48 * s = 13.9 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ck,is-2} = f_{is,min} + 4 = 20.6 \text{ N/mm}^2$$

$$\rightarrow f_{ck,is}^{final} = \min(f_{ck,is-1}; f_{ck,is-2}) = 13.9 \text{ N/mm}^2$$

Încadrarea în clasă:

- conform tabelului 6.1 din normativul NP 137-2014, rezistența caracteristică la compresiune minimă corespunzătoare clasei C12/15 este:

$$f_{ck,is,cub} = 13 \text{ N/mm}^2 < f_{ck,is}^{final} = 13.90 \text{ N/mm}^2$$

betonul din zona analizată se încadrează în clasa:

→ **C 12/15**

Bc15 B200

Efectuat încercări,
As. dr. ing. Dan DIACONU

Verificat: Șef laborator grad I
Prof. dr. ing. Valeriu STOIAN

Specialist încercări nedistructive
As. dr. ing. Dan DIACONU

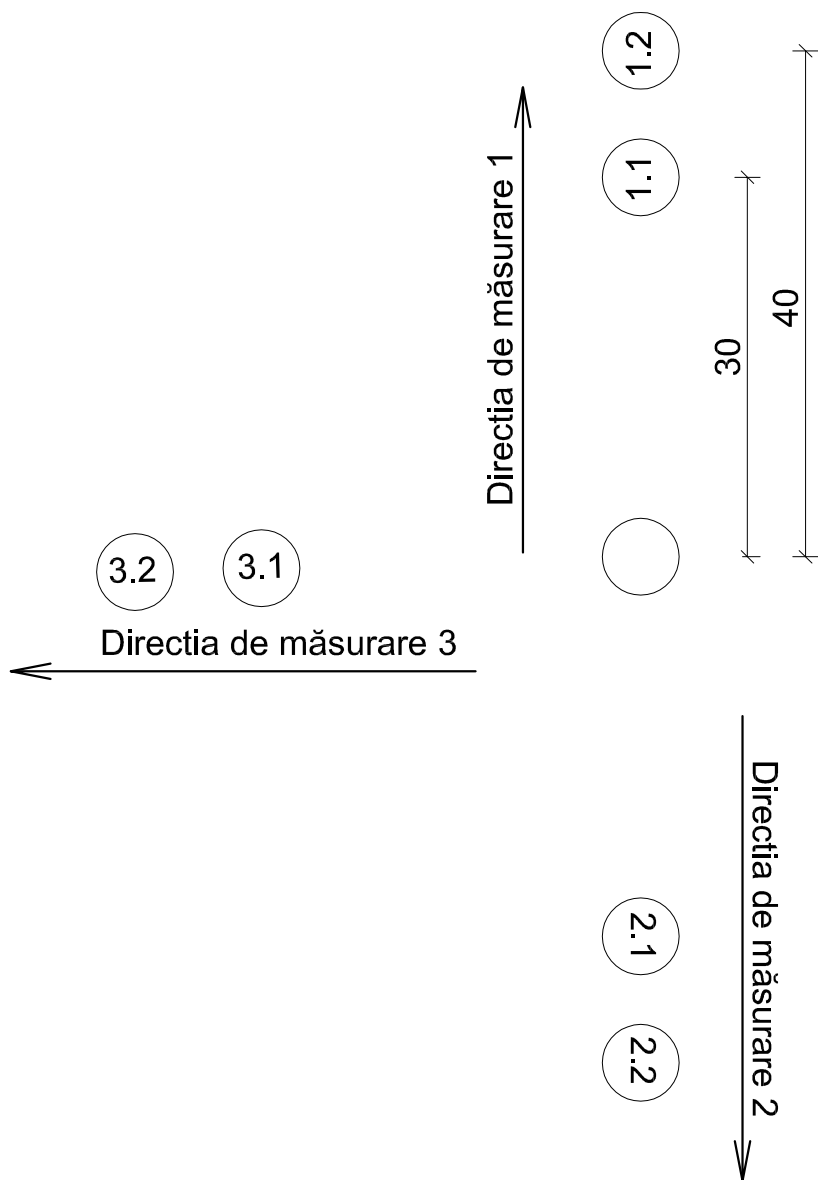


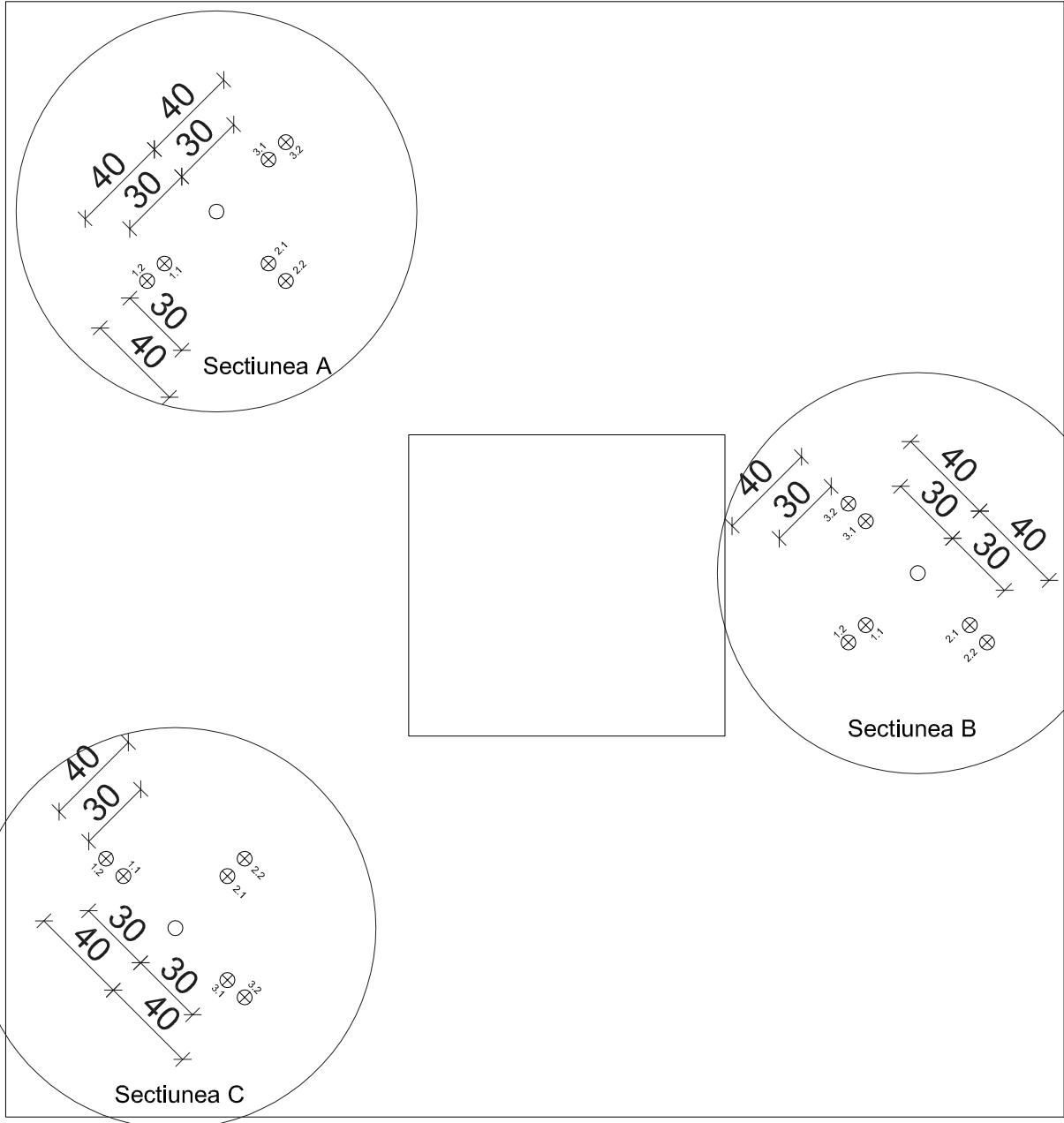
BREVIAR FOTO

Placa rezervor apa – PRELEVARE DATE CU SCLEROMETRU (cu recul), BETONOSCOPUL (cu ultrasunete)



Modul de distribuire a punctelor într-o secțiune
la placă (6 puncte de încercare)





Modul de dispunere a sectiunilor
de încercare pentru placa

**ANEXA 2.1: MODEL BULETIN ÎNCERCARE
CAROTE – CALITATEA BETONULUI DIN STRUCTURI**

„EXTINDEREA SI REABILITAREA CAPACITATILOR DE PRODUCTIE SI TRATARE SI POMPARE A APEI PENTRU AGLOMERAREA TURNU MAGURELE – TR CL-3 si REZERVOR SUPRATERAN-2-3000mc G.A. ODAIA”

**TURNU MAGURELE, JUD. TELEORMAN
= ÎNCERCĂRI DISTRUCTIVE - CAROTE =**



Beneficiar: SC APA SERV SA ALEXANDRIA-TELEORMAN

Timișoara, DECEMBRIE, 2015



COLECTIV DE ELABORARE

Prof. dr. ing. Valeriu STOIAN

As. dr. ing. Dan DIACONU



B O R D E R O U

Foaie de capăt

Colectiv de elaborare

Borderou

1. Introducere
2. Procedura de încercare
3. Încercări efectuate
4. Concluzii

Anexa

- A. Condiții de încadrare a betonului în clasă
- B. Breviar foto
- C. Buletine de laborator



1. Introducere

În conformitate cu obiectivul comenzii au fost efectuate încercări distructive de prelevare carote cu scopul de a determina calitatea betonului din elementele de rezistență ale construcțiilor situate în localitatea Turnu Magurele, județul Teleorman, la solicitarea beneficiarului SC APA SERV SA ALEXANDRIA-TELEORMAN.

Au fost respectate prevederile normativelor: NE 012/1, NE 012/2-2010, SR EN 12504-1:2009, NP 137-2014 - **NORMATIV PENTRU EVALUAREA IN-SITU A REZISTENȚEI BETONULUI DIN CONSTRUCȚIILE EXISTENTE. EXEMPLE DE APLICARE.**

2. Procedura de încercare

Considerații generale

Incarcarile prin extrageri de carote, sunt încercări distructive prin efectul pe care îl au asupra betonului din elementul examinat și se efectuează în conformitate cu SR EN12504-1 și NP 137-2014.

Carotele nu reprezintă echivalentul pentru betonul din lucrare, al unei epruvete turnate, de aceeași formă și dimensiune din cauza distrugerilor în structura betonului ce au loc atât pe suprafețele laterale cât și pe cele de capăt ale carotei, în timpul operației de extragere și prelucrare.

Pentru obținerea rezistenței echivalente unui cub, cu latura de 15 cm, din același beton, este necesară aplicarea unor factori de corecție, care țin cont de aceste degradări. Scopul evaluării rezistenței la compresiune in-situ a betonului dintr-o structură sau din elemente prefabricate din beton influențează planificarea zonelor de încercare. Se identifică una sau mai multe zone de încercare și în limitele fiecărei zone de încercare, se alege un număr de poziții de încercare. Alegerea mărimii pozițiilor de încercare depinde de metoda de încercare folosită. Numărul rezultatelor de încercare dintr-o zonă de încercare influențează gradul de încredere al evaluării.

În evaluarea rezistenței la compresiune in-situ trebuie luat în considerare faptul că cea mai scăzută rezistență a betonului este de obicei în apropierea suprafeței elementului structural, rezistența crescând odată cu creșterea adâncimii față de suprafață. De asemenea odată cu înălțimea betonului turnat, rezistența in-situ descrește către partea superioară a unui element turnat chiar și pentru plăci, și poate fi cu până la 25 % mai mică în extremitatea superioară decât în miezul betonului. Betonul de rezistență scăzută este adesea concentrat la o distanță de 300 mm sau de 20% de partea superioară a înălțimii elementului (se alege valoarea mai mică).

În cazurile în care trebuie evaluată capacitatea portantă a unei structuri existente, încercările trebuie să fie concentrate asupra betonului care este reprezentativ pentru cele mai solicitate părți ale structurii. Cu toate acestea, luarea probelor nu trebuie să afecteze în mod nefavorabil capacitatea portantă.

Selectarea zonelor de extragere a carotelor se va face ținând seama de următoarele criterii:

- amplasarea în zonele ce prezintă interes din punct de vedere al controlului calității betonului;
- trebuie evitată, pe cât este posibil prelevarea carotelor prin armături;



- îndepărtarea de zonele în care pot fi intersectate armături (aceste zone pot fi stabilite având la baza proiectul și se verifică cu ajutorul măsurătorilor nedistructive, metode electromagnetice);
- amplasarea în axa de simetrie sau cât mai aproape de aceasta a locului de extracție, la elemente verticale (stalpi);
- amplasarea în zonele cu nivel redus de solicitare a betonului;
- în cazul existenței prealabile a unor încercări nedistructive, de control a calității betonului, locul extragerii carotelor va ține seama de rezultatele măsurătorilor nedistructive, astfel încât rezultatele să fie reprezentative pentru betonul din elementul examinat.

Carotele extrase din zone cu defecte locale (vizibile) nu pot fi utilizate decât la precizarea formei și a adâncimii defectului examinat. Carotele cu neomogenități importante în secțiuni sau fisurate nu pot fi utilizate la determinarea rezistenței betonului din element.

La această metodă, precizia de încercare depinde de respectarea unor tehnici de extragere, astfel:

- direcția de extragere a carotelor trebuie să fie riguros perpendiculară pe "fața de atac" a carotei, astfel încât carotele să nu sufere nicio degradare; în vederea asigurării perpendicularității direcției de tăiere pe fața de atac, se recomandă testarea adecvată a carotei și încadrarea ei corespunzătoare în element;
- pe cât este posibil se va evita extragerea carotelor pe suprafața de turnare sau în vecinătatea ei; se vor prefera extragerile de carote de pe fețele verticale cofrate, cu centrul carotei la cel puțin 15-20 cm de fața de turnare; în cazul în care nu se dispune de asemenea suprafețe, se admit încercările pe suprafețele de turnare;
- se recomandă utilizarea de coroane diamantate cu uzură nulă sau redusă, pentru limitarea degradărilor structurale pe care le suferă betonul din carotă, cât și cel din zona adiacentă a elementului; nu se recomandă utilizarea corodelor diamantate cu un grad de uzură mai mare de 50%, gradul de uzură se determină prin compararea vitezei de înaintare a coroanei diamantate testată cu cea a unei coroane diamantate noi; Gradul de uzură de 50% corespunde reducerii la jumătate a vitezei de înaintare față de cea a unei coroane diamantate noi;
- pe tot timpul carotării se va asigura răcirea corespunzătoare a coroanei diamantate și a betonului cu apă pentru a se evita degradarea excesivă prin încălzire a acestora;
- se interzice utilizarea corodelor, din carborundum, indiferent de gradul lor de uzură, la betoanele preparate cu agregat cuarțos;
- în cazul în care grosimea elementului încercat este redusă (sub 30 cm), se recomandă extragerea carotei pe toată grosimea elementului și fracționarea ei ulterioară prin tăiere. Această procedură asigură un paralelism mai bun al fețelor de capăt;
- în cazul în care grosimea elementului încercat este mare (peste 30 cm), este necesară desprinderea epruvetei de pe fund prin acționarea în consolă a carotei cu o parghie sau pană, în sanțul produs prin carotare. Se va urmări obținerea unor suprafețe de capăt cu denivelări minime (sub 2 cm).
- nu se admit pentru încercare carote ce conțin armături longitudinale sau înclinate la mai puțin de 45° față de axa carotei.
- transportul și manipularea de la locul de extracție, la locul de păstrare și încercare, trebuie să se facă în condițiile care să împiedice degradarea carotei.

Diametrul carotei

Diametrul carotei influențează rezistența măsurată și variabilitatea rezistenței. Rezistența unei carote forate orizontal cu diametrul de 100 mm și o înălțime egală cu diametrul corespunde rezistenței epruvetelor cubice cu o dimensiune a laturii de 150 mm.

În carotele cu diametre mai mici de 100 mm și $l/d = 1$, variabilitatea rezistenței este, în general, mai mare. Din acest motiv, la carotele de 50 mm este recomandată utilizarea unui număr de trei ori mai mare de carote decât atunci când încercările se efectuează pe carote cu diametrul de 100 mm, cu o interpolare liniară pentru diametrele cuprinse între 100 mm și 50 mm.

Variabilitatea rezistenței măsurate crește odată cu descreșterea diametrului. Carotele cu un diametru mai mic de 50 mm (micro-carote) necesită proceduri care nu sunt acoperite de prezentul normativ.

Raport lungime/diametru

Raportul lungime/diametru influențează rezistența măsurată. Rezistența descrește pentru rapoartele $l/d > 1$ și crește pentru rapoartele $l/d < 1$. Acest fapt se datorează, în principal, presiunii exercitate de platanele mașinii de încercare.

Planeitatea extremităților carotei

Abaterile de la planeitate diminuează rezistența măsurată. Toleranța pentru planeitate trebuie să fie aceeași ca pentru epruvetele standard, așa cum este specificată în EN 12390-1.

Pregătirea extremităților carotei

Stratul de rezistență mică generează o diminuare a rezistenței. Straturile subțiri din mortar de rezistență mare sau din sulf de rezistență mare nu influențează semnificativ rezistența. Se recomandă rectificarea acestor extremități.

Efect al carotării

Operațiile de carotare pot produce deteriorări la betonul tânăr sau la betonul slab calitativ și în mod normal, nu se pot observa efectele pe suprafața decupată. O carotă poate fi calitativ mai slabă decât un cilindru din același beton turnat, deoarece suprafața unei carote include fragmente tăiate ale granulelor de agregat, care pot să fie reținute pe suprafață numai prin aderența matricei de legătură. Este foarte probabil ca aceste particule să contribuie în mică măsură la rezistența carotei.

Armătură

Carotele folosite la măsurarea rezistenței betonului nu trebuie să conțină bare de armătură. Atunci când acest lucru nu se poate evita, se așteaptă să apară o diminuare a rezistenței măsurate la o carotă care conține armătură (altfel decât de-a lungul axei sale). Orice carotă care conține bare de armare în sau aproape de axa longitudinală nu este potrivită pentru încercarea de rezistență.

Numărul de carote

Numărul carotelor extrase va fi ales în funcție de următoarele criterii:
- scopul examinării (evaluarea structurilor existente din beton, determinarea calității betonului din construcții noi, în cazul în care există dubii privind calitatea, neconformitatea

betonului la stații etc.). În primul caz numărul de probe va fi stabilit de expert iar în cazul construcțiilor noi de către proiectant sau expert și se recomandă ca numărul de probe să fie cel puțin egal cu cel recomandat în cazul prelevării probelor la locul de turnare*.

- numărul elementelor investigate;
- variațiile locale ale calității betonului de la element la element și în interiorul aceluiași element;
- gradul și modul de solicitare a elementului;
- amploarea avariilor produse;
- diametrul carotelor;
- modalitatea de evaluare a rezistenței betonului utilizând încercarea carotelor (metoda independentă, corelarea cu metode indirecte).

***Notă:** Numărul de carote extrase dintr-o structură va ține seama de necesitatea de a calcula o rezistență care să caracterizeze o zonă specifică, (o populație) distinctă a structurii (de ex. mulțimea carotelor care caracterizează, în funcție de situație, fie aceeași clasă de beton, fie un nivel dat al construcției, fie un același tip de element).

Mărimea carotelor

a. *Diametrul d* al carotei ce se extrage depinde de următoarele elemente:

- dimensiunea maximă a agregatului;
- distanța minimă între armături în zona de extracție;
- diametrul interior al cuțitelor de tăiere.
- rezervele de rezistență sau nivelul de solicitare, în zona de extracție;

Se recomandă ca diametrul carotei să fie $d=100$ mm. Când nu se pot extrage carote având acest diametru (de exemplu din cauza aglomerărilor de armatură sau când este imposibil să se obțină rapoarte între înălțimea carotei și diametrul mai mari de 1) se acceptă și carote având diametre mai reduse.

În raport cu dimensiunea maximă a agregatului $\Phi_{\max.\text{agr.}}$, se recomandă ca diametrul carotei, d să fie de minimum trei ori mai mare și nu trebuie să fie mai mic de două ori decât dimensiunea maximă a agregatului.

$$d \geq 3 \Phi_{\max.\text{agr.}}$$

În raport cu distanța între armături a (în cm), în zona de extracție, se recomandă respectarea relației:

$$d \leq a - \Phi_{\text{arm.}} - 2 t_{\text{cut.}} - 3$$

unde,

$\Phi_{\text{arm.}}$ = diametrul armăturii în zona de extragere, în cm;

$t_{\text{cut.}}$ = grosimea coroanei diamantate a cuțitului cu care se taie carota, în cm.

În aprecierea slăbirii maxime admise se va ține seama că, de regulă, carotele nu sunt extrase pe toată adâncimea elementului iar prin completarea golului produs prin forare este posibil ca să se realizeze numai refacerea parțială a secțiunii slăbite.



b. *Lungimea carotei incercate distructiv l* (in cm) este recomandabil să fie egală cu diametrul si in orice caz trebuie să fie cuprinsă între limitele:

$$d \leq l \leq 2d$$

c. *Coeficientul de variație a rezistenței obținute pe carote* in cazul incercării intr-un singur laborator este de 3,2%, respectiv de 4,7%, pentru incercări inter-laboratoare pentru betoane avand rezistențe între 32 MPa si 48 MPa. In cazul incercării a două probe din acelasi beton rezistențele individuale nu sunt mai mari de 9%, față de medie in cazul incercării intr-un singur laborator, respectiv 13% pentru incercări inter-laboratoare.

Pregătirea carotelor inainte de incercare

După ce carotele au fost extrase acestea se sterg de apă iar suprafața umedă datorită răcirii cu apă din timpul extragerii trebuie să se lase la uscat nu mai mult de o oră de la extragere. Se introduc carotele in saci de plastic sau in containere neabsorbante astfel incat să nu se reducă umiditatea. Se mențin carotele la temperatura mediului, ferite de contactul direct cu soarele. Carotele se vor transporta la laborator cat mai repede posibil. Dacă umiditatea betonului carotelor trebuie să fie similară cu cea a betonului din lucrare, carotele se mențin in sacii de plastic până in momentul in care se realizează prelucrarea carotelor la capete, perioada de scoatere din sacii de plastic până la incercare nu va depasi 2 ore.

Dacă se utilizează apă in timpul prelucrării capetelor, aceste operațiuni trebuie efectuate cat de repede posibil si nu mai tarziu de 2 zile de la extragerea carotelor. După prelucrarea capetelor*) se sterg probele, se lasă să se usuce si se introduc in saci de plastic. Se va minimiza durata expunerii cu apă in timpul prelucrării capetelor. Carotele vor rămâne in sacii de plastic pentru cel puțin 5 zile după ultimul contact cu apă, dacă nu există alte specificații privind efectura incercărilor. Dacă probele nu sunt menținute in saci, ci in condiții de laborator timp de minimum 3 zile se consideră uscate in aer. In cazul in care se cere ca incercarea carotelor să se facă in condiții de saturare a probelor acestea vor fi menținute cel puțin 48 de ore in apă la temperatura de $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ inainte de incercare.

*)NOTA: *Obținerea fețelor de capăt plane, paralele între ele si perpendiculare pe generatoare (SR EN 12390-3) este o condiție principală a corectitudinii incercării. Cand fețele de capăt rezultă plane si paralele direct după operația de tăiere (sunt fețele cofrate ale betonului), rezistențele obținute la incercarea carotelor sunt maxime, intrucat nicio degradare a suprafeței betonului nu s-a produs prin prelucrării mecanice ale suprafețelor de capăt. Dacă suprafețele de capăt nu rezultă plane si perpendiculare pe generatoare după tăiere, există posibilități de prelucrare a acestor suprafețe:*

- *polizarea suprafețelor de capăt;*
- *tăierea suprafeței sau suprafețelor de capăt;*
- *completarea zonelor de capăt cu material liant de adaos până la obținerea unei suprafețe plane, perpendiculare pe generatoare*

Polizarea suprafețelor de capăt se face cu ajutorul unor materiale abrazive acționate electro-mecanic. Se recomandă ca pe parcursul operației de polizare să se practice răcirea cu apă a betonului si a discului. Se admit pentru polizare, carote cu

denivelări maxime de 2...3 mm. Tăierea carotelor se face cu fierăstrău electric, prevăzut cu cuțite diamantate, sub jet de apă de răcire.

Stratul de completare utilizat pentru nivelarea suprafețelor de capăt trebuie să aibă următoarele caracteristici:

- bună aderență la beton, astfel încât ruperea la tracțiune a unei epruvete să se facă în afara lipiturii;
- modulul de elasticitate apropiat de cel al betonului;
- rezistența la compresiune apropiată de a betonului încarcerat;
- viteza ridicată de întărire;
- grosimea maximă de 1 cm.

Se recomandă următoarele straturi de nivelare:

- mortar epoxidic;
- mortar de ciment;
- pastă de sulf.

În cazul utilizării mortarului de ciment, ca strat de nivelare, se recomandă menținerea în apă timp de minimum 24 de ore a carotei înainte de aplicarea nivelării, și alte 48 de ore înainte de încercare, începând de la o zi după aplicarea stratului de nivelare. Trebuie avut în vedere și în acest caz influența umidității asupra rezistenței obținute.

Încercarea carotelor, determinarea rezistenței la compresiune

Încercarea la compresiune se efectuează în conformitate cu SR EN 12390-3 utilizând o mașină de încercat în conformitate cu SR EN 12390-4, determinându-se rezistența la compresiune, $f_{car} = F_{car}/A_{car}$ pentru fiecare probă prin împărțirea forței maxime, F la aria secțiunii carotei, A_{car} calculată pe baza diametrului mediu, exprimând rezultatele la cea mai apropiată valoare de 0,5 MPa (N/mm²).

Rezistența obținută prin încercarea directă a unei carote, la presă, la compresiune, nu reprezintă rezistența betonului la compresiune în structură, definită ca rezistența unui cub de 150 mm, confecționat din același beton cu betonul din lucrare și păstrat în condiții standard sau în condițiile similare cu cele ale structurii.

Factorii principali care determină diferențele sunt:

- degradarea unui strat de beton adiacent suprafeței laterale a carotei datorită operației de carotare;
- degradarea unui strat de beton adiacent suprafețelor de capăt a carotei, prin operația de tăiere transversală, sau neuniformitatea de transmitere a sarcinii la capetele rupte de pe fund cu pene sau levieri;
- existența unui strat intermediar între platanele presei și carotă cu proprietăți diferite de cele ale betonului;
- existența unei zvelteți definite ca raport între înălțimea carotei și diametrul, variabile și diferite de valoarea caracteristică a rezistenței cubului.

În cazul în care raportul între înălțime și diametrul este 2 rezultatele pot fi comparate cu rezistența cilindrică, iar în cazul în care raportul este 1, rezultatele pot fi comparate cu rezistența cubică.

Determinarea rezistenței dintr-un element f_{is} , respectiv echivalența cu rezistențe obținute pe epruvete de forma cubică cu latura de 150 mm se face cu relația:

$$f_{is} = a \cdot b \cdot c \cdot e \cdot g \cdot f_{car}$$

in care:

a= coeficient de corecție ce ține seama de influența diametrului carotei (Tabelul 7.1);

b= coeficient de corecție ce ține seama de raportul h/d între înălțime și diametru (Tabelul 7.2);

c= coeficient de corecție ce ține seama de influența stratului degradat (Tabelul 7.3);

e= coeficient de corecție ce ține seama de influența naturii stratului de adăugat pentru prelucrarea suprafeței (Tabelul 7.4);

g= coeficient ce ține seama de umiditate (Tabelul 7.5) ;

$f_{car.} = F_{car.}/A_{car.}$ Rezistența carotelor la compresiune,

$f_{car.}$ este rezistența la compresiune, în megapascali sau newtoni pe milimetri pătrați;

$F_{car.}$ este forța maximă la cedare, în newtoni;

$A_{car.}$ este secțiunea transversală a epruvetei în milimetri pătrați.

Tabelul 7.1 Valorile coeficientului a

d cm	5	10	15
a	1,06	1,00	0,98

Tabelul 7.2 Valorile coeficientului b

h/d	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
b	1,00	1,09	1,19	1,22	1,25

Tabelul 7.3 Valorile coeficientului c

Modul de obținere a suprafeței de căpat	c
Direct, din turnarea betonului fara prelucrări	1,00
Taietura transversală pe o față	1,05
Rupere de pe fund pe o față	1,05
Taieturi transversale pe ambele fețe	1,06

Tabelul 7.4 Valorile coeficientului e

Natura stratului de nivelare	e
Suprafete de beton cofrate rezultate din turnare	1,00
Mortar epoxidic	1,00
Mortar de ciment	1,07
Pasta de sulf	1,08

Tabelul 7.5 Valorile coeficientului g

Umiditatea carotei^{*)}	g
Umiditatea betonului din element	1,0
Mentinuta in apa 48 ore	1,09
Uscata in aer	0,96



OBSERVAȚII:

- cand carotele sunt incercate la o altă varstă a betonului diferită față de cea de la 28 de zile si se cere deducerea rezistenței corespunzătoare la 28 de zile trebuie aplicați coeficienți de corecție care depind de tipul de ciment si de viteza de întărire a acestuia. Coeficienții de corecție h , sunt subunitari la valori ale betonului mai mari de 28 de zile, iar valorile lor trebuie să țină seama de capacitatea mai mare de crestere in timp a rezistențelor cimenturilor cu adaosuri in special de zgură. Orientativ, la o vechime a betonului de peste 1 an se pot considera următoarele valori ale coeficienților: 0,9 pentru cimenturi fără adaosuri, 0,85 pentru cimenturi avand sub 20% adaosuri, si 0,80 pentru cimenturi cu peste 21% adaosuri. In cazul varstei mai mici a betonului sunt necesare date de la producătorul de beton care este obligat să determine viteza de întărire a betonului (raportul între rezistența la compresiune la 2 zile si respectiv la 28 de zile) in conformitate cu reglementările actuale.
- in cazul in care carotele conțin una sau mai multe armături perpendiculare pe axa acestora trebuie aplicată la valoarea lui f_{is} un coeficient supraunitar care se poate calcula, astfel:

$$h=1.0 + (1.5 \sum \Phi_{arm.} * d_r / d * l)$$

in care:

$\Phi_{arm.}$ - diametrul armăturii

d_r - distanța de la axul barei până la cel mai apropiat capăt al carotei

d - diametrul carotei

l - înălțimea carotei

Evaluarea rezistenței caracteristice la compresiune in-situ prin încercarea carotelor

Epruvete

Carotele trebuie extrase, examinate si pregătite în conformitate cu SR EN 12504-1 si încercate în conformitate cu SR EN 12390-3. Carotele trebuie păstrate în condiții de laborator timp de cel puțin 3 zile înainte de încercare, exceptând cazurile când acest lucru nu este posibil. Dacă, din motive practice, cele 3 zile de păstrare nu sunt realizabile, se înregistrează perioada de păstrare, dacă este cazul. Influența acestei abateri de la procedura standardizată trebuie evaluată.

Număr de epruvete de încercat

Numărul de carote care urmează să fie extrase dintr-o zonă de încercare trebuie determinat în funcție de volumul de beton considerat si de scopul încercării carotelor. Fiecare poziție de încercare cuprinde o carotă.

Pentru evaluarea rezistenței la compresiune in-situ, din motive statistice si de siguranță, se recomandă să fie utilizate pe cât posibil, cât mai multe carote.

O evaluare a rezistenței la compresiune in-situ pentru o anumită zonă de încercare trebuie să se bazeze pe cel puțin 3 carote.

Trebuie luate în considerare toate implicațiile structurale ce rezultă din extragerea carotelor, a se vedea EN 12504-1.

Evaluare

Rezistența caracteristică la compresiune in-situ se evaluează utilizând fie abordarea A, fie abordarea B.

Abordarea A se aplică atunci când sunt disponibile cel puțin 15 carote.
Abordarea B se aplică atunci când sunt disponibile 3 până la 14 carote.
 Aplicabilitatea celor două abordări la evaluarea rezistenței betonului din structurile existente, despre care nu există cunoștințe prealabile, trebuie precizată la locul de utilizare.

Abordarea A

Rezistența caracteristică in-situ estimată a zonei de încercare este cea mai mică dintre valorile:

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k_2 \times s$$

sau

$$f_{ck, is} = f_{is, min} + 4$$

unde:

s - este abaterea standard a rezultatelor încercării sau 2,0 N/mm², indiferent care valoare este mai mare;

k₂ - se va considera o valoare de 1,48.

Clasa de rezistență se obține din tabelul 6.1, utilizând rezistența caracteristică in-situ estimată.

Tabelul 6.1 - Rezistența caracteristică la compresiune in-situ minimă pentru clasele de rezistență la compresiune din SR EN 206-1

Clasele de rezistență la compresiune în conformitate cu SR EN 206-1	Rezistența caracteristică a betonului determinată in-situ în conformitate cu SR EN 13791	
	f _{ck, is, cil}	f _{ck, is, cub}
C8/10	7	9
C12/15	10	13
C16/20	14	17
C20/25	17	21
C25/30	21	26
C30/37	26	31
C35/45	30	38
C40/50	34	43
C45/55	38	47
C50/60	43	51
C55/67	47	57

NOTA 1 – Estimarea rezistenței caracteristice utilizând cel mai mic rezultat al încercării pe carote trebuie să reflecte certitudinea că cel mai mic rezultat al încercării pe carote reprezintă cea mai mică rezistență din structură sau elementul component considerat(ă).

NOTA 2 – Atunci când distribuția rezistenței carotei poate proveni de la două populații, zona de încercare poate fi divizată în două zone de încercare.

Abordarea B

Rezistența caracteristică in-situ estimată a zonei de încercare este cea mai mică dintre valorile:

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k$$

sau

$$f_{ck, is} = f_{is, min} + 4$$

Limita k depinde de numărul n de rezultate ale încercării, valoarea adecvată fiind selectată din tabelul 8.1.

Tabelul 8.1 – Limita k asociată unui număr mic de rezultate ale încercării

n	k
10 până la 14	5
7 până la 9	6
3 până la 6	7

NOTĂ – Datorită incertitudinii asociate unui număr mic de rezultate ale încercării și a necesității de a furniza același nivel de încredere, această abordare oferă estimări ale rezistențelor caracteristice care sunt, în general, mai mici decât cele obținute din mai multe rezultate de încercare. Atunci când aceste estimări ale rezistenței caracteristice in-situ sunt considerate ca fiind prea larg estimate, se recomandă extragerea mai multor carote sau folosirea unei tehnici combinate. Din acest motiv, această abordare nu trebuie utilizată în cazurile de contestație privind calitatea betonului, bazate pe datele din încercările standardizate.

3. Încercări efectuate

S-au efectuat încercări distructive de prelevare carote cu scopul de a determina calitatea betonului din elementele de rezistență ale construcțiilor situate în localitatea Turnu Magurele, județul Teleorman.

Pentru determinarea calității betonului din elementele de rezistență ale construcțiilor analizate, au fost prelevate carote pentru fiecare element analizat (vezi anexa foto), făcându-se o interpretare statistică a datelor obținute.



Figura 1 Prelevare carote

Probele obținute au fost prelucrate conform normativului NP 137-2014, suprafețele în contact cu platanele preseii fiind finisate cu rășină epoxidică.

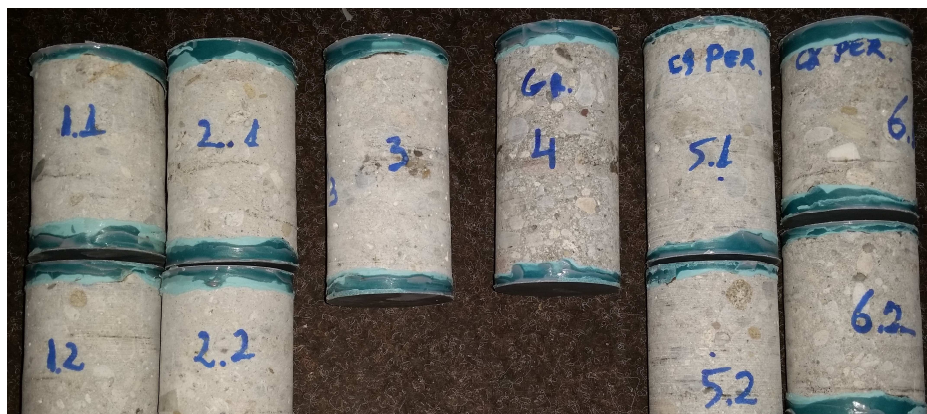


Figura 2 Carotele pregătite pentru testare

Pentru determinarea forței de cedare la compresiune, epruvetele au fost încercate la presa hidraulică automată de 3000 kN din cadrul laboratorului de gradul I autorizat al Facultății de Construcții din Timișoara.



Figura 3 Presa hidraulică automată

Interpretarea datelor, în vederea stabilirii clasei betonului turnat în elementele analizate, este prezentată în buletinele de încercare din anexă.



Figura 4 Testarea carotelor la compresiune

4. Concluzii

Analiza rezultatelor obținute a condus la identificarea următoarelor clase de beton: C20/25, C25/30 și C30/37 (după cum se vede în tabelul de mai jos).

Elementele testate	$f_{is, min} = R_{min}$ [N/mm ²]	$f_{m(n), is} = R_{med}$ [N/mm ²]	Obs.
Zona 1 (obiectiv 4-6) - diafragma axe 4-G;F - diafragma axe 2-A';B - radier axe 1-C;D	32,12	47,64	*cumulat verifica clasa prevazuta C30/37 (pentru diafragma axe 2-A';B s-a obtinut clasa C25/30)
Zona 2 (obiectiv 9) - grinda axe B-5;6 - diafragma axe C-4;5	45,68	51,00	* cumulat verifica clasa prevazuta C30/37
Zona 3 (obiectiv 8) - diafragma cota +6.65 axe 5-A;C	47,40	47,64	* cumulat verifica clasa prevazuta in proiect C25/30
Zona 4 (rezervor 2) - perete ext. axe 8-F;G - perete int. axe 1-F;G - placa axe 4;5-D;E - stalp axe 4-D	29,81	41,99	* cumulat verifica clasa C30/37 (pentru placa si stalp s-a obtinut clasa C20/25)

* pentru valori cuprinse între condițiile de verificare și cele de neverificare a clasei betonului, rămâne la latitudinea expertului încadrarea betonului în clasă

De subliniat faptul că valorile medii ale rezistențelor ($f_{m(n),is}$) definesc marca betonului, pe când valorile minime ale rezistențelor ($f_{is,min}$) definesc clasa betonului.

În urma inspecției vizuale a structurii clădirii analizate s-a observat prezența multiplelor zone cu segregări, ceea ce întărește ideea unor clase de beton diminuate ca urmare a punerii în operă defectuoase a betonului. De asemenea, carotele extrase



prezentau pori în structura lor, prin urmare betonul analizat nu a fost vibrat corespunzător la turnare sau a fost adaugata apa pentru corectia lucrabilitatii.

Timișoara, decembrie 2015

Întocmit,

Prof. dr. ing. Valeriu STOIAN

As. dr. ing. Dan DIACONU



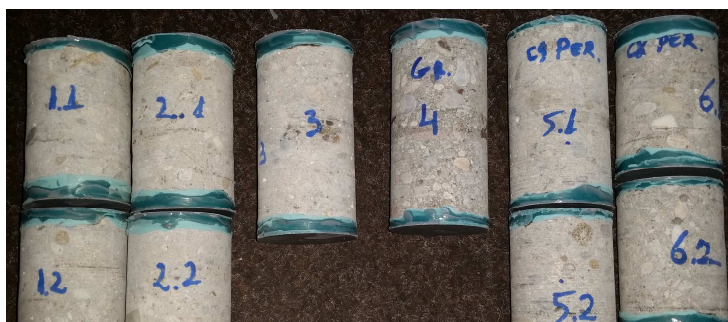
ANEXA

B. BREVIAR FOTO

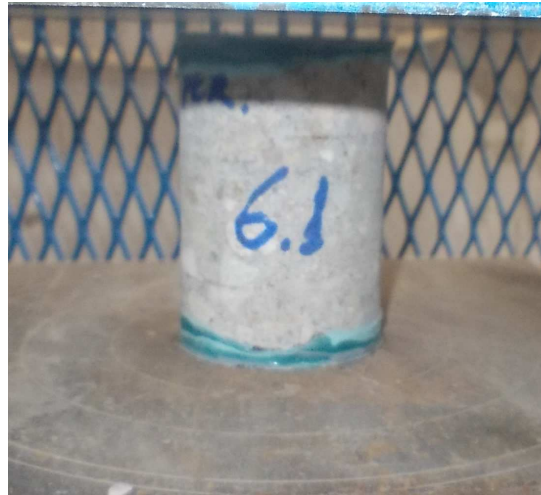
PRELEVARE EPRUVETE



PREGĂTIRE EPRUVETE



ÎNCERCARE EPRUVETE





Tema: „EXTINDEREA SI REABILITAREA CAPACITATILOR DE PRODUCTIE SI TRATARE SI POMPARE A APEI PENTRU AGLOMERAREA TURNU MAGURELE – TR CL-3”

Beneficiar: SC APA SERV SA ALEXANDRIA-TELEORMAN

Adresa: -

Responsabil temă: Prof. dr. ing. Corneliu BOB

DETERMINAREA CARACTERISTICILOR BETONULUI

În conformitate cu Normativul NP137:2014

- dimensiuni epruvete:

Nr. Crt.	Denumire		Înălțime			Diametru (sus-jos)					
	Elem.	Epruvetă	H1(mm)	H2(mm)	H3(mm)	S1(mm)	S2(mm)	S3(mm)	J1(mm)	J2(mm)	J3(mm)
1	Obiectiv 4-6	P1.1	93,90	93,60	93,10	58,20	58,00	57,60	58,20	58,30	58,50
2		P1.2	91,10	91,40	91,20	58,50	58,50	58,40	58,40	58,50	58,50
3		P2.1	102,80	102,00	101,90	58,50	58,40	58,50	58,60	58,30	58,50
4		P2.2	98,30	98,20	98,50	58,60	58,40	58,40	58,20	58,40	58,50
5		P3	119,50	119,20	119,10	58,50	58,50	58,30	58,20	58,50	58,30
6	Obiectiv 9	P4	121,00	121,00	120,80	58,30	58,20	58,30	58,60	58,50	58,50
7		P5.1	109,10	109,20	109,00	58,10	58,30	58,30	58,20	58,20	58,10
8		P5.2	112,70	112,90	112,80	58,20	58,00	58,10	58,20	58,20	58,20
9	Obiectiv 8	P6.1	88,90	88,30	87,90	58,50	58,40	58,30	58,50	58,50	58,30
10		P6.2	87,50	87,50	87,50	58,40	58,30	58,30	58,40	58,50	58,50
11		P6.3	95,60	95,20	94,90	58,40	58,50	58,40	58,50	58,40	58,30

Carotele P1.1 si P1.2 sunt prelevate din diafragma situata intre axele 4-G;F.
Carotele P2.1 si P2.2 sunt prelevate din diafragma situata intre axele 2-A';B.
Carota P3 este prelevata din radierul situat intre axele 1-C;D.
Carota P4 este prelevata din grinda situata intre axele B-5;6.
Carotele P5.1 si P5.2 sunt prelevate din diafragma situata intre axele C-4;5.
Carotele P6.1, P6.2 si P6.3 sunt prelevate din diafragma situata la cota +6.65m intre axele 5-A;C.



- interpretare primară a datelor:

Înălțime medie h(mm)	Diametru mediu d(mm)	Raport h/d	Arie (mm ²)	Forța (N)	f _{car}	f _{cor,v}	COEFICIENȚI DE CORECȚIE					f _{is,cub}
					(N/mm ²)	(N/mm ²)	a	b	c	e	g	(N/mm ²)
93,53	58,13	1,61	2654,24	142300	53,61	42,89	1,050	1,203	1,06	1	0,96	55,13
91,23	58,47	1,56	2684,77	139200	51,85	41,48	1,050	1,197	1,06	1	0,96	53,05
102,23	58,47	1,75	2684,77	82700	30,80	24,64	1,050	1,220	1,06	1	0,96	32,12
98,33	58,42	1,68	2680,18	94500	35,26	28,21	1,050	1,212	1,06	1	0,96	36,53
119,27	58,38	2,04	2677,12	153800	57,45	45,96	1,050	1,250	1,06	1	0,96	61,38
120,93	58,40	2,07	2678,65	149400	55,77	44,62	1,050	1,250	1,06	1	0,96	59,59
109,10	58,20	1,87	2660,33	115200	43,30	34,64	1,050	1,234	1,06	1	0,96	45,68
112,80	58,15	1,94	2655,76	119300	44,92	35,94	1,050	1,243	1,06	1	0,96	47,73
88,37	58,42	1,51	2680,18	124800	46,56	37,25	1,050	1,191	1,06	1	0,96	47,40
87,50	58,40	1,50	2678,65	126400	47,19	37,75	1,050	1,190	1,06	1	0,96	48,00
95,23	58,42	1,63	2680,18	123500	46,08	36,86	1,050	1,206	1,06	1	0,96	47,50

Pentru încercări s-a utilizat presa hidraulică automată de 3000 kN.

- OBSERVAȚII: - Carotele au fost extrase perpendicular pe direcția de turnare a betonului;
- Fețele de capăt ale epruvetelor au fost șlefuite mecanic și corectate cu rășină epoxidică;
 - Carotele NU au avut nicio bară de armătură;
 - $R_{ep} = f_{car}$ rezistența epruvetelor calculată ca F_{car} / A_{car}
 - Rezistențele caracteristice se diminuează cu 20 % deoarece betonul turnat în elementele analizate are o vechime mai mare de 1 an: $f_{cor,v} = f_{car} * 0.80$ [N/mm²] – corecție de vârstă
 - Determinarea rezistenței dintr-un element fis, respectiv echivalența cu rezistențe obținute pe epruvete de forma cubică cu latura de 150 mm se face cu relația:

$$f_{is,cub} = a.b.c.e.g.f_{cor,v}$$

În urma prelucrării statistice a datelor experimentale rezultă:

Pentru betonul turnat în elementele de la obiectivul 4-6

$$\text{Rezistența medie : } f_{m(n),is} = \frac{\sum_{i=1}^k f_{is}}{k} = 47,64 \text{ N/mm}^2;$$

$$\text{Abaterea medie pătratică: } S_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (f_{is} - f_{m(n),is})^2}{k-1}} = 12,63;$$

$$\text{Coeficientul de variație: } C_V = \frac{S_D}{f_{m(n),is}} \times 100 = 26.52\%$$

$$\text{Rezistența minimă: } f_{is,min} = 32,12 \text{ N/mm}^2$$

Vom face verificare pentru clasa de beton prevazuta in proiect C30/37 (Bc37, B450):

Conform noului normativ NP 137:2014, evaluarea rezistenței caracteristice la compresiune se va face utilizând abordarea B întrucât avem un număr de epruvete cuprins între 3 și 14. Astfel, rezistența caracteristică in-situ estimată a zonei de încercare este cea mai mică dintre valorile:

$$\begin{aligned}
 f_{ck, is} &= f_{m(n),is} - k \\
 \text{sau} \\
 f_{ck, is} &= f_{is,min} + 4
 \end{aligned}$$

Limita k depinde de numărul n de rezultate ale încercării, valoarea adecvată fiind selectată din tabelul 8.1 din normativ.

Pentru obiectivul 4-6 s-a dispus de un numar de 5 carote.

Tabelul 8.1 – Limita k asociată unui număr mic de rezultate ale încercării

n	k
10 până la 14	5
7 până la 9	6
3 până la 6	7

$$\min \left\{ \begin{array}{l} f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k = 47,64 - 7 = 40,64 \text{ N/mm}^2 \\ f_{ck, is} = f_{is, min} + 4 = 32,12 + 4 = 36,12 \text{ N/mm}^2 \end{array} \right. \Rightarrow f_{ck, is} = 36,12 \text{ N/mm}^2$$

Conform tabelului 6.1 din SR EN 206-1 (preluat în NP 137:2014), rezistența caracteristică la compresiune minimă corespunzătoare clasei verificate C30/37 (Bc37, B450) este:

$$f_{ck, is, cub} = 31 \text{ N/mm}^2 < f_{ck, is}^{final} = 36,12 \text{ N/mm}^2$$

=> betonul din zona analizata se incadreaza in clasa C30/37

Vom face și o analiză separată a carotele P2.1 și P2.2 prelevate din diafragma situată între axele 2-A';B deoarece rezistențele la compresiune obținute sunt iesește din câmpul de valori al celorlalte carote analizate, fiind mai mici.

$$\text{Rezistența medie : } f_{m(n), is} = \frac{\sum_{i=1}^k f_{is}}{k} = 34,32 \text{ N/mm}^2;$$

$$\text{Rezistența minimă: } f_{is, min} = 32,12 \text{ N/mm}^2$$

Aproximăm limita k ca fiind egală cu 7.

$$\min \left\{ \begin{array}{l} f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k = 34,32 - 7 = 27,32 \text{ N/mm}^2 \\ f_{ck, is} = f_{is, min} + 4 = 32,12 + 4 = 36,12 \text{ N/mm}^2 \end{array} \right. \Rightarrow f_{ck, is} = 27,32 \text{ N/mm}^2$$

Conform tabelului 6.1 din SR EN 206-1 (preluat în NP 137:2014), rezistența caracteristică la compresiune minimă corespunzătoare clasei C25/30 (Bc30, B400) este:

$$f_{ck, is, cub} = 26 \text{ N/mm}^2 < f_{ck, is}^{final} = 27,32 \text{ N/mm}^2$$

=> betonul din zona de unde au fost extrase carotele P2.1 și P2.2 se încadrează în clasa C25/30

CONCLUZII: analizând cumulat rezultatele conform normativului NP 137:2014, betonul studiat se încadrează în clasa C30/37 (Bc37, B450).

- analizând independent cele două carote P2.1 și P2.2 prelevate din diafragma situată între axele 2-A';B, se observă că betonul verificat se încadrează în clasa C25/30.

De altfel la pregătirea carotelor pentru încercare s-a constatat un grad ridicat de pori în structura betonului, prezenți ca urmare a unei puneri în opera necorespunzătoare a betonului.

Pentru betonul turnat în elementele de la obiectivul 9

Rezistența medie : $f_{m(n), is} = \frac{\sum_{i=1}^k f_{is}}{k} = 51,00 \text{ N/mm}^2;$

Abateră medie pătratică: $S_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (f_{is} - f_{m(n), is})^2}{k - 1}} = 7,51;$

Coeficientul de variație: $C_V = \frac{S_D}{f_{m(n), is}} \times 100 = 14.73\%$

Rezistența minimă: $f_{is, min} = 45,68 \text{ N/mm}^2$

Vom face verificare pentru clasa de beton prevăzută în proiect C30/37 (Bc37, B450):

Conform noului normativ NP 137:2014, evaluarea rezistenței caracteristice la compresiune se va face utilizând abordarea B întrucât avem un număr de epruvete cuprins între 3 și 14. Astfel, rezistența caracteristică in-situ estimată a zonei de încercare este cea mai mică dintre valorile:

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k$$

sau

$$f_{ck, is} = f_{is, min} + 4$$

Limita k depinde de numărul n de rezultate ale încercării, valoarea adecvată fiind selectată din tabelul 8.1 din normativ.

Pentru obiectivul 9 s-a dispus de un număr de 3 carote.

Tabelul 8.1 – Limita k asociată unui număr mic de rezultate ale încercării

n	k
10 până la 14	5
7 până la 9	6
3 până la 6	7

$$\min \left\{ \begin{array}{l} f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k = 51,00 - 7 = 44,00 \text{ N/mm}^2 \\ f_{ck, is} = f_{is, min} + 4 = 45,68 + 4 = 49,68 \text{ N/mm}^2 \end{array} \right. \Rightarrow f_{ck, is} = 44,00 \text{ N/mm}^2$$

Conform tabelului 6.1 din SR EN 206-1 (preluat în NP 137:2014), rezistența caracteristică la compresiune minimă corespunzătoare clasei verificate C30/37 (Bc37, B450) este:

$$f_{ck, is, cub} = 31 \text{ N/mm}^2 < f_{ck, is}^{final} = 44,00 \text{ N/mm}^2$$

=> betonul din zona analizata se incadreaza in clasa prevazuta in proiect C30/37

CONCLUZII: analizând cumulat rezultatele conform normativului NP 137:2014, betonul studiat se încadrează în clasa prevazuta în proiect C30/37 (Bc37, B450).

Pentru betonul turnat in elementele de la obiectivul 8

$$\text{Rezistența medie : } f_{m(n),is} = \frac{\sum_{i=1}^k f_{is}}{k} = 47,64 \text{ N/mm}^2;$$

$$\text{Abaterea medie pătratică: } S_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (f_{is} - f_{m(n),is})^2}{k-1}} = 0,32;$$

$$\text{Coeficientul de variație: } C_V = \frac{S_D}{f_{m(n),is}} \times 100 = 0.67\%$$

$$\text{Rezistența minimă: } f_{is,min} = 47,40 \text{ N/mm}^2$$

Vom face verificare pentru clasa de beton prevazuta in proiect C25/30 (Bc30, B400):

Conform noului normativ NP 137:2014, evaluarea rezistenței caracteristice la compresiune se va face utilizând abordarea B întrucât avem un număr de epruvete cuprins între 3 și 14. Astfel, rezistența caracteristică in-situ estimată a zonei de încercare este cea mai mică dintre valorile:

$$f_{ck, is} = f_{m(n),is} - k$$

sau

$$f_{ck, is} = f_{is,min} + 4$$

Limita k depinde de numărul n de rezultate ale încercării, valoarea adecvată fiind selectată din tabelul 8.1 din normativ.

Pentru obiectivul 8 s-a dispus de un numar de 3 carote.

Tabelul 8.1 – Limita k asociată unui număr mic de rezultate ale încercării

n	k
10 până la 14	5
7 până la 9	6
3 până la 6	7

$$\min \left\{ \begin{array}{l} f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k = 47,64 - 7 = 40,64 \text{ N/mm}^2 \\ f_{ck, is} = f_{is, min} + 4 = 47,40 + 4 = 51,40 \text{ N/mm}^2 \end{array} \right. \Rightarrow f_{ck, is} = 40,64 \text{ N/mm}^2$$

Conform tabelului 6.1 din SR EN 206-1 (preluat în NP 137:2014), rezistența caracteristică la compresiune minimă corespunzătoare clasei verificate C25/30 (Bc30, B400) este:

$$f_{ck, is, cub} = 26 \text{ N/mm}^2 < f_{ck, is}^{final} = 40,64 \text{ N/mm}^2$$

=> betonul din zona analizata se încadrează în clasa prevazuta în proiect C25/30

CONCLUZII: analizând cumulat rezultatele conform normativului NP 137:2014, betonul studiat se încadrează în clasa prevazuta în proiect C25/30 (Bc30, B400).

Echipa de încercare
Asist. dr. ing. Dan DIACONU

Director Laborator
Prof. dr. ing. Valeriu STOIAN



Tema: „EXTINDEREA SI REABILITAREA CAPACITATILOR DE PRODUCTIE SI TRATARE SI POMPARE A APEI PENTRU AGLOMERAREA TURNU MAGURELE – REZERVOR SUPRATERAN-2-3000mc”

Beneficiar: SC APA SERV SA ALEXANDRIA-TELEORMAN

Adresa: G.A. ODAIA - TELEORMAN

Responsabil temă: Prof. dr. ing. Corneliu BOB

DETERMINAREA CARACTERISTICILOR BETONULUI

În conformitate cu Normativul NP137:2014

- dimensiuni epruvete:

Nr. Crt.	Denumire		Înălțime			Diametru (sus-jos)					
	Elem.	Epruvetă	H1(mm)	H2(mm)	H3(mm)	S1(mm)	S2(mm)	S3(mm)	J1(mm)	J2(mm)	J3(mm)
1	Rezervor	Pint	95,60	95,20	94,90	58,40	58,50	58,40	58,50	58,40	58,30
2		Pext	120,90	120,90	121,00	58,50	58,40	58,60	58,30	58,50	58,50
3		Placa 1	113,50	113,80	113,80	58,50	58,50	58,60	58,70	58,50	58,60
4		Placa 2	92,00	91,60	91,20	58,70	58,50	58,50	58,60	58,50	58,40
5		Pstalp 1	79,00	78,90	78,70	58,30	58,40	58,50	58,30	58,60	58,40
6		Pstalp 2	62,20	62,00	62,00	58,40	58,50	58,30	58,50	58,30	58,60

- interpretare primară a datelor:

Înălțime medie h(mm)	Diametru mediu d(mm)	Raport h/d	Arie (mm ²)	Forța (N)	f _{car}	f _{cor,v}	COEFICIENȚI DE CORECȚIE					f _{is,cub}
					(N/mm ²)	(N/mm ²)	a	b	c	e	g	(N/mm ²)
95,23	58,42	1,63	2680,18	143300	53,47	42,77	1,050	1,206	1,06	1	0,96	55,12
120,93	58,47	2,07	2684,77	106800	39,78	31,82	1,050	1,250	1,06	1	0,96	42,50
113,70	58,57	1,94	2693,96	112800	41,87	33,50	1,050	1,243	1,06	1	0,96	44,49
91,60	58,53	1,56	2690,89	90600	33,67	26,94	1,050	1,197	1,06	1	0,96	34,45
78,87	58,42	1,35	2680,18	83000	30,97	24,77	1,050	1,126	1,06	1	0,96	29,81
62,07	58,43	1,06	2681,71	121100	45,16	36,13	1,022	1,213	1,06	1	0,96	45,57

Carota Pint este prelevată din peretele bazinului situat între axele 1-F;G.
 Carota Pext este prelevată din peretele bazinului situat între axele 8-F;G.
 Carotele Placa 1 și Placa 2 sunt prelevate din placa terasa a rezervorului situată între axele 4;5-D;E.
 Carotele Pstalp 1 și Pstalp 2 sunt prelevate din stalpul rezervorului situat între axele 4-D.

Pentru încercări s-a utilizat presa hidraulică automată de 3000 kN.

OBSERVAȚII: - Carotele au fost extrase perpendicular pe direcția de turnare a betonului pentru pereți și paralel cu direcția de turnare pentru restul elementelor;

- Fețele de capăt ale epruvetelor au fost șlefuite mecanic și corectate cu rășină epoxidică;
- Carotele NU au avut nicio bară de armătură;
- $R_{epr} = f_{car}$ rezistența epruvetelor calculată ca F_{car} / A_{car}
- Rezistențele caracteristice se diminuează cu 20 % deoarece betonul turnat în elementele analizate are o vechime mai mare de 1 an: $f_{cor,v} = f_{car} * 0.80$ [N/mm²] – corecție de vârstă
- Determinarea rezistenței dintr-un element fis, respectiv echivalența cu rezistențe obținute pe epruvete de forma cubică cu latura de 150 mm se face cu relația:

$$f_{is,cub} = a.b.c.e.g.f_{cor,v}$$

În urma prelucrării statistice a datelor experimentale rezultă:

Pentru betonul turnat în elementele de la obiectivul rezervor-2-3000mc

$$\text{Rezistența medie : } f_{m(n),is} = \frac{\sum_{i=1}^k f_{is}}{k} = 41,99 \text{ N/mm}^2;$$

$$\text{Abaterea medie pătratică: } S_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (f_{is} - f_{m(n),is})^2}{k-1}} = 8,91;$$

Coeficientul de variație: $C_V = \frac{S_D}{f_{m(n),is}} \times 100 = 21.22\%$

Rezistența minimă: $f_{is,min} = 29,81 \text{ N/mm}^2$

Conform noului normativ NP 137:2014, evaluarea rezistenței caracteristice la compresiune se va face utilizând abordarea B întrucât avem un număr de epruvete cuprins între 3 și 14. Astfel, rezistența caracteristică in-situ estimată a zonei de încercare este cea mai mică dintre valorile:

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k$$

sau

$$f_{ck, is} = f_{is, min} + 4$$

Limita k depinde de numărul n de rezultate ale încercării, valoarea adecvată fiind selectată din tabelul 8.1 din normativ.

Pentru obiectivul 4-6 s-a dispus de un număr de 5 carote.

Tabelul 8.1 – Limita k asociată unui număr mic de rezultate ale încercării

n	k
10 până la 14	5
7 până la 9	6
3 până la 6	7

$$\min \left\{ \begin{array}{l} f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k = 41,99 - 7 = 34,99 \text{ N/mm}^2 \\ f_{ck, is} = f_{is, min} + 4 = 29,81 + 4 = 33,81 \text{ N/mm}^2 \end{array} \right. \Rightarrow f_{ck, is} = 33,81 \text{ N/mm}^2$$

Conform tabelului 6.1 din SR EN 206-1 (preluat în NP 137:2014), rezistența caracteristică la compresiune minimă corespunzătoare clasei C30/37 (Bc37, B450) este:

$$f_{ck, is, cub} = 31 \text{ N/mm}^2 < f_{ck, is}^{final} = 33,81 \text{ N/mm}^2$$

=> betonul din zona analizata se incadreaza in clasa C30/37

Vom face și o analiză separată a carotele Placa 2 și Pstalp 1 deoarece rezistențele la compresiune obținute sunt ieșite din câmpul de valori al celorlalte carote analizate, fiind mai mici.

$$\text{Rezistența medie : } f_{m(n),is} = \frac{\sum_{i=1}^k f_{is}}{k} = 32,13 \text{ N/mm}^2;$$

$$\text{Rezistența minimă: } f_{is,min} = 29,81 \text{ N/mm}^2$$

Aproximăm limita k ca fiind egală cu 7.

$$\min \left\{ \begin{array}{l} f_{ck, is} = f_{m(n),is} - k = 32,13 - 7 = 25,13 \text{ N/mm}^2 \\ f_{ck, is} = f_{is,min} + 4 = 29,81 + 4 = 33,81 \text{ N/mm}^2 \end{array} \right. \Rightarrow f_{ck, is} = 25,13 \text{ N/mm}^2$$

Conform tabelului 6.1 din SR EN 206-1 (preluat în NP 137:2014), rezistența caracteristică la compresiune minimă corespunzătoare clasei C20/25 (Bc25, B350) este:

$$f_{ck, is, cub} = 21 \text{ N/mm}^2 < f_{ck, is}^{final} = 25,13 \text{ N/mm}^2$$

=> betonul din zona de unde au fost extrase carotele Placa 2 și Pstalp 1 se încadrează în clasa C20/25

CONCLUZII: analizând cumulativ rezultatele conform normativului NP 137:2014, betonul studiat se încadrează în clasa C30/37 (Bc37, B450).

- analizând independent cele două carote Placa 2 și Pstalp 1, se observă că betonul verificat se încadrează în clasa C20/25.

De altfel la pregătirea carotelor pentru încercare s-a constatat un grad ridicat de pori în structura betonului, prezenți ca urmare a unei puneri în opera necorespunzătoare a betonului.

Echipa de încercare
Asist. dr. ing. Dan DIACONU

Director Laborator
Prof. dr. ing. Valeriu STOIAN

**ANEXA 2.2: MODEL BULETIN ÎNCERCARE
CAROTE – CALITATEA BETONULUI RUTIER**



„CONTRIBUȚII LA REALIZAREA ÎNBRĂCĂMINȚILOR RUTIERE RIGIDE”

Calea Șagului, nr. 142/a, Timișoara, Jud. Timiș

= ÎNCERCĂRI DISTRUCTIVE - CAROTE =

Beneficiar: POPA RADU

Timișoara, FEBRUARIE, 2015



COLECTIV DE ELABORARE

Prof. dr. ing. Valeriu STOIAN

As. dr. ing. Dan DIACONU



B O R D E R O U

Foaie de capăt

Colectiv de elaborare

Borderou

1. Introducere
2. Procedura de încercare
3. Încercări efectuate
4. Concluzii

Anexa

- A. Condiții de încadrare a betonului în clasă
- B. Breviar foto
- C. Buletine de laborator



1. Introducere

În conformitate cu obiectivul comenzii au fost efectuate încercări distructive de prelevare carote cu scopul de a determina calitatea betonului din elementele de infrastructură rutieră ale tronsonului de drum situat în localitatea Timișoara, str. Calea Șagului, nr. 142/a, județul Timiș, la solicitarea beneficiarului RADU POPA.

Au fost respectate prevederile normativelor: C54-81, C26-85 plus completarea din 1987, NE 012/1-2007, NE 012/2-2010, NE 014-2002, SR EN 12504-1:2009, **NORMATIV PENTRU EVALUAREA IN-SITU A REZISTENȚEI BETONULUI DIN CONSTRUCȚIILE EXISTENTE. EXEMPLE DE APLICARE – 2013**, SR EN 12390-1, SR EN 12390-3, SR EN 12390-6.

2. Procedura de încercare

Considerații generale

Incerarile prin extrageri de carote, sunt incercări distructive prin efectul pe care îl au asupra betonului din elementul examinat și se efectuează în conformitate cu SR EN12504-1.

Carotele nu reprezintă echivalentul pentru betonul din lucrare, al unei epruvete turnate, de aceeași formă și dimensiune din cauza distrugerilor în structura betonului ce au loc atât pe suprafețele laterale cât și pe cele de capăt ale carotei, în timpul operației de extragere și prelucrare.

Pentru obținerea rezistenței echivalente unui cub, cu latura de 15 cm, din același beton, este necesară aplicarea unor factori de corecție, care țin cont de aceste degradări. Scopul evaluării rezistenței la compresiune in-situ a betonului dintr-o structură sau din elemente prefabricate din beton influențează planificarea zonelor de încercare. Se identifică una sau mai multe zone de încercare și în limitele fiecărei zone de încercare, se alege un număr de poziții de încercare. Alegerea mărimii pozițiilor de încercare depinde de metoda de încercare folosită. Numărul rezultatelor de încercare dintr-o zonă de încercare influențează gradul de încredere al evaluării.

În evaluarea rezistenței la compresiune in-situ trebuie luat în considerare faptul că cea mai scăzută rezistență a betonului este de obicei în apropierea suprafeței elementului structural, rezistența crescând odată cu creșterea adâncimii față de suprafață. De asemenea odată cu înălțimea betonului turnat, rezistența in-situ descrește către partea superioară a unui element turnat chiar și pentru plăci, și poate fi cu până la 25 % mai mică în extremitatea superioară decât în miezul betonului. Betonul de rezistență scăzută este adesea concentrat la o distanță de 300 mm sau de 20% de partea superioară a înălțimii elementului (se alege valoarea mai mică).

În cazurile în care trebuie evaluată capacitatea portantă a unei structuri existente, încercările trebuie să fie concentrate asupra betonului care este reprezentativ pentru cele mai solicitate părți ale structurii. Cu toate acestea, luarea probelor nu trebuie să afecteze în mod nefavorabil capacitatea portantă.

Selectarea zonelor de extragere a carotelor se va face ținând seama de următoarele criterii:

- amplasarea în zonele ce prezintă interes din punct de vedere al controlului calității betonului;



- trebuie evitată, pe cat este posibil prelevarea carotelor prin armături;
- îndepărtarea de zonele in care pot fi intersectate armături (aceste zone pot fi stabilite având la baza proiectul si se verifică cu ajutorul măsurătorilor nedistructive, metode electromagnetice);
- amplasarea in axa de simetrie sau cat mai aproape de aceasta a locului de extracție, la elemente verticale (stalpi);
- amplasarea in zonele cu nivel redus de solicitare a betonului;
- in cazul existenței prealabile a unor incercări nedistructive, de control a calitații betonului, locul extragerii carotelor va ține seama de rezultatele măsurătorilor nedistructive, astfel incat rezultatele să fie reprezentative pentru betonul din elementul examinat.

Carotele extrase din zone cu defecte locale (vizibile) nu pot fi utilizate decat la precizarea formei si a adancimii defectului examinat. Carotele cu neomogenități importante in secțiuni sau fisurate nu pot fi utilizate la determinarea rezistenței betonului din element.

La aceasta metodă, precizia de incercare depinde de respectarea unor tehnici de extragere, astfel:

- direcția de extragere a carotelor trebuie să fie riguros perpendiculară pe "fața de atac" a carotei, astfel incat carotele să nu sufere nicio degradare; in vederea asigurării perpendicularității direcției de tăiere pe fața de atac, se recomandă testarea adecvată a carotei si incastrea ei corespunzătoare in element;
- pe cat este posibil se va evita extragerea carotelor pe suprafața de turnare sau in vecinătatea ei; se vor prefera extragerile de carote de pe fețele verticale cofrate, cu centrul carotei la cel puțin 15-20 cm de fața de turnare; in cazul in care nu se dispune de asemenea suprafețe, se admit incercările pe suprafețele de turnare;
- se recomandă utilizarea de coroane diamantate cu uzură nulă sau redusă, pentru limitarea degradărilor structurale pe care le suferă betonul din carotă, cat si cel din zona adiacentă a elementului; nu se recomandă utilizarea coroarelor diamantate cu un grad de uzură mai mare de 50%, gradul de uzură se determină prin compararea vitezei de inaintare a coroanei diamantate testată cu cea a unei coroane diamantate noi; Gradul de uzură de 50% corespunde reducerii la jumătate a vitezei de inaintare față de cea a unei coroane diamantate noi;
- pe tot timpul carotării se va asigura răcirea corespunzătoare a coroanei diamantate si a betonului cu apă pentru a se evita degradarea excesivă prin încălzire a acestora;
- se interzice utilizarea coroarelor, din carborundum, indiferent de gradul lor de uzură, la betoanele preparate cu agregat cuarțos;
- in cazul in care grosimea elementului incercat este redusă (sub 30 cm), se recomandă extragerea carotei pe toată grosimea elementului si fracționarea ei ulterioară prin tăiere. Această procedură asigură un paralelism mai bun al fețelor de capăt;
- in cazul in care grosimea elementului incercat este mare (peste 30 cm), este necesară desprinderea epruvetei de pe fund prin acționarea in consolă a carotei cu o parghie sau pană, in sanțul produs prin carotare. Se va urmări obținerea unor suprafețe de capăt cu denivelări minime (sub 2 cm).
- nu se admit pentru incercare carote ce conțin armături longitudinale sau inclinate la mai puțin de 45° față de axa carotei.
- transportul si manipularea de la locul de extracție, la locul de păstrare si incercare, trebuie să se facă in condițiile care să impiedice degradarea carotei.

Diametrul carotei

Diametrul carotei influențează rezistența măsurată și variabilitatea rezistenței. Rezistența unei carote forate orizontal cu diametrul de 100 mm și o înălțime egală cu diametrul corespunde rezistenței epruvetelor cubice cu o dimensiune a laturii de 150 mm.

În carotele cu diametre mai mici de 100 mm și $l/d = 1$, variabilitatea rezistenței este, în general, mai mare. Din acest motiv, la carotele de 50 mm este recomandată utilizarea unui număr de trei ori mai mare de carote decât atunci când încercările se efectuează pe carote cu diametrul de 100 mm, cu o interpolare liniară pentru diametrele cuprinse între 100 mm și 50 mm.

Variabilitatea rezistenței măsurate crește odată cu descreșterea diametrului. Carotele cu un diametru mai mic de 50 mm (micro-carote) necesită proceduri care nu sunt acoperite de prezentul normativ.

Raport lungime/diametru

Raportul lungime/diametru influențează rezistența măsurată. Rezistența descrește pentru rapoartele $l/d > 1$ și crește pentru rapoartele $l/d < 1$. Acest fapt se datorează, în principal, presiunii exercitate de platanele mașinii de încercare.

Planeitatea extremităților carotei

Abaterea de la planeitate diminuează rezistența măsurată. Toleranța pentru planeitate trebuie să fie aceeași ca pentru epruvetele standard, așa cum este specificată în EN 12390-1.

Pregătirea extremităților carotei

Stratul de rezistență mică generează o diminuare a rezistenței. Straturile subțiri din mortar de rezistență mare sau din sulf de rezistență mare nu influențează semnificativ rezistența. Se recomandă rectificarea acestor extremități.

Efect al carotării

Operațiile de carotare pot produce deteriorări la betonul tânăr sau la betonul slab calitativ și în mod normal, nu se pot observa efectele pe suprafața decupată. O carotă poate fi calitativ mai slabă decât un cilindru din același beton turnat, deoarece suprafața unei carote include fragmente tăiate ale granulelor de agregat, care pot să fie reținute pe suprafață numai prin aderența matricei de legătură. Este foarte probabil ca aceste particule să contribuie în mică măsură la rezistența carotei.

Armătură

Carotele folosite la măsurarea rezistenței betonului nu trebuie să conțină bare de armătură. Atunci când acest lucru nu se poate evita, se așteaptă să apară o diminuare a rezistenței măsurate la o carotă care conține armătură (altfel decât de-a lungul axei sale). Orice carotă care conține bare de armare în sau aproape de axa longitudinală nu este potrivită pentru încercarea de rezistență.

Numărul de carote

Numărul carotelor extrase va fi ales în funcție de următoarele criterii:
- scopul examinării (evaluarea structurilor existente din beton, determinarea calității betonului din construcții noi, în cazul în care există dubii privind calitatea, neconformitatea

betonului la stații etc.). În primul caz numărul de probe va fi stabilit de expert iar în cazul construcțiilor noi de către proiectant sau expert și se recomandă ca numărul de probe să fie cel puțin egal cu cel recomandat în cazul prelevării probelor la locul de turnare*.

- numărul elementelor investigate;
- variațiile locale ale calității betonului de la element la element și în interiorul aceluiași element;
- gradul și modul de solicitare a elementului;
- amploarea avariilor produse;
- diametrul carotelor;
- modalitatea de evaluare a rezistenței betonului utilizând încercarea carotelor (metoda independentă, corelarea cu metode indirecte).

***Notă:** Numărul de carote extrase dintr-o structură va ține seama de necesitatea de a calcula o rezistență care să caracterizeze o zonă specifică, (o populație) distinctă a structurii (de ex. mulțimea carotelor care caracterizează, în funcție de situație, fie aceeași clasă de beton, fie un nivel dat al construcției, fie un același tip de element).

Mărimea carotelor

a. *Diametrul d* al carotei ce se extrage depinde de următoarele elemente:

- dimensiunea maximă a agregatului;
- distanța minimă între armături în zona de extracție;
- diametrul interior al cuțitelor de tăiere.
- rezervele de rezistență sau nivelul de solicitare, în zona de extracție;

Se recomandă ca diametrul carotei să fie $d=100$ mm. Când nu se pot extrage carote având acest diametru (de exemplu din cauza aglomerărilor de armatură sau când este imposibil să se obțină rapoarte între înălțimea carotei și diametrul mai mari de 1) se acceptă și carote având diametre mai reduse.

În raport cu dimensiunea maximă a agregatului $\Phi_{\max.\text{agr.}}$, se recomandă ca diametrul carotei, d să fie de minimum trei ori mai mare și nu trebuie să fie mai mic de două ori decât dimensiunea maximă a agregatului.

$$d \geq 3 \Phi_{\max.\text{agr.}}$$

În raport cu distanța între armături a (în cm), în zona de extracție, se recomandă respectarea relației:

$$d \leq a - \Phi_{\text{arm.}} - 2 t_{\text{cut.}} - 3$$

unde,

$\Phi_{\text{arm.}}$ = diametrul armăturii în zona de extragere, în cm;

$t_{\text{cut.}}$ = grosimea coroanei diamantate a cuțitului cu care se taie carota, în cm.

În aprecierea slăbirii maxime admise se va ține seama că, de regulă, carotele nu sunt extrase pe toată adâncimea elementului iar prin completarea golului produs prin forare este posibil ca să se realizeze numai refacerea parțială a secțiunii slăbite.



b. *Lungimea carotei incercate distructiv l* (in cm) este recomandabil să fie egală cu diametrul si in orice caz trebuie să fie cuprinsă între limitele:

$$d \leq l \leq 2d$$

c. *Coeficientul de variație a rezistenței obținute pe carote* in cazul încercării într-un singur laborator este de 3,2%, respectiv de 4,7%, pentru încercări inter-laboratoare pentru betoane având rezistențe între 32 MPa și 48 MPa. In cazul încercării a două probe din același beton rezistențele individuale nu sunt mai mari de 9%, față de medie in cazul încercării într-un singur laborator, respectiv 13% pentru încercări inter-laboratoare.

Pregătirea carotelor înainte de încercare

După ce carotele au fost extrase acestea se sterg de apă iar suprafața umedă datorită răcirii cu apă din timpul extragerii trebuie să se lase la uscat nu mai mult de o oră de la extragere. Se introduc carotele in saci de plastic sau in containere neabsorbante astfel incat să nu se reducă umiditatea. Se mențin carotele la temperatura mediului, ferite de contactul direct cu soarele. Carotele se vor transporta la laborator cat mai repede posibil. Dacă umiditatea betonului carotelor trebuie să fie similară cu cea a betonului din lucrare, carotele se mențin in sacii de plastic până in momentul in care se realizează prelucrarea carotelor la capete, perioada de scoatere din sacii de plastic până la încercare nu va depasi 2 ore.

Dacă se utilizează apă in timpul prelucrării capetelor, aceste operațiuni trebuie efectuate cat de repede posibil si nu mai tarziu de 2 zile de la extragerea carotelor. După prelucrarea capetelor*) se sterg probele, se lasă să se usuce si se introduc in saci de plastic. Se va minimiza durata expunerii cu apă in timpul prelucrării capetelor. Carotele vor rămâne in sacii de plastic pentru cel puțin 5 zile după ultimul contact cu apă, dacă nu există alte specificații privind efectura încercărilor. Dacă probele nu sunt menținute in saci, ci in condiții de laborator timp de minimum 3 zile se consideră uscate in aer. In cazul in care se cere ca încercarea carotelor să se facă in condiții de saturare a probelor acestea vor fi menținute cel puțin 48 de ore in apă la temperatura de $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ înainte de încercare.

*)NOTA: *Obținerea fețelor de capăt plane, paralele între ele si perpendiculare pe generatoare (SR EN 12390-3) este o condiție principală a corectitudinii încercării. Cand fețele de capăt rezultă plane si paralele direct după operația de tăiere (sunt fețele cofrate ale betonului), rezistențele obținute la încercarea carotelor sunt maxime, intrucat nicio degradare a suprafeței betonului nu s-a produs prin prelucrării mecanice ale suprafețelor de capăt. Dacă suprafețele de capăt nu rezultă plane si perpendiculare pe generatoare după tăiere, există posibilități de prelucrare a acestor suprafețe:*

- *polizarea suprafețelor de capăt;*
- *tăierea suprafeței sau suprafețelor de capăt;*
- *completarea zonelor de capăt cu material liant de adaos până la obținerea unei suprafețe plane, perpendiculare pe generatoare*

Polizarea suprafețelor de capăt se face cu ajutorul unor materiale abrazive acționate electro-mecanic. Se recomandă ca pe parcursul operației de polizare să se practice răcirea cu apă a betonului si a discului. Se admit pentru polizare, carote cu

denivelări maxime de 2...3 mm. Tăierea carotelor se face cu fierăstrău electric, prevăzut cu cuțite diamantate, sub jet de apă de răcire.

Stratul de completare utilizat pentru nivelarea suprafețelor de capăt trebuie să aibă următoarele caracteristici:

- bună aderență la beton, astfel încât ruperea la tracțiune a unei epruvete să se facă în afara lipiturii;
- modulul de elasticitate apropiat de cel al betonului;
- rezistența la compresiune apropiată de a betonului încarcerat;
- viteza ridicată de întărire;
- grosimea maximă de 1 cm.

Se recomandă următoarele straturi de nivelare:

- mortar epoxidic;
- mortar de ciment;
- pastă de sulf.

În cazul utilizării mortarului de ciment, ca strat de nivelare, se recomandă menținerea în apă timp de minimum 24 de ore a carotei înainte de aplicarea nivelării, și alte 48 de ore înainte de încercare, începând de la o zi după aplicarea stratului de nivelare. Trebuie avut în vedere și în acest caz influența umidității asupra rezistenței obținute.

Încercarea carotelor, determinarea rezistenței la compresiune

Încercarea la compresiune se efectuează în conformitate cu SR EN 12390-3 utilizând o mașină de încercat în conformitate cu SR EN 12390-4, determinându-se rezistența la compresiune, $f_{car} = F_{car}/A_{car}$ pentru fiecare probă prin împărțirea forței maxime, F la aria secțiunii carotei, A_{car} calculată pe baza diametrului mediu, exprimând rezultatele la cea mai apropiată valoare de 0,5 MPa (N/mm²).

Rezistența obținută prin încercarea directă a unei carote, la presă, la compresiune, nu reprezintă rezistența betonului la compresiune în structură, definită ca rezistența unui cub de 150 mm, confecționat din același beton cu betonul din lucrare și păstrat în condiții standard sau în condițiile similare cu cele ale structurii.

Factorii principali care determină diferențele sunt:

- degradarea unui strat de beton adiacent suprafeței laterale a carotei datorită operației de carotare;
- degradarea unui strat de beton adiacent suprafețelor de capăt a carotei, prin operația de tăiere transversală, sau neuniformitatea de transmitere a sarcinii la capetele rupte de pe fund cu pene sau leviere;
- existența unui strat intermediar între platanele preseii și carotă cu proprietăți diferite de cele ale betonului;
- existența unei zvelteți definite ca raport între înălțimea carotei și diametrul, variabile și diferite de valoarea caracteristică a rezistenței cubului.

În cazul în care raportul între înălțime și diametrul este 2 rezultatele pot fi comparate cu rezistența cilindrică, iar în cazul în care raportul este 1, rezultatele pot fi comparate cu rezistența cubică.

Determinarea rezistenței dintr-un element f_{is} , respectiv echivalența cu rezistențe obținute pe epruvete de forma cubică cu latura de 150 mm se face cu relația:

$$f_{is} = a \cdot b \cdot c \cdot e \cdot g \cdot f_{car}$$

in care:

a= coeficient de corecție ce ține seama de influența diametrului carotei (Tabelul 7.1);

b= coeficient de corecție ce ține seama de raportul h/d între înălțime și diametru (Tabelul 7.2);

c= coeficient de corecție ce ține seama de influența stratului degradat (Tabelul 7.3);

e= coeficient de corecție ce ține seama de influența naturii stratului de adăugat pentru prelucrarea suprafeței (Tabelul 7.4);

g= coeficient ce ține seama de umiditate (Tabelul 7.5) ;

$f_{car.} = F_{car.}/A_{car.}$ Rezistența carotelor la compresiune,

$f_{car.}$ este rezistența la compresiune, în megapascali sau newtoni pe milimetri pătrați;

$F_{car.}$ este forța maximă la cedare, în newtoni;

$A_{car.}$ este secțiunea transversală a epruvetei în milimetri pătrați.

Tabelul 7.1 Valorile coeficientului a

d cm	5	10	15
a	1,06	1,00	0,98

Tabelul 7.2 Valorile coeficientului b

h/d	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
b	1,00	1,09	1,19	1,22	1,25

Tabelul 7.3 Valorile coeficientului c

Modul de obținere a suprafeței de căpat	c
Direct, din turnarea betonului fara prelucrări	1,00
Taietura transversală pe o față	1,05
Rupere de pe fund pe o față	1,05
Taieturi transversale pe ambele fețe	1,06

Tabelul 7.4 Valorile coeficientului e

Natura stratului de nivelare	e
Suprafete de beton cofrate rezultate din turnare	1,00
Mortar epoxidic	1,00
Mortar de ciment	1,07
Pasta de sulf	1,08

Tabelul 7.5 Valorile coeficientului g

Umiditatea carotei ^{*)}	g
Umiditatea betonului din element	1,0
Mentinuta in apa 48 ore	1,09
Uscata in aer	0,96



OBSERVAȚII:

- cand carotele sunt incercate la o alta varsta a betonului diferita fata de cea de la 28 de zile si se cere deducerea rezistentei corespunzatoare la 28 de zile trebuie aplicati coeficienti de corectie care depind de tipul de ciment si de viteza de intarire a acestuia. Coeficientii de corectie h , sunt subunitari la valori ale betonului mai mari de 28 de zile, iar valorile lor trebuie sa tina seama de capacitatea mai mare de crestere in timp a rezistentelor cimenturilor cu adaosuri in special de zgura. Orientativ, la o vechime a betonului de peste 1 an se pot considera urmatoarele valori ale coeficientilor: 0,9 pentru cimenturi fara adaosuri, 0,85 pentru cimenturi avand sub 20% adaosuri, si 0,80 pentru cimenturi cu peste 21% adaosuri. In cazul varstei mai mici a betonului sunt necesare date de la producatorul de beton care este obligat sa determine viteza de intarire a betonului (raportul intre rezistenta la compresiune la 2 zile si respectiv la 28 de zile) in conformitate cu reglementarile actuale.
- in cazul in care carotele contin una sau mai multe armaturi perpendiculare pe axa acestora trebuie aplicata la valoarea lui f_{is} un coeficient supraunitar care se poate calcula, astfel:

$$h=1.0 + (1.5 \sum \Phi_{arm.} * d_r / d * l)$$

in care:

$\Phi_{arm.}$ - diametrul armaturii

d_r - distanta de la axul barei pana la cel mai apropiat capat al carotei

d - diametrul carotei

l - inaltimea carotei

Evaluarea rezistenței caracteristice la compresiune in-situ prin încercarea carotelor

Epruvete

Carotele trebuie extrase, examinate si pregatite in conformitate cu SR EN 12504-1 si incercate in conformitate cu SR EN 12390-3. Carotele trebuie pastrate in conditii de laborator timp de cel puțin 3 zile inainte de incercare, exceptand cazurile cand acest lucru nu este posibil. Daca, din motive practice, cele 3 zile de pastrare nu sunt realizabile, se inregistreaza perioada de pastrare, daca este cazul. Influenta acestei abateri de la procedura standardizata trebuie evaluata.

Număr de epruvete de încercat

Numarul de carote care urmeaza sa fie extrase dintr-o zona de incercare trebuie determinat in functie de volumul de beton considerat si de scopul incercarii carotelor. Fiecare pozitie de incercare cuprinde o carota.

Pentru evaluarea rezistentei la compresiune in-situ, din motive statistice si de siguranta, se recomanda sa fie utilizate pe cat posibil, cat mai multe carote.

O evaluare a rezistentei la compresiune in-situ pentru o anumita zona de incercare trebuie sa se bazeze pe cel puțin 3 carote.

Trebuie luate in considerare toate implicatiile structurale ce rezultă din extragerea carotelor, a se vedea EN 12504-1.

Evaluare

Rezistența caracteristică la compresiune in-situ se evaluează utilizând fie abordarea A, fie abordarea B.

Abordarea A se aplică atunci când sunt disponibile cel puțin 15 carote.
Abordarea B se aplică atunci când sunt disponibile 3 până la 14 carote.
 Aplicabilitatea celor două abordări la evaluarea rezistenței betonului din structurile existente, despre care nu există cunoștințe prealabile, trebuie precizată la locul de utilizare.

Abordarea A

Rezistența caracteristică in-situ estimată a zonei de încercare este cea mai mică dintre valorile:

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k_2 \times s$$

sau

$$f_{ck, is} = f_{is, min} + 4$$

unde:

s - este abaterea standard a rezultatelor încercării sau 2,0 N/mm², indiferent care valoare este mai mare;

k₂ - se va considera o valoare de 1,48.

Clasa de rezistență se obține din tabelul 6.1, utilizând rezistența caracteristică in-situ estimată.

Tabelul 6.1 - Rezistența caracteristică la compresiune in-situ minimă pentru clasele de rezistență la compresiune din SR EN 206-1

Clasele de rezistență la compresiune în conformitate cu SR EN 206-1	Rezistența caracteristică a betonului determinată in-situ în conformitate cu SR EN 13791	
	f _{ck, is, cil}	f _{ck, is, cub}
C8/10	7	9
C12/15	10	13
C16/20	14	17
C20/25	17	21
C25/30	21	26
C30/37	26	31
C35/45	30	38
C40/50	34	43
C45/55	38	47
C50/60	43	51
C55/67	47	57

NOTA 1 – Estimarea rezistenței caracteristice utilizând cel mai mic rezultat al încercării pe carote trebuie să reflecte certitudinea că cel mai mic rezultat al încercării pe carote reprezintă cea mai mică rezistență din structură sau elementul component considerat(ă).

NOTA 2 – Atunci când distribuția rezistenței carotei poate proveni de la două populații, zona de încercare poate fi divizată în două zone de încercare.

Abordarea B

Rezistența caracteristică in-situ estimată a zonei de încercare este cea mai mică dintre valorile:

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k$$

sau

$$f_{ck, is} = f_{is, min} + 4$$

Limita k depinde de numărul n de rezultate ale încercării, valoarea adecvată fiind selectată din tabelul 8.1.

Tabelul 8.1 – Limita k asociată unui număr mic de rezultate ale încercării

n	k
10 până la 14	5
7 până la 9	6
3 până la 6	7

NOTĂ – Datorită incertitudinii asociate unui număr mic de rezultate ale încercării și a necesității de a furniza același nivel de încredere, această abordare oferă estimări ale rezistențelor caracteristice care sunt, în general, mai mici decât cele obținute din mai multe rezultate de încercare. Atunci când aceste estimări ale rezistenței caracteristice in-situ sunt considerate ca fiind prea larg estimate, se recomandă extragerea mai multor carote sau folosirea unei tehnici combinate. Din acest motiv, această abordare nu trebuie utilizată în cazurile de contestație privind calitatea betonului, bazate pe datele din încercările standardizate.

Betoanele rutiere

a). Clasificare

Betoanele de ciment sunt amestecuri bine omogenizate de agregate naturale, ciment și apă care după întărire dau un material cu aspectul conglomeratului. În betoanele de ciment partea activă este cimentul (liant neorganic) iar partea practic inertă este scheletul mineral format din agregatele naturale (nisip, pietriș, piatră spartă sau cribluri). În funcție de stratul din îmbrăcămintea rutieră la care se folosește, se deosebesc betoane pentru straturile de rezistență și betoane pentru stratul de uzură, ultimele prezentând caracteristici fizico-mecanice superioare.

Pentru realizarea îmbrăcăminților rutiere rigide se utilizează betoane de ciment rutiere, împărțite în clase pe baza criteriului rezistenței caracteristice la încovoiere $f_{ctk,sp}$. Rezistența caracteristică la încovoiere se definește ca valoarea rezistenței sub care se pot întâlni statistic cel mult 5 % din rezultatele obținute prin încercarea la încovoiere, la vârsta de 28 zile a epruvetelor prismatice de beton având dimensiunile 150 x 150 x 600 mm, încărcate cu două forțe egale și simetrice ($f_{ctk,sp} = R_{inc}^k$).

Clasele de betoane rutiere, natura lor și valorile rezistențelor caracteristice la încovoiere sunt prezentate în tabelul următor.

Clasa de beton	$R_{inc.150}^k$ N/mm ²	\bar{R}_c N/mm ²
BcR 5,0	5,5	50,0
BcR 4,5	4,9	44,5
BcR 4,0	4,4	39,0
BcR 3,5	3,8	34,0

Rezistența caracteristică la încovoiere se poate determina și pe prisme de 100 x 100 x 550 mm, în acest caz valorile acesteia trebuind să fie cel puțin egale cu cele din tabelul de mai sus.

Având în vedere criteriile de clasificare cunoscute ale betoanelor de ciment în general, betoanele destinate îmbrăcăminților rutiere trebuie să se încadreze în următoarele categorii ale acestora:

- în funcție de densitatea aparentă în stare întărită la 28 zile, betoanele rutiere fac parte din categoria betoanelor “grele”, având densitatea aparentă cuprinsă între 2001 kg/m³ și 2500 kg/m³;
- în funcție de rezistența caracteristică la încovoiere determinată pe prisme, la vârsta de 28 zile, se utilizează curent betoane rutiere având clasa BcR 4,0 și BcR 4,5;
- în funcție de rezistența la îngheț-dezghet, betoanele rutiere trebuie să prezinte un grad de gelivitate G 100, rezistând la un număr de 100 cicluri de îngheț-dezghet.

b). Rezistența la compresiune

Determinarea rezistenței la compresiune a betonului întărit constituie principalul criteriu de apreciere a calității unui beton și se poate efectua nedistructiv prin intermediul metodelor ultrasonice și mecanice sau pe epruvete de diferite forme și mărimi prelevate din betonul proaspăt sau îmbrăcăminte.

Rezistența la compresiune $f_{ck,cub}$ ($= R_{ck}$) este dată de relația:

$$f_{ck,cub} = P / A \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

în care:

P - este forța de rupere, citită la manometrul presei hidraulice, în N;

A - aria nominală a suprafeței de referință, măsurată pe epruvetă, în mm^2 .

Pentru obținerea unor rezistențe comparabile și pentru determinarea clasei betonului, atât în cazul încercărilor preliminare, cât și în cazul încercărilor de control și verificare a calității betonului, se utilizează epruvete cubice cu latura de 15 cm.

Epruvetele (dimensiuni, toleranțe, mod de prelevare, preparare și păstrare) precum și modul de încercare a lor, trebuie să respecte prescripțiile tehnice în vigoare.

La noi în țară, se folosește drept criteriu pentru calitatea betonului, rezistența la compresiune centrică pe epruvete cubice cu latura de 15 cm, păstrate în regim mixt, încercate după 28 de zile de la preparare ($f_{ck,cub}$).

c). Rezistența la întindere

În cazul îmbrăcăminților rutiere din beton de ciment rezistența la întindere a betonului, care este cea mai mică dintre rezistențele sale mecanice, este hotărâtoare pentru durabilitatea lucrărilor.

Betoanele rutiere pentru realizarea îmbrăcăminților de beton de ciment se clasifică după clase, pe baza criteriului rezistenței la întindere ($f_{ct} = R_t$), pe care betonul trebuie să o obțină la 28 de zile. Determinarea rezistenței la întindere a betonului se face prin metode indirecte utilizând încercarea la despicare sau încercarea la încovoiere.

Încercarea la despicare utilizează epruvete în formă de cuburi sau fragmente de prismă precum și carote cilindrice extrase din îmbrăcămintea rutieră, folosindu-se aceeași aparatură ca în cazul încercării la compresiune, transmiterea încărcării făcându-se în lungul a două generatoare diametral opuse.

Rezistența la întindere din despicare, $f_{ct,sp}$, se calculează cu relația:

$$f_{ct,sp} = 2 F / \pi A$$

$$A = Lxd$$

în care:

$f_{ct,sp}$ – rezistența la întindere prin despicare, în MPa sau N/mm²

F – sarcina maximă, în N

A – aria secțiunii transversale de rupere a epruvetei sau carotei, în mm²

L – lungimea liniei de contact a epruvetei, în milimetri

d – dimensiunea transversală desemnată (diametrul), în milimetri

Rezistența la întindere prin despicare se exprimă rotunjit la cel mai apropiat 0,05 MPa (N/mm²).

Rezistența la întindere prin încovoiere se determină pe epruvete prismatice de 100 x 100 x 550 mm și pe fragmentele de prismă rezultate de la încercarea prismelor întregi prin aplicarea, în mod uniform crescător, a unei singure forțe în mijlocul distanței dintre cele două reazeme semicirculare (fig. 1).

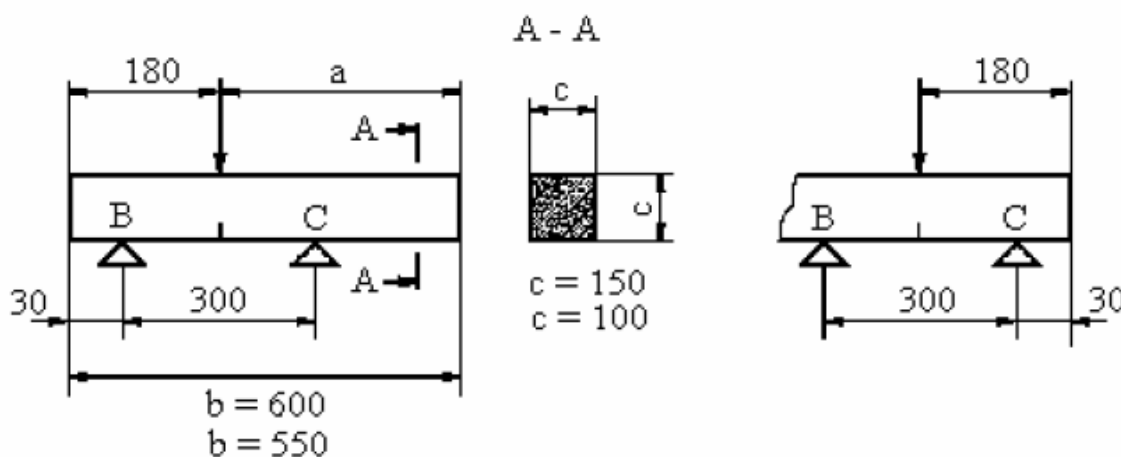


Fig.1. Schema încercării la întindere prin încovoiere.

Rezistența la întindere prin încovoiere se calculează cu relația:

– pentru betoane cu agregate grele:

$$f_{ct,fl} = 0,875 \frac{PL}{b h^2} \text{ N/mm}^2$$

– pentru betoane cu agregate ușoare:

$$f_{ct,fl} = 0,925 \frac{PL}{b h^2} \text{ N/mm}^2$$

în care:

P - este forța de rupere, în N;

L - distanța dintre reazeme, în mm;

b - lățimea medie a secțiunii transversale, în mm;

h - înălțimea medie a secțiunii transversale, în mm.

d). Determinarea rezistenței la încovoiere

Determinarea rezistenței la încovoiere pe prisme 100 x 100 x 550 mm se face prin aplicarea în mod uniform a unei singure încărcări la mijlocul epruvetei așezate pe două reazeme semicirculare (fig. 2).

Rezistența la încovoiere se calculează cu relația:

$$f_{ct,fl} = 1,5 PL / b h^2 \text{ N/mm}^2$$

în care P, L, b și h au aceeași semnificație ca la pct. c).

Determinarea rezistenței la încovoiere pe prisme 150 x 150 x 600 mm se face prin aplicarea în mod uniform și continuu a două forțe pe care se sprijină prisma (fig. 2).

Rezistența la încovoiere se calculează cu relația:

$$f_{ct,fl} = PL / b h^2 \text{ N/mm}^2$$

în care P, L, b și h au aceeași semnificație ca la pct. c).

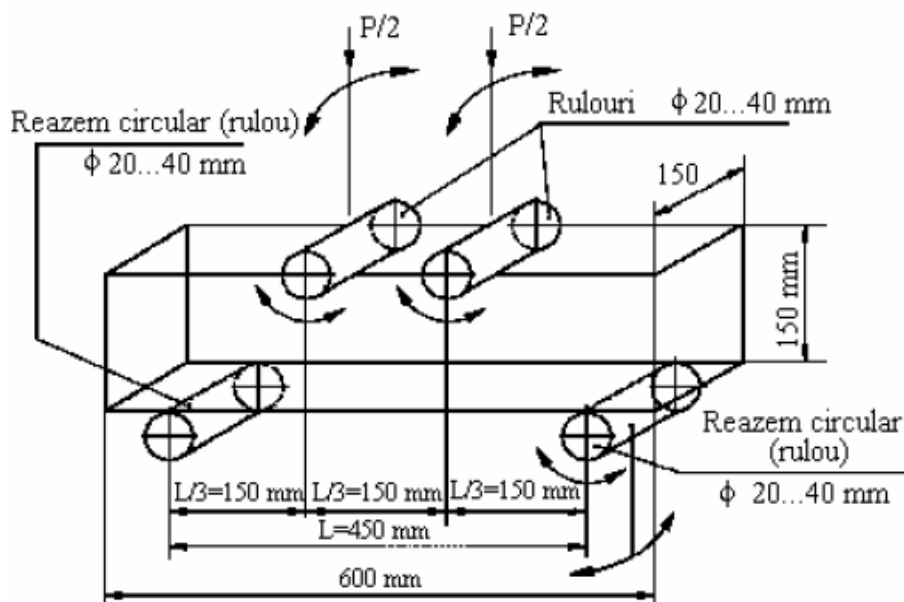


Fig.2. Schema de determinare a rezistenței la încovoiere

Rezistența caracteristică la încovoiere $f_{ctk,fl}$ servește la determinarea clasei betonului.

Aceasta se calculează cu relația:

$$f_{ctk,fl} = f_{ctm,fl} - t \times S_D$$

în care:

$f_{ctm,fl}$ - este rezistența la încovoiere medie a celor n rezultate analizate, în N/mm^2 ;

t - parametru statistic (coeficientul Student);

S_D - abaterea medie patritică a rezistențelor la încovoiere, sau abaterea standard, calculată în N/mm^2 .

$$S_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (f_{ct,fl}^i - f_{ctm,fl})^2}{k-1}}$$

Sub acțiunea încărcărilor repetate, betonul de ciment se rupe la valori ale eforturilor unitare mai mici decât cele rezultate din încărcări statice de scurtă durată. Reducerea rezistențelor betonului se datorează influenței pe care o exercită încărcările repetate asupra procesului de microfisurare a betonului. În cazul betoanelor rutiere se ia în considerare acest fenomen la calculul de dimensionare a dalelor, prin reducerea rezistenței admisibile la întindere din încovoiere prin aplicarea unui coeficient cu valori cuprinse în intervalul 0,6...0,7, în funcție de frecvența încărcărilor (intensitatea traficului rutier).

În general, alegerea clasei de beton a îmbrăcăminții rutiere depinde de categoria sau clasa drumului, de intensitatea traficului și de caracteristicile geometrice ale drumului, astfel:

1. Clasa de betoane care va fi executată este cea prevăzută în proiectul lucrării.
2. Betoanele de clasă BcR 5,0 și BcR 4,5 se realizează cu ciment tip CD 40, ciment tip I 42,5 sau I 42,5R.
3. Betoanele de clasă BcR 4,0 și BcR 3,5 se realizează cu ciment tip I 42,5 sau I 42,5R.
4. Alte tipuri de cimenturi vor putea fi utilizate numai cu avizul unui institut de specialitate rutieră cu acordul Inginerului și Proiectantului.

Caracteristicile betonului rutier întărit care trebuie îndeplinite la stabilirea rețetelor prin încercările preliminare trebuie să fie cu 10% mai mari decât cele obligatorii la execuție, pentru a exista garanția acoperirii diferențelor între condițiile de laborator și cele de șantier.

Nr. crt.	Conditii tehnice (preliminar, la retete,)	Clasa betonului rutier			
		BcR 3,5	BcR 4,0	BcR 4,5	BcR 5,0
0	1	2	3	4	5
1.	Rezistența caracteristică la încovoiere (R_{inc}^k) determinată la 28 zile pe epruvete prismatice 150x150x600mm MPa min.	3,8	4,4	4,9	5,5
2.	Rezistența medie la compresiune determinată la 28 zile pe cuburi cu latura de 150 (141) mm sau fragmente de prisme cu latura secțiunii 150 mm ($R_{c\ med.}$) MPa	34,0	39,0	44,5	50
3.	Gradul de gelivitate al betonului determinat conform STAS 3518	G 100	G 100	G 100	G 100

NOTĂ: Încercările la compresiune pe fragmentele de prismă sunt informative.

Caracteristicile betonului rutier întărit sunt indicate în tabelul de mai jos.

Nr. crt.	Conditii tehnice care trebuie îndeplinite de betonul întărit, la execuție	Clasa betonului rutier			
		BcR 3,5	BcR 4,0	BcR 4,5	BcR 5,0
1.	Rezistența caracteristică la încovoiere (R_{inc}^k) determinată la 28 zile pe prisme 150x150x600mm MPa, min.	3,5	4,0	4,5	5,0
2.	Rezistența medie la compresiune (R_c) determinată la 28 zile pe cuburi cu latura de 150(141) mm, fragmente de prisme cu latura secțiunii de 150 mm, conform STAS 1275 sau carote, conform Instrucțiunilor C 54. MPa, min.	30	35	40	45
3.	Gradul de gelivitate al betonului determinat conform STAS 3518-89	G 100	G 100	G 100	G 100

e). Încercări pe betonul întărit

- rezistența la încovoiere, pe prisme de 150 x 150 x 600 mm;
- rezistența la compresiune, pe cuburi sau fragmente de prisme cu secțiunea 150 x 150 mm;
- rezistența la compresiune, pe carote;
- rezistența la întindere prin despicare, pe carote.



Rezistențele la încovoiere și la compresiune, la vârsta de 28 de zile pentru betonul pus în operă, determinate pe fiecare serie de trei epruvete, se analizează de laboratorul stației de betoane, care efectuează încercarea, imediat după înregistrare.

A. În cazul în care rezultatul sau rezultatele încercărilor sunt mai mici decât cele prevăzute pentru clasa betonului respectiv, laboratorul va comunica, în termen de 48 ore, rezultatul în cauză, conducătorului stației, conducerii unității de care depinde stația și inginerului lucrării.

Urmare a comunicării primite de la laboratorul stației de betoane, în termen de 48 ore, șeful stației împreună cu inginerul lucrării și conducătorul punctului de lucru, vor identifica sectorul de îmbrăcăminte executat (dalele turnate) în schimbul de lucru corespunzător probei, cu valoarea rezistenței neasigurată, pe care se vor efectua verificări suplimentare, prin încercări nedistructive sau extragere de carote.

Dacă din verificările suplimentare rezultă că betonul nu îndeplinește condițiile prevăzute, va fi convocat Beneficiarul care va analiza și decide măsurile corespunzătoare.

B. Rezultatele încercărilor pe cuburi la 28 de zile, vor fi analizate în două etape și anume:

- grupate lunar, pentru aprecierea activității stației;
- grupate pe tronsoane de drum sau pe întregul sector executat, pentru aprecierea realizării clasei betonului pus în lucrare, din care se vor elimina rezultatele încercărilor de pe tronsoanele pe care s-au efectuat verificări suplimentare prin încercări nedistructive sau extrageri de carote.

C. Încercările prin metode nedistructive sau pe carote se efectuează conform reglementărilor în vigoare, cu precizarea că în calcule se introduce ca valoare de calcul, rezultatul mediu pe secțiuni, în cazul încercărilor prin metode nedistructive și valoarea individuală, în cazul încercărilor obținute pe carote.

D. Pentru stația de betoane, prelucrarea și interpretarea rezultatelor încercărilor se face pe probele prelevate la stație, pe durata a 30 zile. Aprecierea activității stației se face pe baza rezistenței caracteristice la încovoiere obținută pentru fiecare tip de beton.

E. Aprecierea realizării clasei betonului pus în lucrare se face pe baza valorii rezistenței caracteristice la încovoiere obținută pe grupul rezultatelor analizate.

F. Conformitatea pentru rezistențele betonului la încovoiere, se verifică pe baza criteriului care prevede limitarea rezistenței caracteristice la încovoiere, a șirului de rezultate analizat la valoarea clasei betonului.

CRITERIUL se aplică în cazul în care conformitatea betonului utilizat la o lucrare este verificată, considerând rezultatele a cel puțin 2 probe (6 prisme 150 x 150 x 600 mm). Conformitatea este realizată dacă rezistența caracteristică la încovoiere ($f_{ctk,fl}$) este cel puțin egală cu clasa betonului respectiv.

G. Interpretarea rezultatelor încercărilor efectuate pe betonul din îmbrăcămintea rutieră executată se va face conform prevederilor din ANEXA III.1 din Normativul NE 014:2002.

Câteva dintre normativele luate în considerare:

Extrageri, prelucrari, încercari carote STAS 1275 si C 54

NE 012/1-2007 - Cod de practică pentru executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat.

NE 014-2002 - Normativ pentru executarea îmbrăcăminților rutiere din beton de ciment în sistemele cofraje fixe și glisante.

SR EN 12390-1 – Încercare pe beton întărit. Formă, dimensiuni și alte condiții pentru epruvete și tipare

SR EN 12390-3 – Încercare pe beton întărit. Rezistența la compresiune a epruvetelor

SR EN 12390-6 – Încercare pe beton întărit. Rezistența la întindere prin despicare a epruvetelor

3. Încercări efectuate

S-au efectuat încercări distructive de prelevare carote cu scopul de a determina calitatea betonului din elementele de infrastructură rutieră ale tronsonului de drum situat în localitatea Timișoara, str. Calea Șagului, nr. 142/a, județul Timiș.

Pentru determinarea calității betonului au fost prelevate carote, care au fost preparate și testate în laborator, făcându-se o interpretare statistică a datelor obținute.



Figura 1 Pregătirea carotelor pentru testare

Probele obținute au fost prelucrate conform normativului C54-81, suprafețele în contact cu platanele preseii fiind finisate cu rășină epoxidică.

Pentru determinarea forței de cedare la compresiune, epruvetele au fost încercate la presa hidraulică automată de 3000 kN din cadrul laboratorului de gradul I autorizat al Facultății de Construcții din Timișoara.



Figura 2 Presa hidraulică automată

Interpretarea datelor, în vederea stabilirii clasei betonului turnat în elementul de infrastructură rutieră, este prezentată în buletinul de încercare din anexă.



Figura 3 Testarea carotelor la compresiune

4. Concluzii

Analiza rezultatelor obținute a condus la identificarea următoarelor clase de beton rutier: BcR 2,5 (după cum se vede în tabelul de mai jos).

Elementele testate	$f_{ct,fl, is}$ [N/mm ²]	$f_{ct,fl, min}$ [N/mm ²]	$f_{ctm(6)fl, is}$ [N/mm ²]	Obs.
Carota 1	2,515	2,50	2,61	*Se încadrează în clasa BcR 2,5
Carota 2	2,619			
Carota 3	2,624			
Carota 5.1	2,580			
Carota 5.2	2,544			
Carota 6	2,793			

* pentru valori cuprinse între condițiile de verificare și cele de neverificare a clasei betonului, rămâne la latitudinea expertului încadrarea betonului în clasă

Timișoara, februarie 2015

Întocmit,
Prof. dr. ing. Valeriu STOIAN

As. dr. ing. Dan DIACONU



ANEXA



Tema: „CONTRIBUȚII LA REALIZAREA ÎMBRĂCĂMINȚILOR RUTIERE RIGIDE”

Beneficiar: RADU POPA

Adresa: Calea Șagului, nr. 142/a, Timișoara, Jud. Timiș

Responsabil temă: -

**DETERMINAREA CARACTERISTICILOR BETONULUI DIN
ELEMENTE DE INFRASTRUCTURĂ RUTIERĂ**
în conformitate cu Normativul C54 – 81

A. DETERMINAREA REZISTENȚEI LA COMPRESIUNE

- dimensiuni epruvete:

Nr. Crt.	Epruvetă	Înălțime			Diametru (sus-jos)					
		H1(mm)	H2(mm)	H3(mm)	S1(mm)	S2(mm)	S3(mm)	J1(mm)	J2(mm)	J3(mm)
1	1	116,90	116,50	117,50	94,50	94,00	94,20	94,30	93,90	94,10
2	2	118,90	118,50	119,50	94,00	94,70	94,30	94,00	93,70	94,00
3	3	131,30	131,70	130,80	93,80	93,50	94,10	94,40	93,90	94,20
4	5.1	128,70	127,30	127,00	94,30	94,30	94,00	93,90	94,20	94,50
5	5.2	126,50	125,20	125,70	94,40	94,10	93,90	94,30	93,80	94,00
6	6	194,10	196,00	195,50	93,70	94,00	93,90	94,50	94,20	93,90

- interpretare primară a datelor:

Înălțime medie h(mm)	Diametru mediu d(mm)	Raport h/d	Arie (mm ²)	Forța (N)	f _{car} (N/mm ²)	f _{cor,v} (N/mm ²)	COEFICIENȚI DE CORECȚIE					f _{is,cub} (N/mm ²)
							a	b	c	e	g	
116,97	94,17	1,24	6964,41	234400	33,66	26,93	1,007	1,086	1,06	1	0,96	29,96
118,97	94,12	1,26	6957,02	248200	35,68	28,54	1,007	1,094	1,06	1	0,96	32,00
131,27	93,98	1,40	6937,32	236200	34,05	27,24	1,007	1,150	1,06	1	0,96	32,10
127,67	94,20	1,36	6969,34	234100	33,59	26,87	1,007	1,134	1,06	1	0,96	31,23
125,80	94,08	1,34	6952,09	229900	33,07	26,46	1,007	1,126	1,06	1	0,96	30,53
195,20	94,03	2,08	6944,70	241000	34,70	27,76	1,007	1,250	1,06	1	0,96	35,56

Pentru încercări s-a utilizat presa hidraulică automată de 3000 kN.

- OBSERVAȚII:**
- Carotele au fost extrase perpendicular pe direcția de turnare a betonului;
 - Fețele de capăt ale epruvetelor au fost șlefuite mecanic și corectate cu rășină epoxidică;
 - Carotele NU au avut nicio bară de armătură;
 - $R_{epr} = f_{car}$ rezistența epruvetelor calculată ca F_{car} / A_{car}
 - Rezistențele caracteristice se diminuează cu 20 % deoarece betonul turnat în elementele analizate are o vechime mai mare de 1 an: $f_{cor,v} = f_{car} * 0.80$ [N/mm²] – corecție de vârstă
 - Determinarea rezistenței dintr-un element f_{is} , respectiv echivalența cu rezistențe obținute pe epruvete de forma cubică cu latura de 150 mm se face cu relația:

$$f_{is,cub} = a.b.c.e.g.f_{cor,v}$$

În urma prelucrării statistice a datelor experimentale rezultă:

$$\text{Rezistența medie : } f_{m(6),is} = \frac{\sum_1^k f_{is}}{k} = 31,90 \text{ N/mm}^2;$$

$$\text{Abaterea medie pătratică: } S_D = \sqrt{\frac{\sum_1^k (f_{is} - f_{m(6),is})^2}{k-1}} = 1,977;$$

$$\text{Coeficientul de variație: } C_V = \frac{S_D}{f_{m(6),is}} \times 100 = 6.20\%$$

$$\text{Rezistența caracteristică: } f_{ck,is} = f_{m(6),is} - t \times S_D = 29,72 \text{ N/mm}^2.$$

$$f_{is,min} = 29,96 \text{ N/mm}^2$$

Relațiile folosite sunt cele din Normativul C26 – 85 Cap 6, cu completările din 1987, adaptate la notațiile actuale.

=> un beton de clasă C20/25

Conform normativului NE 012, evaluarea rezistenței caracteristice la compresiune se va face utilizând abordarea B întrucât avem un număr de epruvete cuprins între 3 și 14. Astfel, rezistența caracteristică in-situ estimată a zonei de încercare este cea mai mică dintre valorile:

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k$$

sau

$$f_{ck, is} = f_{is, min} + 4$$

Limita k depinde de numărul n de rezultate ale încercării, valoarea adecvată fiind selectată din tabelul 8.1 din normativ.

Tabelul 8.1 – Limita k asociată unui număr mic de rezultate ale încercării

n	k
10 până la 14	5
7 până la 9	6
3 până la 6	7

$$\begin{aligned}
 \min f_{ck, is} &= f_{m(n), is} - k = 31,90 - 7 = 24,90 \text{ N/mm}^2 \\
 f_{ck, is} &= f_{is, min} + 4 = 29,96 + 4 = 33,96 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}
 \Rightarrow f_{ck, is} = 24,90 \text{ N/mm}^2$$

Conform tabelului 6.1 din SR EN 206-1 => **un beton de clasă C20/25**

CONCLUZII: analizând rezultatele conform celor două normative, betonul studiat se încadrează clasa C20/25 (Bc25, B350).

B. DETERMINAREA REZISTENȚEI LA ÎNTINDERE PRIN ÎNCOVOIERE

- interpretare primară a datelor:

Nr. Crt.	Înălțime medie h(mm)	Diametru mediu d(mm)	Raport h/d	Arie (mm ²)	Forta (N)	f _{is, cub} (N/mm ²)	f _{is, cil} (N/mm ²)	f _{ct, fl, is} (N/mm ²)
1	116,97	94,17	1,24	6964,41	234400	29,96	24,27	2,515
2	118,97	94,12	1,26	6957,02	248200	32,00	25,79	2,619
3	131,27	93,98	1,40	6937,32	236200	32,10	25,86	2,624
4	127,67	94,20	1,36	6969,34	234100	31,23	25,22	2,580
5	125,80	94,08	1,34	6952,09	229900	30,53	24,69	2,544
6	195,20	94,03	2,08	6944,70	241000	35,56	28,41	2,793



$$f_{ck} = (0,87 - 0,002 * f_{ck,cub}) * f_{ck,cub}$$

$$f_{ct,fl} = f_{ct} = 0,30 * f_{ck}^{2/3} \quad \Rightarrow \text{pentru betoane având clasa } \leq C50/60$$
$$f_{ct,fl} = f_{ct} = 2,12 * \ln(1 + 0,1 * f_{cm}) \quad \Rightarrow \text{pentru betoane având clasa } > C50/60$$

În urma prelucrării statistice a datelor experimentale rezultă:

$$\text{Rezistența medie : } f_{ctm(6)fl,is} = \frac{\sum_1^k f_{is}}{k} = 2,61 \text{ N/mm}^2;$$

$$\text{Abaterea medie pătratică: } S_D = \sqrt{\frac{\sum_1^k (f_{is} - f_{ctm(6)fl,is})^2}{k - 1}} = 0,098;$$

$$\text{Coeficientul de variație: } C_V = \frac{S_D}{f_{ctm(6)fl,is}} * 100 = 3.75\%$$

$$\text{Rezistența caracteristică: } f_{ctk,fl,is} = f_{ctm(6)fl,is} - t * S_D = 2,50 \text{ N/mm}^2.$$

$$f_{ct,fl,min} = 2,51 \text{ N/mm}^2$$

Relațiile folosite sunt cele din Normativul C26 – 85 Cap 6, cu completările din 1987, adaptate la notațiile actuale.

=> un beton rutier BcR 2,5

Echipa de încercare
Asist. dr. ing. Dan DIACONU

Director Laborator
Prof. dr. ing. Valeriu STOIAN

Specialist încercări nedistructive
Asist. dr. ing. Dan DIACONU

**ANEXA 3: MODEL BULETIN ÎNCERCARE
CUBURI DIN BETON ARMAT**



VERIFICAREA CALITĂȚII BETONULUI CONFORM NE 012/2-2010

BENEFICIAR: LAZAR OCTAVIAN FULGER

EXECUTANT : REGIE PROPRIE

ȘANTIERUL: Str. Aida nr. 7, Timisoara, Jud. Timis

OBIECTUL: CONSTRUIRE LOCUINTE COLECTIVE ÎN REGIM P+E+ER – planseu cota 8,825 m

FURNIZOR BETON: SC READYMIX ROMANIASRL

AVIZE ÎNȘOȚIEREA MĂRFII: -

Calitatea betonului determinată pe betoane supuse unui control de certificare a producției:

Nr. Crt.	Numărul "n" al rezultatelor de rezistența la compresiune pentru partea de obiect	Criteriul 1	Criteriul 2
		Media a "n" rezultate f_{cm} N/mm ²	Toate rezultatele individuale ale încercărilor
1	1	neaplicabil	$\geq f_{ck} - 4$
2	2...4	$\geq f_{ck} + 1$	$\geq f_{ck} - 4$
3	5...6	$\geq f_{ck} + 2$	$\geq f_{ck} - 4$
4	7...35	$\geq f_{ck} + (1.65-2.85/n^{0.5}) * s$ în care $s=4$ N/mm ²	$\geq f_{ck} - 4$

CRITERIUL 1

Seria	Nr. Probe	Masa [kg]	Volum [mc]	Densitatea [kg/mc]	Clasa beton	f_{ck} pe cuburi [N/mm ²]	$f_{ck} + 1$ [N/mm ²]	Rezistența medie (f_{cm}) [N/mm ²]	Verificare
01	3	24.1	0.010125	2380.2	C 20/25	25	≥ 26	27.14	CORES-PUNZĂTOR



CRITERIUL 2

Seria	Clasă beton	f_{ck} pe cub [N/mm ²]	$f_{ck} - 4$ [N/mm ²]	Proba i	Rezistența (f_{ci}) [N/mm ²]	Verificare
01	C 20/25 24.08.2015	25	≥21.0	1	27.14	CORESPUNZATOR
		25	≥21.0	2	27.30	CORESPUNZATOR
		25	≥21.0	3	26.97	CORESPUNZATOR

Verificarea calității betonului s-a realizat la 30 de zile de la data turnării (01.08.2015).

Ambele criterii sunt îndeplinite, deci se concluzionează că betonul analizat se încadrează în clasa verificată C20/25.

Echipa de încercare

Asist. dr. ing. Dan DIACONU

Director Laborator

Prof. dr. ing. Valeriu STOIAN

**ANEXA 4: MODEL BULETIN ÎNCERCARE
CARAMIZI DIN ARGILA ARSA**

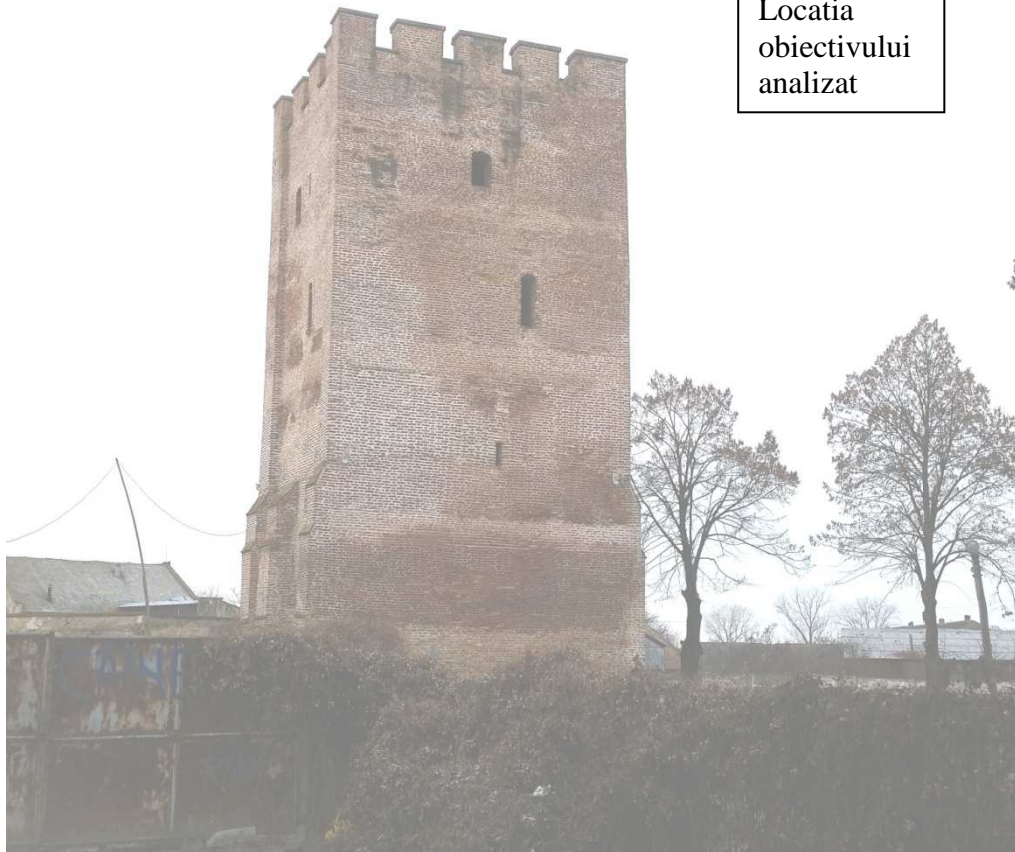
**„RESTAURAREA SI RENOVAREA TURNULUI DE
APARARE, MONUMENT ISTORIC, DIN ORASUL
CIACOVA, JUD. TIMIS”**

Denumire
proiect

Turnul de aparare, Ciacova, Jud. TIMIȘ

= VERIFICAREA CALITĂȚII CĂRĂMIZILOR PLINE DIN ARGILĂ ARSĂ =

Locatia
obiectivului
analizat



Beneficiar: **PRIMARIA ORASULUI CIACOVA**

Timișoara, DECEMBRIE, 2015



COLECTIV DE ELABORARE

Prof. dr. ing. Valeriu STOIAN

As. dr. ing. Dan DIACONU



B O R D E R O U

Foaie de capăt

Colectiv de elaborare

Borderou

1. Introducere

2. Încercări efectuate

3. Concluzii

4. Anexa

Buletin de laborator – sclerometru

Breviar foto



1. Introducere

În conformitate cu obiectivul comenzii au fost efectuate încercări distructive privind calitatea cărămizilor pline din argilă arsă prelevate din pereții Turnului de apărare situat în Ciacova, jud. Timiș, la solicitarea beneficiarului PRIMARIA ORASULUI CIACOVA.

Elementele de zidărie au fost testate și verificate conform normativelor în vigoare: SR EN 771-1/2003 (Specificații ale elementelor pentru zidărie. Partea 1: Elemente pentru zidărie de argilă arsă), SR EN 772-1/2001 (Metode de încercare a elementelor pentru zidărie), CR6-2013 (Cod de proiectare pentru structuri din zidărie).

Principala caracteristică mecanică a elementelor pentru zidărie este rezistența la compresiune care condiționează, în cea mai mare măsură, toate performanțele zidăriei. Rezistența sporită la compresiune a elementelor atrage după sine creșterea rezistenței la compresiune a masivului de zidărie și a modulului de elasticitate al acestuia precum și îmbunătățirea durabilității zidăriei. Rezistențele zidăriei la alte solicitări simple (forfecare, întindere axială, întindere din încovoiere) reprezintă fracțiuni din rezistența la compresiune.

Rezistența la compresiune a elementelor pentru zidărie din argilă arsă depinde, în principal, de:

- calitatea materiei prime;
- procesul tehnologic de fabricație: formare, uscare, ardere, răcire.

În România, în prezent, cea mai ridicată valoare a rezistenței la compresiune a elementelor din producția curentă este de 10 N/mm^2 ca urmare a deficiențelor care se manifestă pe tot lanțul tehnologic. Reamintim că STAS 1031-56 prevedea mărci de cărămidă (rezistențe medii la compresiune) până la 200 daN/cm^2 (C200) adică 20 N/mm^2 . În perioada interbelică, în categoria a 2-a erau încadrate cărămidile cu



rezistența de 100 daN/cm^2 în timp ce cărămida dublu presată avea rezistența de rupere la compresiune între $250 \div 350 \text{ daN/cm}^2$ [Asquini, V. Indicator tehnic în construcții Ed. Cartea Românească, București, 1938]. Din aceste date rezultă că declinul calității producției interne de cărămizi în etapa actuală este evident. Consecințele directe ale acestei situații se vor regăsi în scăderea performanțelor așteptate ale clădirilor cu structura din zidărie și, probabil, și a clădirilor la care zidăria este folosită numai ca panou de umplură la cadre.

Deoarece rezistențele la compresiune obținute prin încercările efectuate la diferiți producători sunt influențate, în mare măsură, de umiditatea probei în momentul încercării, ca rezultat al modului de condiționare aplicat, și de dimensiunile probei, standardul SR EN 771-1 definește noțiunea de "rezistența la compresiune standardizată" care ține seama de efectele acestor parametri permițând astfel obținerea unor rezultate echivalente, indiferent de particularitățile elementului testat și de modul de condiționare. În felul acesta, nivelul de asigurare rezultat din calculele de dimensionare/verificare rămâne practic același, indiferent de dimensiunile elementelor folosite.

Standardul SR EN 771-1 definește noțiunea de rezistență la compresiune standardizată astfel: "**Rezistența la compresiune standardizată, f_b , este rezistența la compresiune a elementelor pentru zidărie transformată în rezistența la compresiune a unui element pentru zidărie uscat în aer echivalent, cu 100 mm lățime x 100 mm înălțime**".

Pentru determinarea rezistenței standardizate f_b rezultatele încercărilor pe un eșantion oarecare se corectează în funcție de:

1. Procedeele de condiționare a epruvetelor.
2. Dimensiunile epruvetelor.



1. În funcție de procedeul de condiționare, valoarea medie rezultată din încercări (f_{med}) se corectează cu următorii factori de transformare (δ_{cond}):

- condiționare prin uscare în aer sau la un conținut de apă de 6%: $\delta_{cond} = 1.00$;
- condiționare prin uscare în etuvă: $\delta_{cond} = 0.80$;
- condiționare prin imersie: $\delta_{cond} = 1.20$.

Rezultă valoarea rezistenței medii (f_{med}) corectată în funcție de modul de condiționare a epruvetelor ($f_{med,cond}$):

$$\Rightarrow f_{med,cond} = \delta_{cond} \times f_{med}$$

2. Pentru stabilirea rezistenței standardizate la compresiune (f_b) rezistența din încercări, transformată în rezistența elementelor condiționate în aer ($f_{med,cond}$), se multiplică cu factorul de formă δ determinat din tabelul A.1 din Anexa A (informativă) la standardul SR EN 772-1:

$$\Rightarrow f_b = \delta \times f_{med,cond}$$

Factorul de formă δ depinde de înălțimea elementului și de cea mai mică dimensiune orizontală a acestuia. Valorile factorului de formă δ din tabelul A.1 al standardului SR EN 772-1 sunt reproduse în tabelul 3.1a din Cod.

Introducerea rezistenței standardizate prin factorul δ elimină limitările din reglementările anterioare din România (STAS 10104-75, de exemplu) care erau valabile numai pentru zidării cu înălțimea rândului ≤ 150 mm și permite astfel ca prevederile codului CR6-2013 și ale standardului SR EN 1996-1-1 să fie valabile pentru toate tipurile de elemente pentru zidărie indiferent de dimensiunile acestora (elimină necesitatea unor reglementări speciale pentru zidăriile cu elemente având înălțimea rândului > 150 mm).

2. Încercări efectuate

S-au efectuat măsurători distructive privind calitatea cărămizilor pline din argilă arsă prelevate din pereții construcției supuse expertizării, situată în Timișoara, jud. Timiș, cu presa hidraulică de 200 t din dotarea Laboratorului de grad I din cadrul Departamentului de Construcții Civile și Instalații, autorizat pentru încercări în construcții.



Probele, în număr de 4 bucăți, au fost pregătite pentru testare, fețele în contact cu platanele fiind planeizate cu mortar de înaltă rezistență.



Cele 4 probe au fost testate obținându-se forțele de cedare la compresiune.



3. Concluzii

Analiza rezultatelor obținute în urma încercărilor distructive pe cărămizile pline din argilă arsă a condus la identificarea următoarei rezistențe standardizate la compresiune:

$$f_b = 14,93 \text{ N/mm}^2$$

Buletinul de încercări se găsește în ANEXĂ.

Timișoara, decembrie 2015

Întocmit,

Prof. dr. ing. Valeriu STOIAN

As. dr. ing. Dan DIACONU



UNIVERSITATEA POLITEHNICA TIMIȘOARA
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII
DEPARTAMENTUL CONSTRUCȚII CIVILE ȘI INSTALAȚII
LABORATOR DE GRADUL I AUTORIZAT PENTRU ÎNCERCĂRI ÎN
CONSTRUCȚII
AUTORIZAȚIE MDRT-ISC NR. 2606 din 28.09.2012
T. Lalescu nr. 2, Timișoara, ROMÂNIA, tel/fax: +40 256 403950

ANEXA

BREVIAR FOTO

Testare caramizii cu numarul de ordine 1 (inainte si dupa cedare)



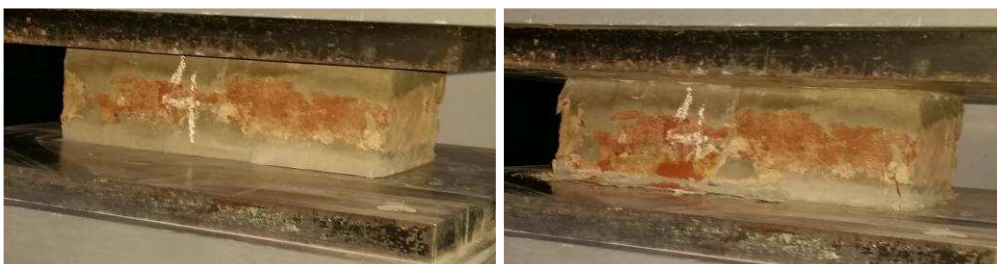
Testare caramizii cu numarul de ordine 2 (inainte si dupa cedare)



Testare caramizii cu numarul de ordine 3 (inainte si dupa cedare)



Testare caramizii cu numarul de ordine 4 (inainte si dupa cedare)





„RESTAURAREA SI RENOVAREA TURNULUI DE APARARE, MONUMENT ISTORIC, DIN ORASUL CIACOVA, JUD. TIMIS”

VERIFICAREA CALITĂȚII CĂRĂMIZILOR PLINE DIN ARGILĂ ARSĂ

= REZISTENȚA LA COMPRESIUNE =

BENEFICIAR: PRIMARIA ORASULUI CIACOVA
LOCAȚIE: TURNUL DE APARARE din CIACOVA, JUD. TIMIȘ
ELEMENT VERIFICAT : PLACA SUPERIOARA REZERVOR APA

Elementele de zidărie au fost testate și verificate conform normativelor în vigoare: SR EN 771-1/2003 (Specificații ale elementelor pentru zidărie. Partea 1: Elemente pentru zidărie de argilă arsă), SR EN 772-1/2001 (Metode de încercare a elementelor pentru zidărie), CR6-2013 (Cod de proiectare pentru structuri din zidărie).

În urma încercărilor efectuate în laborator s-au obținut valorile din tabelul de mai jos:

Nr. Crt.	l_1	L_1	A_1	l_2	L_2	A_2	A_m	F	f_c	f_{med}	f_b
	<mm>	<mm>	<mm ² >	<mm>	<mm>	<mm ² >	<mm ² >	<N>	<N/mm ² >	<N/mm ² >	<N/mm ² >
1	135	295	39825	132	294	38808	39316,5	770000	19,58	18,43	14,93
2	162	279	45198	162	278	45036	45117	844000	18,71		
3	164	292	47888	157	287	45059	46473,5	900000	19,37		
4	148	293	43364	150	299	44850	44107	750000	17,00		

f_{med} = rezistența la compresiune a elementului "i"

f_{med} = rezistența medie la compresiune

f_b = rezistența standardizată la compresiune

δ = factor de multiplicare (pentru cărămizile ceramice pline are valoarea 0,81)

$f_b = f_{med} * \delta$

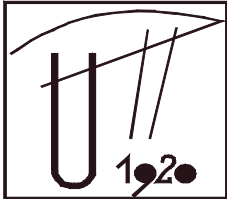
Echipa de încercare

Asist. dr. ing. Dan DIACONU

Director Laborator

Prof. dr. ing. Valeriu STOIAN

**ANEXA 5: MODEL BULETIN ÎNCERCARE
DURITATE METAL**



UNIVERSITATEA "POLITEHNICA" DIN TIMIȘOARA
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII
DEPARTAMENTUL CONSTRUCȚII CIVILE ȘI AGRICOLE

BULETIN DE ÎNCERCARE conform SR EN ISO 18265:2004
DIN 50156-2007
ASTM A956-02
SR EN 10002-1:2002

BULETIN NR.

Obiectiv:
Beneficiar:

**DETERMINAREA CARACTERISTICILOR OȚELULUI
PRIN METODE NEDISTRUCTIVE**

**DETERMINAREA DURITĂȚII HL PE
denumire element**

Data încercării: xxx

Elementul	Zona de măsurare	Punctul de măsurare					R _m [N/mm ²]	Deviația s [N/mm ²]	Distribuția d [N/mm ²]	R _{m, min} [N/mm ²]	R _{m, max} [N/mm ²]	R _{m, med} [N/mm ²]
		N1	N2	N3	N4	N5						
	T1	429	429	431	443	444	435	37.4	46.5	389	482	435
	T2											
	T3											
	T4											

- Notă: - Înaintea încercării, suprafața a fost șlefuită până când a devenit netedă.
- Duritatea măsurată a fost de tip HL, cu metoda reculului conform Leeb.
- Echipamentul folosit a fost de tip Proceq Equotip 3, cu instrumentul de impact tip D.
- Distribuția (d) valorii medii s-a calculat pentru obținerea unui nivel de încredere de 95%.

Rezistența medie la întindere a oțelului rezultat prin

**DETERMINAREA DURITĂȚII HL PE
denumire element**

$$R_{med} = 435 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Prelucrare rezultate:

Vizat:

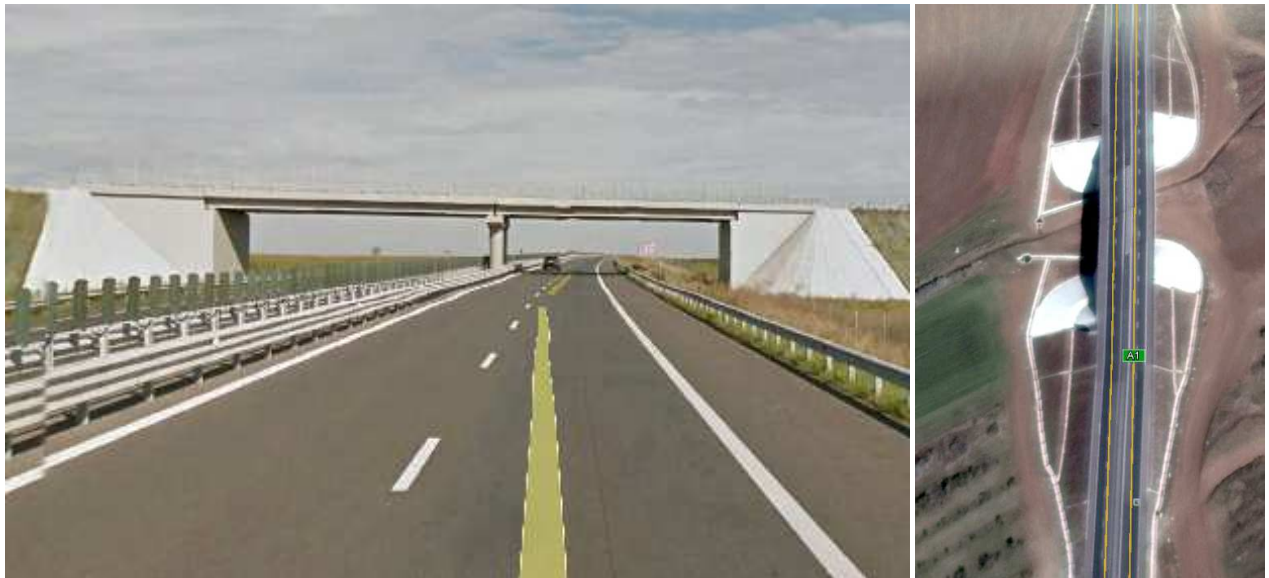
**ANEXA 6: MODEL BULETIN VERIFICARE
ADANCIMEA FISURILOR**



„VERIFICAREA ADÂNCIMII FISURILOR DIN PILONII PASAJELOR ȘI PODURILOR DE LA AUTOSTRADA A1 TIMIȘOARA - ARAD”

Autostrada Timișoara - Arad

= ÎNCERCĂRI NEDISTRUCTIVE – ADÂNCIME FISURI =



Beneficiar: XXXXX

Timișoara, DECEMBRIE, 2015



COLECTIV DE ELABORARE

Prof. dr. ing. Valeriu STOIAN

As. dr. ing. Dan DIACONU



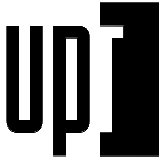
B O R D E R O U

Foaie de capăt

Colectiv de elaborare

Borderou

1. Introducere
2. Încercări efectuate
3. Considerații privind aplicarea metodei cu ultrasunete
4. Calculul adâncimii fisurilor
5. Rezultatele încercărilor
6. Concluzii
7. Anexa - Breviar foto



1. Introducere

În conformitate cu obiectivul comenzii au fost efectuate încercări nedistructive privind adâncimea fisurilor existente la pasajele și podurile de la autostrada A1 Timișoara – Arad, la solicitarea beneficiarului XXXXXXXXXXXXX.

Pentru determinarea adâncimii fisurilor s-a utilizat metoda nedistructivă cu ultrasunete.

Au fost respectate prevederile Normativului pentru Încercarea Betonului prin Metode Nedistructive – indicativ C26-85; SR EN 12504-4:2004.

2. Încercări efectuate

S-au efectuat măsurători nedistructive la pasajele și podurile de la autostrada A1 Timișoara – Arad, cu betonoscopul cu ultrasunete pentru determinarea adâncimii fisurilor.

3. Considerații privind aplicarea metodei cu ultrasunete

În scopul evaluării analitice a adâncimii fisurilor existente la pasajele și podurile de la autostrada A1 Timișoara – Arad, cu luarea în considerare a caracteristicilor fizico-mecanice cât mai reale ale elementelor componente, au fost efectuate încercări nedistructive asupra betonului prin folosirea metodei cu ultrasunete.

Determinarea fisurilor, a poziției și adâncimii lor, ca și a rosturilor de turnare se face admitând că impulsul ocolește fisura sau rostul pe drumul fizic cel mai scurt.

Existența fisurilor/golurilor mari este pusă în evidență, în măsurătorile cu ultrasunete, printr-o variație bruscă a timpului de propagare citit la aparat, fără ca aceasta să fie justificată de obicei, de aspectul exterior al suprafeței. Această variație este urmarea faptului că impulsul întâlnind un gol sau o fisură le ocolește pe drumul fizic minim.

Încercările trebuie orientate perpendicular pe planul de fisurare. Se recomandă ca emițătorul și receptorul să fie aplicate la distanțe relativ mici între ele (20-30 cm) pentru a mări precizia determinării.

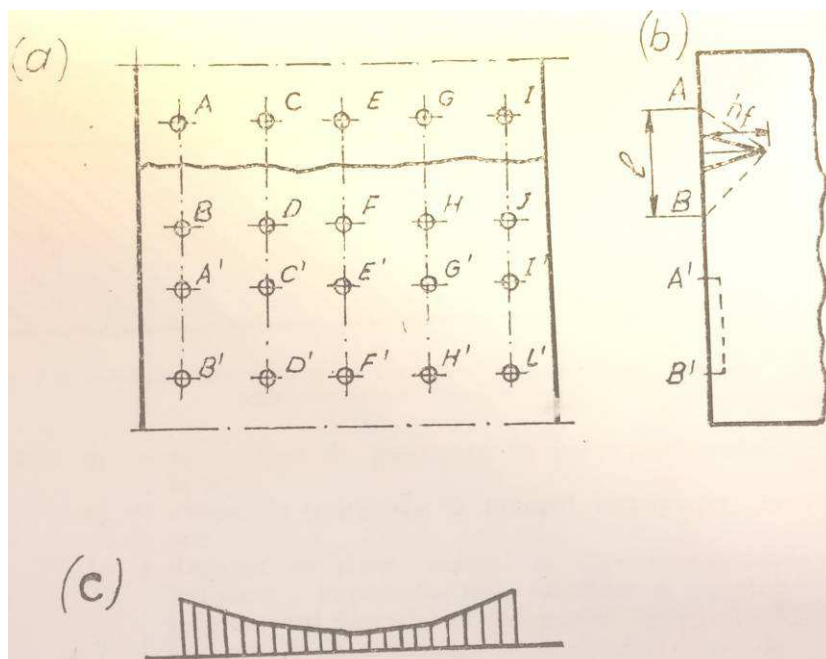


Fig. 2.8 -- Schema determinării adâncimii rosturilor de turnare în beton
 a) vedere din față; b) secțiune; c) diagrama de variație a adâncimii rostului

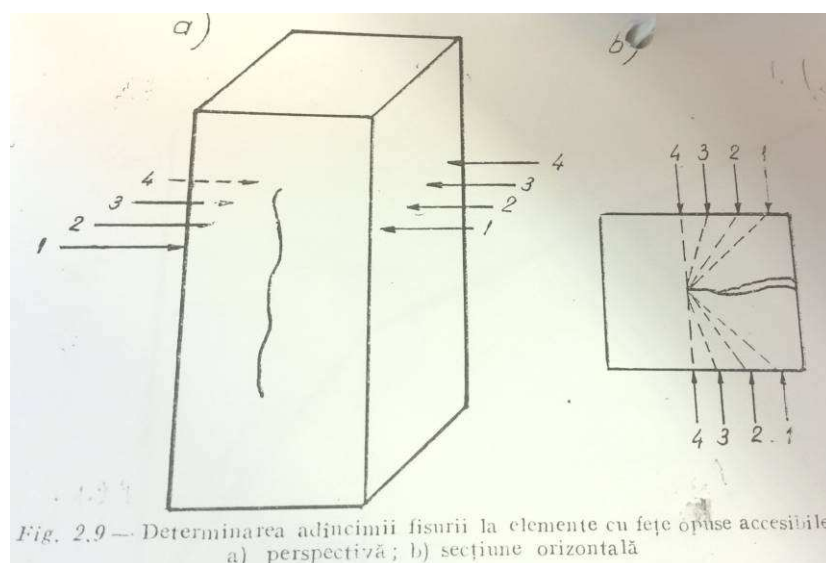


Fig. 2.9 -- Determinarea adâncimii fisurii la elemente cu fețe opuse accesibile
 a) perspectivă; b) secțiune orizontală

În cazul în care planul fisurii este paralel cu fețele opuse accesibile ale elementului încercat, se poate face determinarea adâncimii fisurii efectuând o serie succesivă de măsurători într-un plan perpendicular pe planul fisurii pornind de la fața fisurată spre cea opusă. Adâncimea este egală în acest caz cu distanța de la fața fisurată la punctele în care prezența fisurii nu se mai face simțită în propagarea impulsului ultrasonic. Această metodă va fi preferată precedentei, ori de câte ori există condiții pentru aplicarea ei.

S-a folosit un betonoscop TICO de la firma elvețiană PROCEQ.



Pentru o bună transmitere a energiei acustice palpatorii s-au aplicat pe materialul cercetat prin intermediul unui mediu cuplant: vaselină.

La prelucrarea datelor obținute s-au avut în vedere prevederile Normativului pentru Încercarea Betonului prin Metode Nedistructive – indicativ C26-85.

4. Calculul adâncimii fisurilor

Conform prevederilor Normativului pentru Încercarea Betonului prin Metode Nedistructive – indicativ C26-85, adâncimea fisurilor se calculează cu relația:

$$h_f = l/2 \times \sqrt{[(t_1/t_0)^2 - 1]} \text{ [cm]}$$

în care:

l = distanța între punctele de aplicare a transductorilor pe buton, măsurată în linie dreaptă și exprimată în cm;

t_1 = timpul citit la aparat pentru secțiunea de beton în care se găsește fisura, în μs ;

t_2 = timpul mediu al citirilor la aparat între punctele situate la aceeași distanță între ele, pentru secțiunile de beton fără fisuri, în μs ;

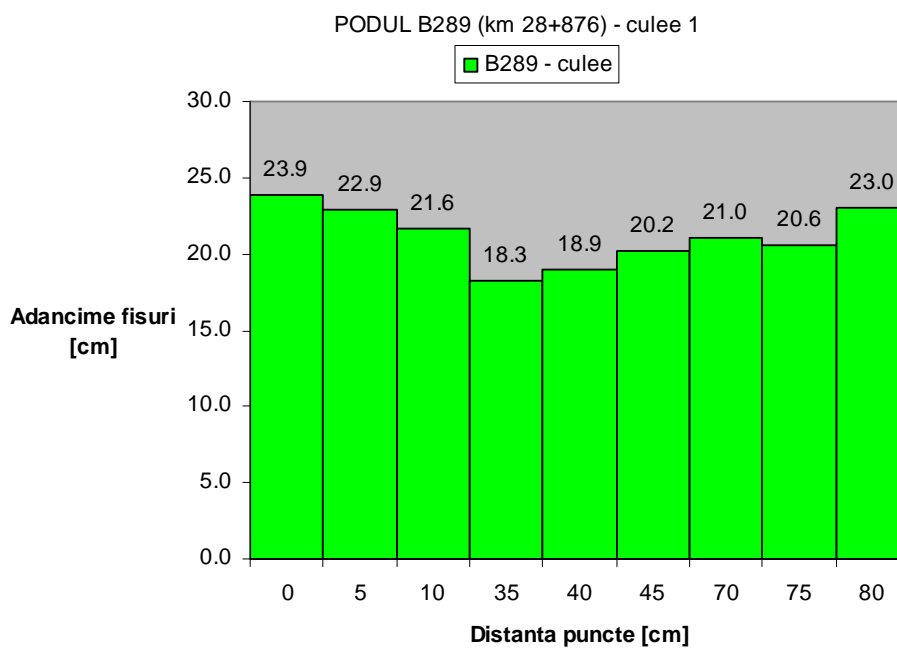
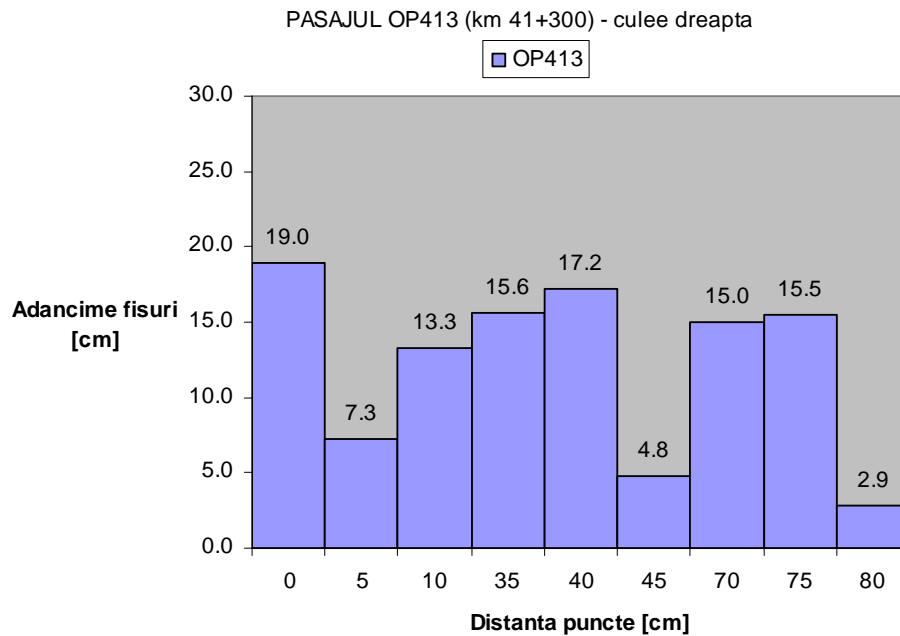
5. Rezultatele încercărilor

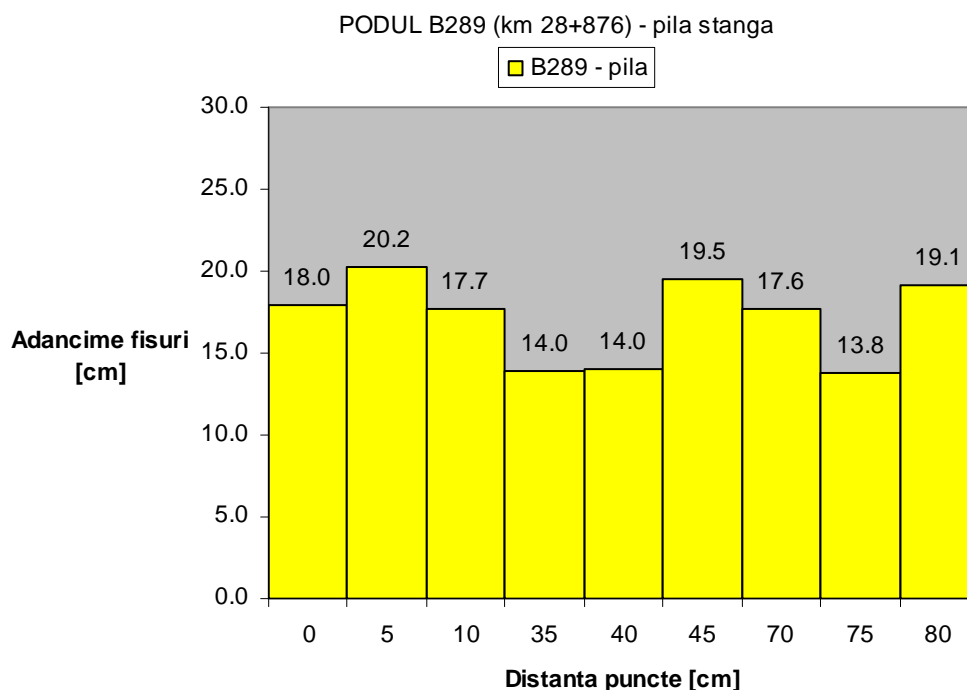
Măsurătorile nedistructive cu ultrasunete efectuate la fața locului (datele culese și înregistrate) cu betonoscopul cu ultrasunete sunt redată în tabelul de mai jos.

Locație	Puncte încercare		Distanța între puncte [cm]	Timpul de propagare a ultrasunetelor [μ s]				Distanța între palpatori [cm]	Adâncimea fisurii h_f [cm]	
				Zonă beton nefisurat			Zonă beton fisurat			
				t_{01}	t_{02}	t_0	t_1			
Pasajul OP413 (km 41+300) - culee dreapta	1	1.1	5	5	51.5	49.5	50.5	108.3	20	19.0
		1.2			48.1	46.6	47.4	58.6	20	7.3
		1.3	25	5	46.4	48.3	47.4	78.8	20	13.3
	2	2.1	5	5	63.6	51.2	57.4	106.3	20	15.6
		2.2			52.3	47.0	49.7	98.8	20	17.2
		2.3	5	25	52.3	46.5	49.4	54.8	20	4.8
	3	3.1	5	5	57.6	46.6	52.1	93.8	20	15.0
		3.2			57.4	47.4	52.4	96.5	20	15.5
		3.3	5	5	53.4	46.6	50.0	52.0	20	2.9
Podul B289 (km 28+876) - culee 1	1	1.1	5	5	53.5	47.4	50.5	130.8	20	23.9
		1.2			51.9	45.6	48.8	122.0	20	22.9
		1.3	25	5	49.6	50.4	50.0	119.2	20	21.6
	2	2.1	5	5	57.5	50.4	54.0	112.4	20	18.3
		2.2			52.0	47.5	49.8	106.5	20	18.9
		2.3	5	25	55.7	45.9	50.8	114.6	20	20.2
	3	3.1	5	5	55.1	47.8	51.5	119.9	20	21.0
		3.2			52.7	48.6	50.7	115.9	20	20.6
		3.3	5	5	51.7	46.2	49.0	122.8	20	23.0
Podul B289 (km 28+876) - pilă stânga	1	1.1	5	5	57.0	52.2	54.6	112.2	20	18.0
		1.2			49.2	53.5	51.4	115.9	20	20.2
		1.3	25	5	51.1	54.5	52.8	107.5	20	17.7
	2	2.1	5	5	51.5	52.3	51.9	89.1	20	14.0
		2.2			48.1	52.2	50.2	86.3	20	14.0
		2.3	5	25	50.1	48.0	49.1	107.4	20	19.5
	3	3.1	5	5	49.8	49.2	49.5	100.3	20	17.6
		3.2			52.0	51.2	51.6	88.0	20	13.8
		3.3	5	5	50.3	49.3	49.8	107.4	20	19.1

6. Concluzii

Analiza rezultatelor obținute prin **metoda ultrasonică de impuls** a avut ca scop determinarea adâncimii fisurilor analizate. Alura fisurilor pe lungime este evidențiată în diagramele de mai jos.

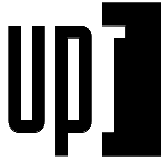




Timișoara, decembrie 2015

Întocmit,
Prof. dr. ing. Valeriu Stoian

As. dr. ing. Dan DIACONU



UNIVERSITATEA POLITEHNICA TIMIȘOARA
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII
DEPARTAMENTUL CONSTRUCȚII CIVILE ȘI INSTALAȚII
LABORATOR DE GRADUL I AUTORIZAT PENTRU ÎNCERCĂRI ÎN CONSTRUCȚII
AUTORIZAȚIE MDRT-ISC NR. 2606 din 28.09.2012
T. Lalescu nr. 2, Timișoara, ROMÂNIA, tel/fax: +40 256 403950

ANEXA

BREVIAR FOTO

Pasajul OP413 (km 41+300) - culee dreapta



Podul B289 (km 28+876) - culee 1



Podul B289 (km 28+876) – pilă stânga



Poziționarea punctelor de încercare

