



**Dr.ing. NAGY-GYÖRGY Tamás**  
*profesor*

**E-mail:**

[tamas.nagy-gyorgy@upt.ro](mailto:tamas.nagy-gyorgy@upt.ro)

**Tel:**

+40 256 403 935

**Web:**

<http://www.ct.upt.ro/users/TamasNagyGyorgy/index.htm>

**Birou:**

A219

- Malhotra V.M. , Carino N.J., Handbook on Nondestructive Testing of Concrete, CRC PRESS, 2004, ISBN 0-8031-2099-0
- Bungey J. H. , Millard S. G. , Grantham M. G., Testing of concrete in structures, Taylor & Francis, 2006, ISBN10: 0-415-26301-8
- Ryall M.J. , Bridge Management, ISBN: 978-0-7506-8511-5
- Guidebook on non-destructive testing of concrete structures, IAEA, Vienna, 2002, IAEA-TCS-17, ISSN 1018-5518
- Newman J., Choo B. S., Advanced concrete technology, Oxford, England, 2003, ISBN 9780750656863
- SHM <http://www.shmlive.com/>
- SAMCO <http://www.samco.org/network/index.htm>
- ISIS and SAMCO Educational Module 5: An Introduction to Structural Health Monitoring

# SCOPUL TESTELOR IN-SITU

## 1. TEST DE CONTROL ÎN GENERAL EFECTUATE DE

- ANTREPRENOR

SAU

- PRODUCĂTORUL DE BETON

PENTRU DOVEDIREA CALITĂȚII MATERIALELOR FURNIZATE → BULETINE

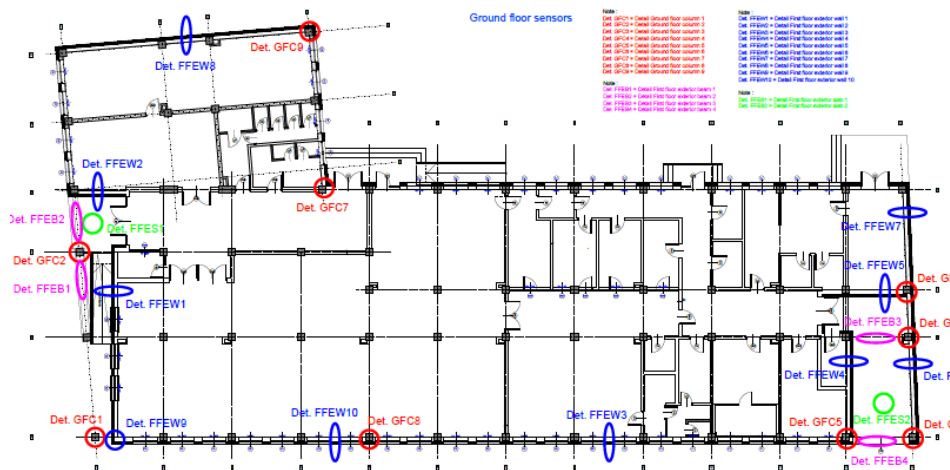


## SCOPUL TESTELOR IN-SITU

### 2. TEST LA ÎNȚELEGERE/CERERE, EFECTUAT DE/PENTRU

- INGINER PE BAZA UNUI PLAN PREDEFINIT
- PENTRU A JUDECA CONFORMITĂȚILE DIN SPECIFICAȚII

→ BULETINE



## SCOPUL TESTELOR IN-SITU

### 3. TESTE SECUNDARE, EFECTUATE PE BETONUL ÎNTĂRIT:

- PE STRUCTURĂ
- PE PROBE EXTRASE DIN STRUCTURĂ

#### SUNT NECESARE CÂND:

- SE FORMULEAZĂ UN DUBIU ASUPRA EXACTITĂȚII CONTROLULUI ȘI A CONFORMITĂȚII REZULTATELOR
- NU SUNT REZULTATELE
- REZULTATELE SUNT NEPOTRIVITE
- STRUCTURA ESTE VECHÉ
- STRUCTURA ESTE AVARIATĂ SAU DETERIORATĂ

TOATE TESTELE CARE **NU AU FOST PLANIFICATE** ÎNAINTEA CONSTRUCȚIEI VOR FI ÎN ACEASTĂ CATEGORIE, INCLUZÂND ȘI MONITORIZAREA (URMĂRIREA ÎN TIMP) CONSTRUCȚIEI.

# NECESITATEA DETERMINĂRIILOR/TESTELOR ÎN CONSTRUCȚII

- PROPUNERI DE **SCHIMBARE** A FUNCȚIONALITĂȚII SAU A **EXTINDERII** STRUCTURII

EX.      FABRICĂ → MAGAZIN  
 MAGAZIN → FABRICĂ  
 CLĂDIRE DE LOCUIT → BANCĂ

SUPRAETAJĂRI, EXTINDERI PE ORIZONTALĂ

- LA ASIGURAREA SAU CUMPĂRAREA CONSTRUCȚIEI



**CARTEA CONSTRUCȚIEI**



# NECESITATEA DETERMINĂRILOR/TESTELOR ÎN CONSTRUCȚII

- ELEMENTE SUSPECTATE DE CONȚINUT DE **MATERIALE NEADECVATE** SAU CU **GREȘELI DE EXECUȚIE/PROIECTARE**



PLANEITATE ?



MORTAR CLASĂ ?

CĂRĂMIDĂ EFICIENTĂ/BCA ?

CONFORM PROIECT ?



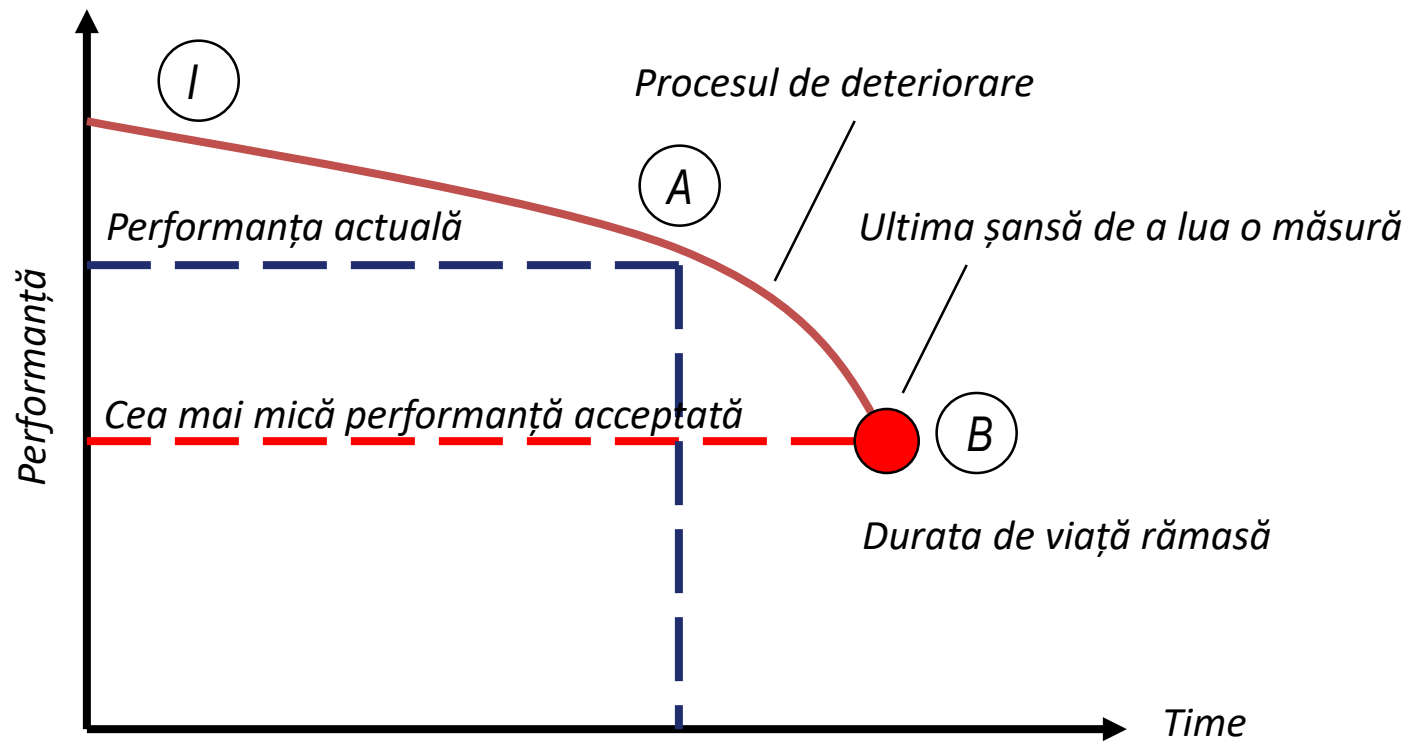
## NECESITATEA DETERMINĂRIILOR/TESTELOR ÎN CONSTRUCȚII

- **MONITORIZAREA EFORTURILOR** LA ÎNTĂRIRE, PRECOMPRIMARE SAU APLICAREA ÎNCĂRCĂRIILOR
- MONITORIZAREA **SCHIMBĂRIILOR** ÎN TIMP A **PROPRIETĂȚILOR MATERIALE** ȘI A **PERFORMANȚELOR STRUCTURALE**
- **EVALUAREA INTEGRITĂȚII STRUCTURALE** SAU A **SIGURANȚEI** ÎN URMA DETERIORĂRII MATERIALE SAU STRUCTURALE
- **EVALUAREA CAUZEI** SAU EXTINDERII **DETERIORĂRII** ÎNAINTE DE PROIECTAREA INTERVENȚIILOR DE CONSOLIDARE
- **EVALUAREA CALITĂȚII** SAU INTEGRITĂȚII **REPARAȚIILOR EFECTUATE**

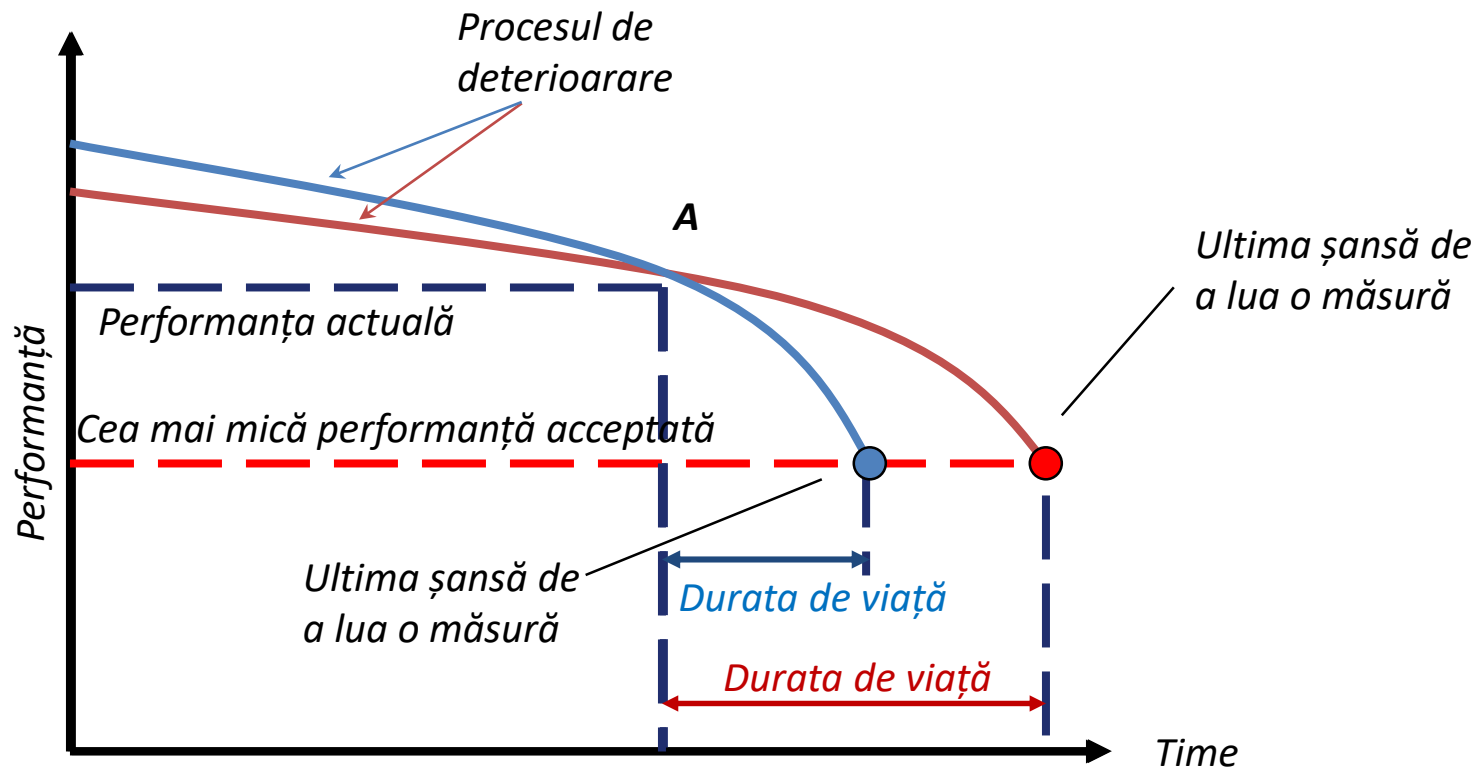




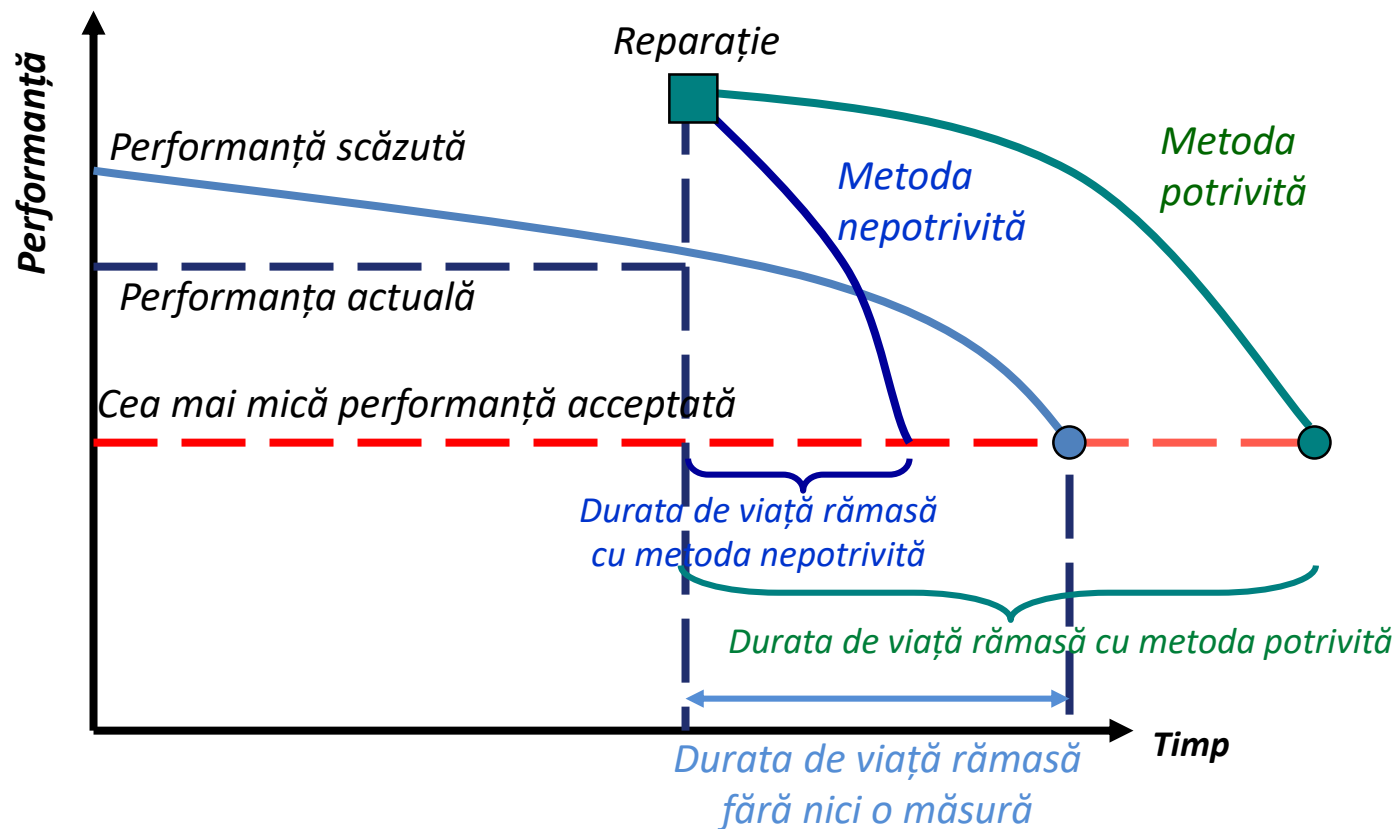
## PROCESUL DE DETERIORARE ÎN GENERAL



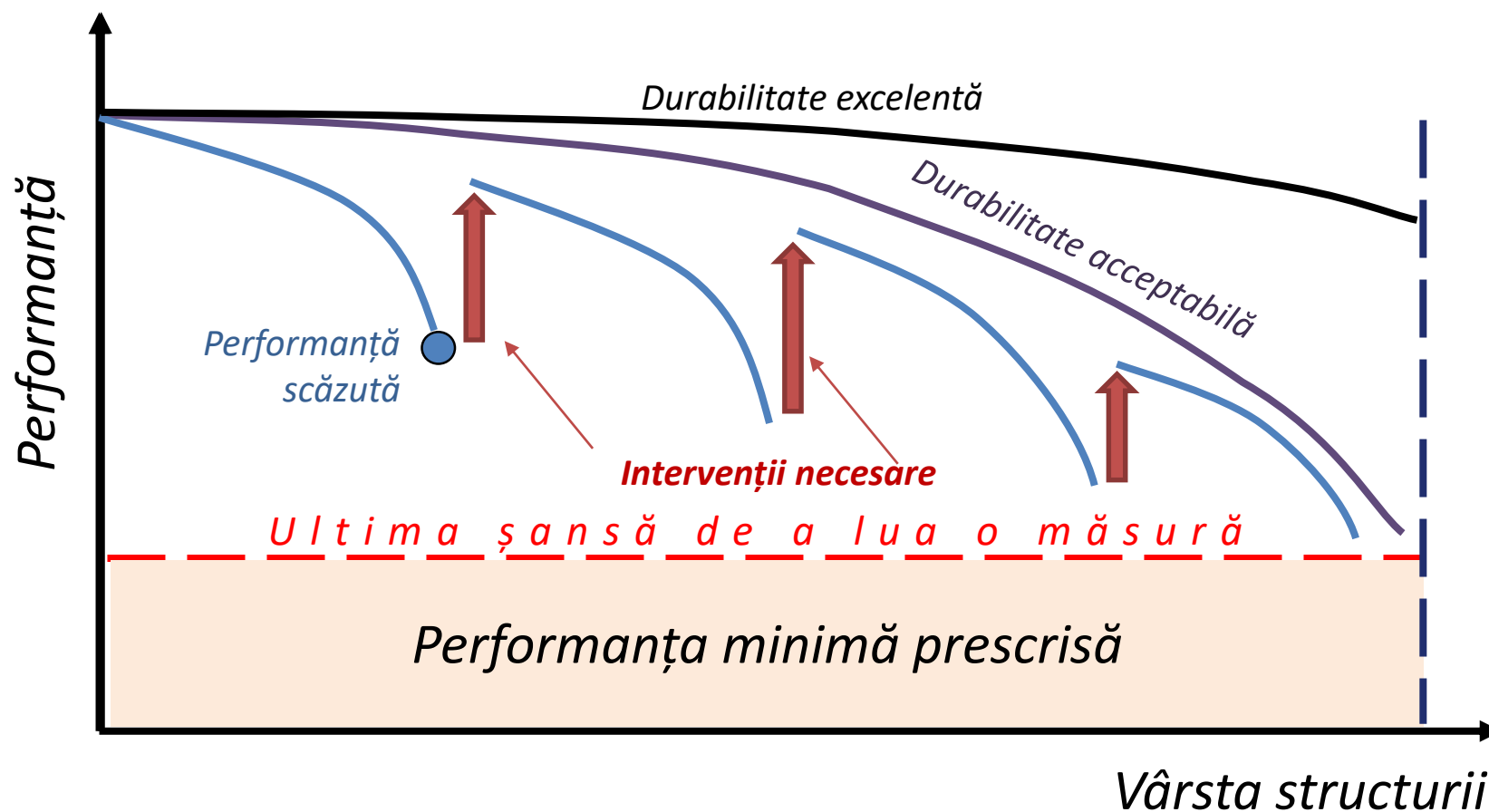
## DETERIORAREA AFECTEAZĂ CAPACITATEA PORTANTĂ



## PROCESUL DE DETERIORARE ÎN GENERAL – IMPORTANȚA METODEI DE INTERVENȚIE



## PROCESUL DE DETERIORARE ÎN GENERAL – IMPORTANȚA METODEI DE INTERVENȚIE



## TIPURI DE INVESTIGAȚII

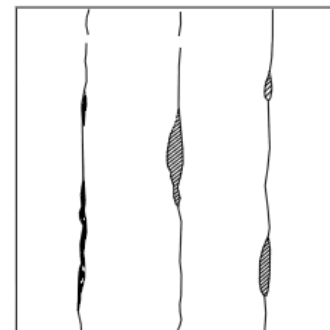
### INVESTIGAȚII PE MATERIALE

- DETERMINAREA REZISTENȚELOR
- DETERMINĂRI FIZICE
- DETERMINĂRI CHIMICE
- ALTE DETERMINĂRI

### INVESTIGAȚII PE STRUCTURĂ

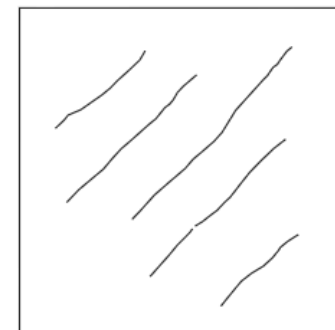
- STUDIAREA FISURILOR/FISURĂRII
- MĂSURAREA DEFORMAȚIILOR
- MĂSURAREA EFORTURILOR
- INTEGRITATEA STRUCTURALĂ
- ALTE DETERMINĂRI

COROZIUNEA  
ARMĂTURILOR

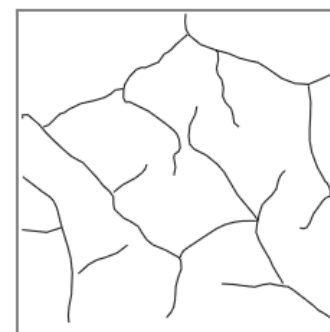


(a)

CONTRACȚIE



(b)



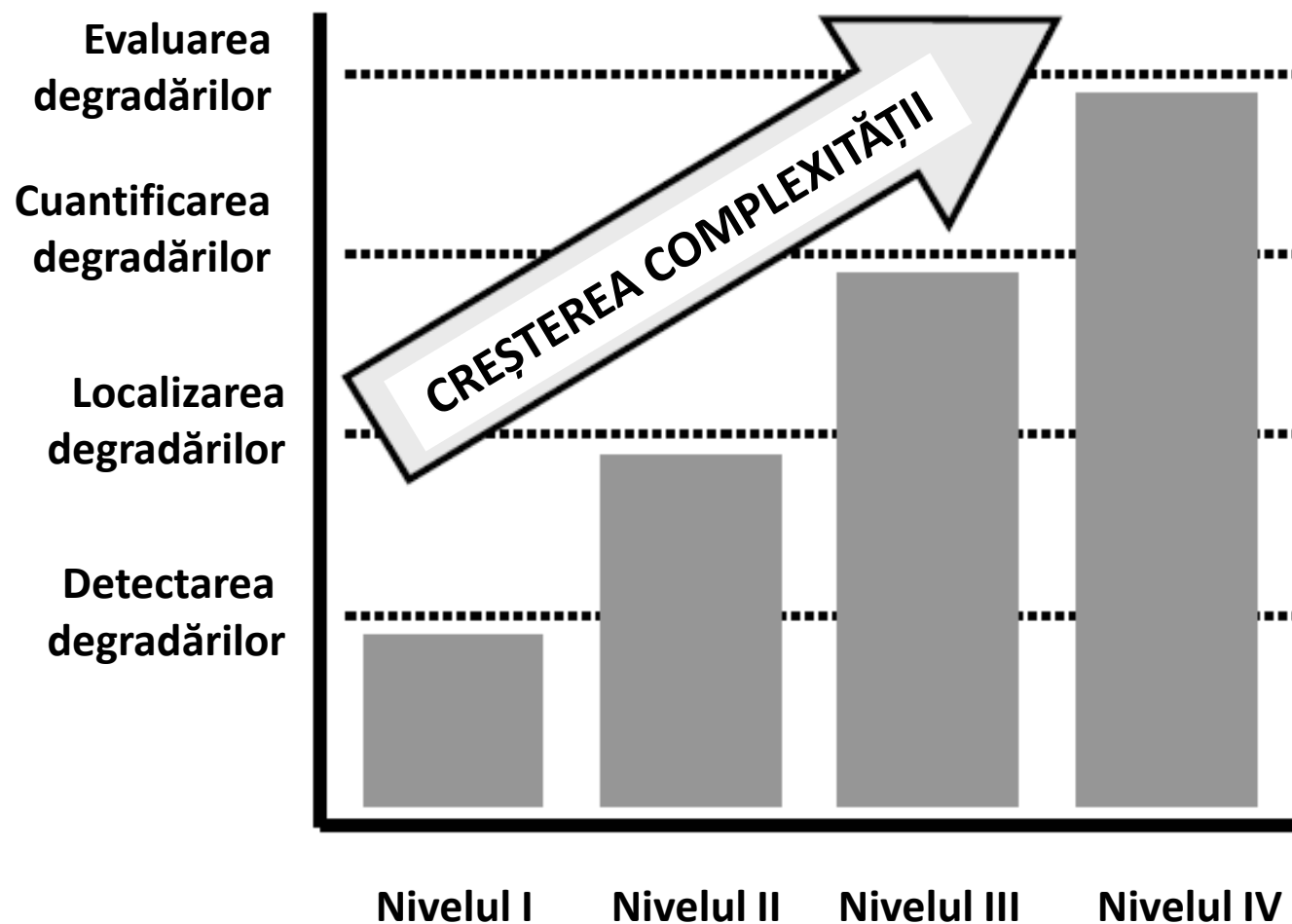
(c)

ATAC SULFIȚI



(d)

REAȚII ALCALI-  
AGREGATE

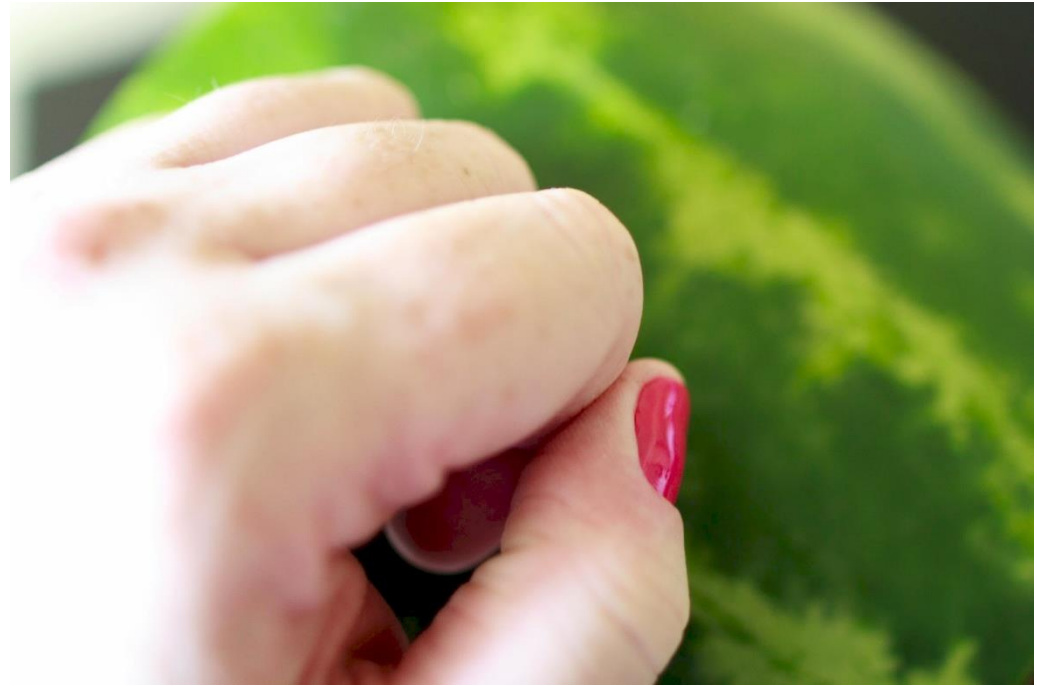


# MODURI DE INVESTIGARE

## INSTINCTIV



- DURITATE SUPERFICIALĂ
- CULOARE



# INSTINCTIV

- CAROTE:- CULOARE**
- ASPECT
  - DENSITATE
  - MIROS
  - DURITATE
  - COMPACTITATE



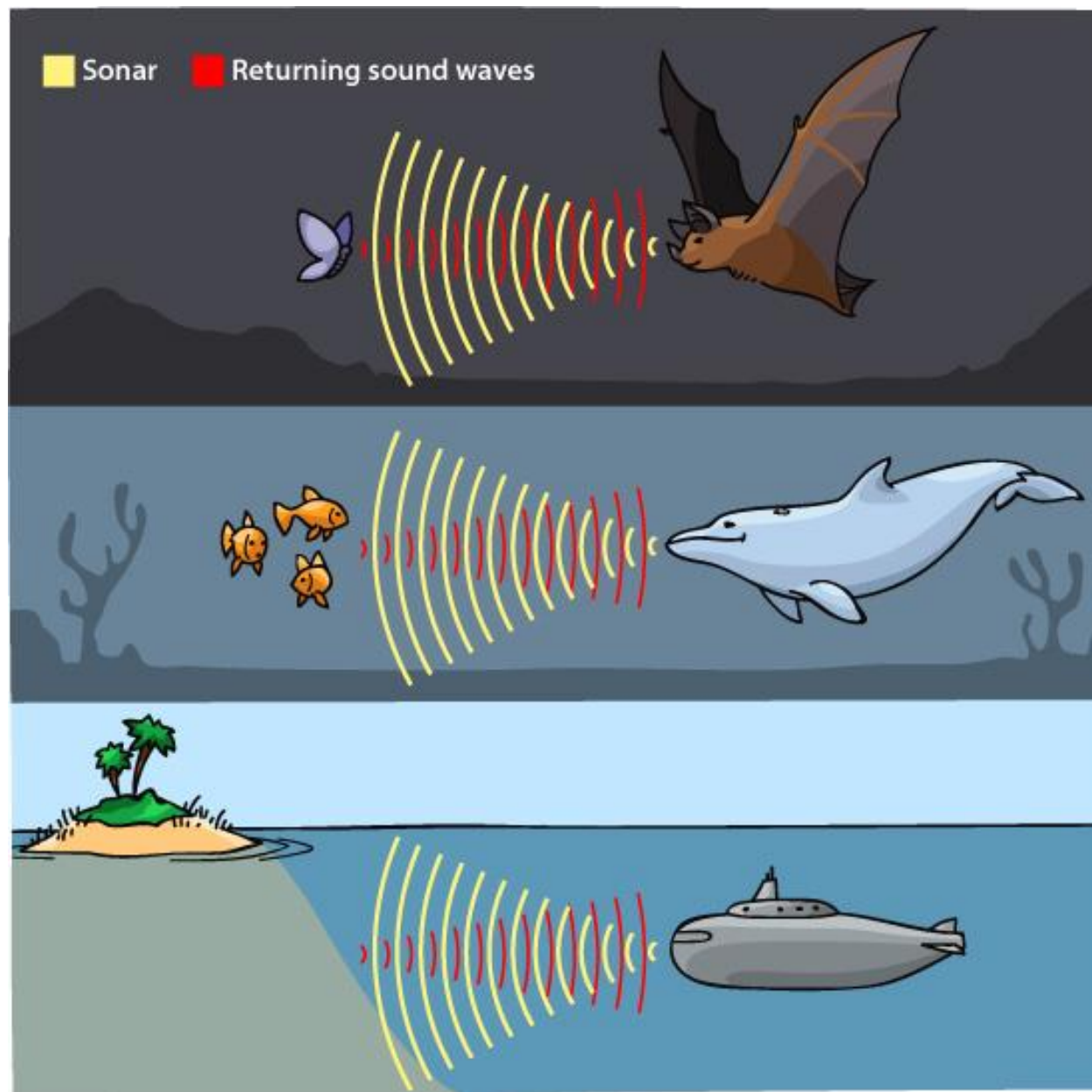
RSO12018 [RF] © www.visualphotos.com





## INSTINCTIV

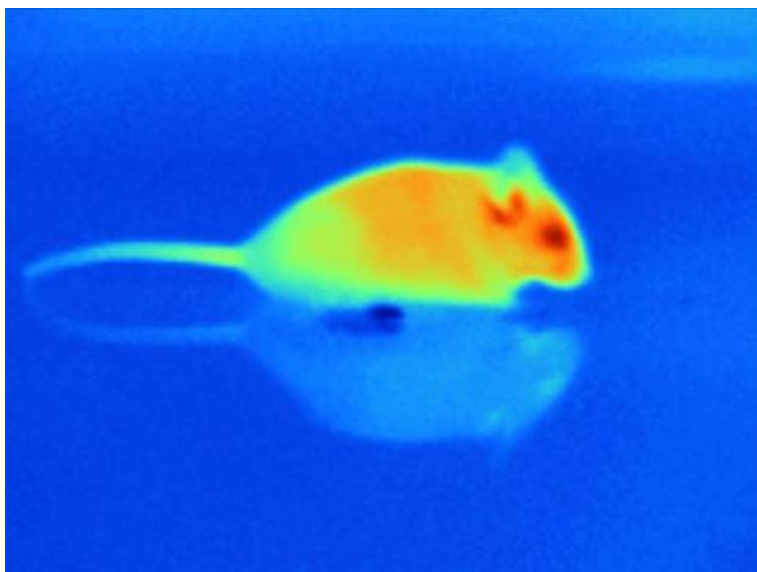
- DISTANȚĂ
- NUMĂR
- MĂRIME
- POZIȚIE



## INSTINCTIV



- TEMPERATURĂ
- MĂRIME
- NUMĂR



## METODE DE TESTARE DISPONIBILE

METODELE DE TESTARE POT FI CLASIFICATE CA:

- **METODE NEDISTRUCTIVE**, DEFINIT CA NIȘTE TESTE PRIN CARE **NU SE DETERIOREAZĂ STRUCTURA** SAU ELEMENTUL TESTAT, SAU INCLUDE METODE CARE CAUZEAZĂ DETERIORĂRI SUPERFICIALE LOCALIZATE
  
- **METODE CARE NECESITĂ EXTRAGEREA UNOR PROBE**, ÎN GENERAL SUB FORMA UNOR **CAROTE**, CARE SUNT FOLOSITE PENTRU DETERMINĂRI DE REZISTENȚE ȘI ALTE TESTE FIZICE, VIZUALE SAU CHIMICE.

*(Bungey, 2006)*

**PRINCIPALELE METODE DE TESTARE**

<b>INVESTIGAREA</b>	<b>TESTUL</b>
<b>COROZIUNEA ARMĂTURII</b>	<b>GROSIMEA DE ACOPERIRE</b>
	<b>ADÂNCIMEA DE CARBONATARE</b>
	<b>CONCENTRAȚIA DE CLORURI</b>
	<b>REZISTIVITATE</b>

*(Bungey, 2006)*

INVESTIGAREA	TESTUL
<b>CALITATEA ȘI DURABILITATEA BETONULUI</b>	<b>DURITATEA SUPERFICIALĂ</b>
	<b>ULTRASONICĂ DE IMPULS</b>
	RADIOGRAFIE
	<b>UMIDITATE RELATIVĂ</b>
	PERMEABILITATE
	ABSORBȚIE
	CONȚINUT DE SUFIȚI
	CONȚINUT DE AER
	CONȚINUTUL ȘI TIPUL CIMENTULUI
	REZISTENȚĂ LA ABRAZIUNE

(Bungey, 2006)

<b>INVESTIGAREA</b>	<b>TESTUL</b>
<b>REZISTENȚA BETONULUI</b>	<b>CAROTE</b>
	<b>SMULGERE</b>
	<b>DESPRINDERE</b>
	<b>PENETRARE</b>
	<b>MATURITATE</b>

*(Bungey, 2006)*

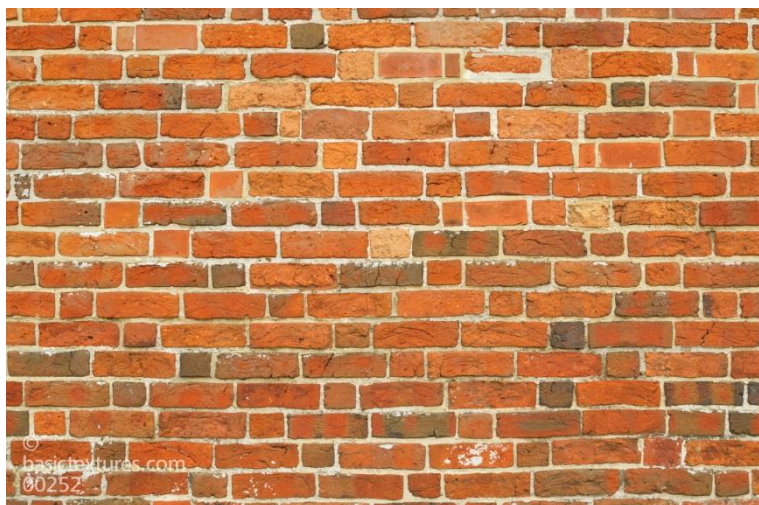
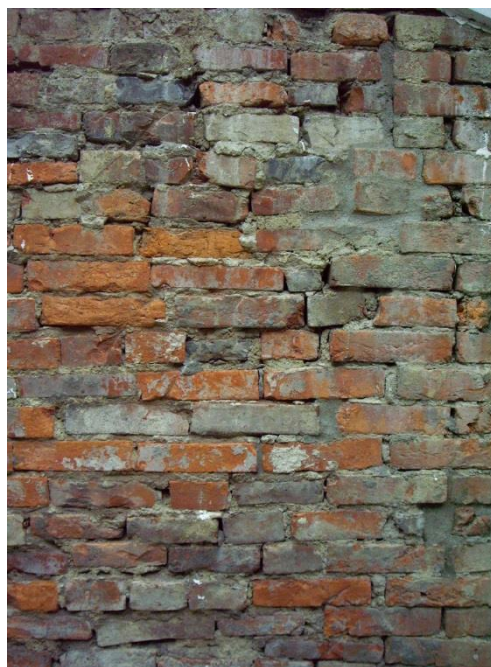
<b>INVESTIGAREA</b>	<b>TESTUL</b>
<b>INTEGRITATE ȘI PERFORMANȚĂ</b>	<b>RĂSPUNS DINAMIC</b>
	<b>TERMOGRAFIERE</b>
	<b>LOCALIZARE DE ARMĂTURI</b>
	<b>MĂSURĂTORI DE DEFORMAȚII SPECIFICE ȘI FISURI</b>
	<b>TESTE DE ÎNCĂRCARE</b>

*(Bungey, 2006)*

## INSPECȚIA VIZUALĂ

→ INFORMAȚII VALOROASE REFERITOARE PENTRU OCHIUL BINE INSTRUIT 😊 :

- CALITATEA LUCRĂRII EXECUTATE – verticalitate, culoare, grosime, lățime, compactitate, deformații, etc





## INSPECȚIA VIZUALĂ

→ INFORMAȚII VALOROASE REFERITOARE PENTRU OCHIUL BINE INSTRUIT 😊 :

- CALITATEA MATERIALELOR



## INSPECȚIA VIZUALĂ

→ INFORMAȚII VALOROASE REFERITOARE PENTRU OCHIUL BINE INSTRUIT 😊 :

- SEGREGĂRI



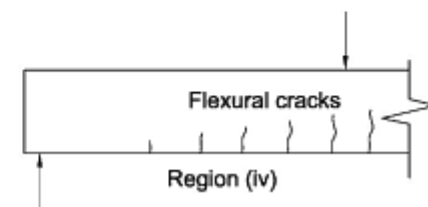
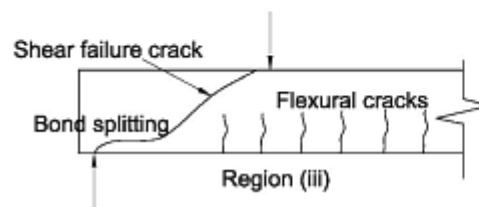
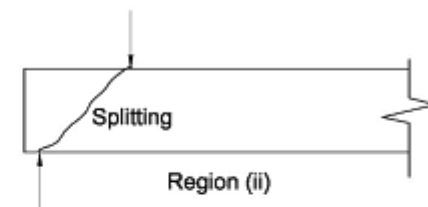
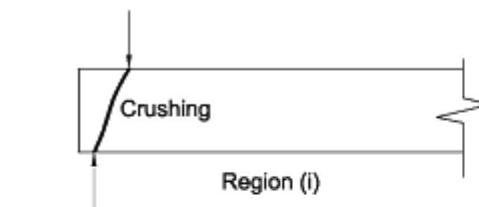
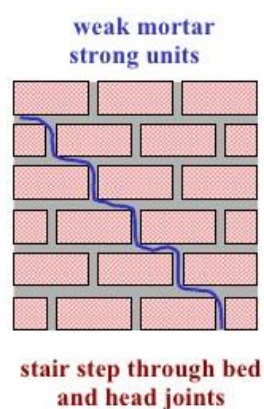
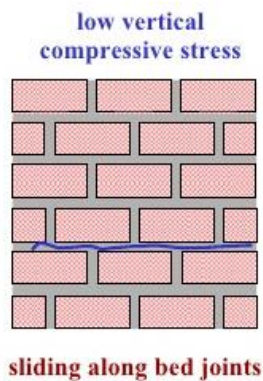
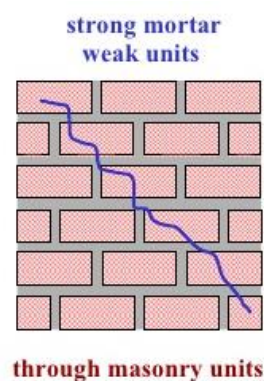
**Honeycombs** : are the hollow spaces and cavities left in concrete mass on surface or inside the concrete mass which is caused by the mortar not filling the spaces between the coarse aggregate particles.

**Causes**: poor workability, poor grading of aggregates, grout leak, movement of formwork, improper compaction, improper cover and placement of rebars.

## INSPECȚIA VIZUALĂ

→ INFORMAȚII VALOROASE REFERITOARE PENTRU OCHIUL BINE INSTRUIT 😊 :

- FISURI (DIN CONTRACȚIE, COROZIUNE, ÎNCOVOIERE, DEFORMAȚII EXAGERATE)



## INSPECȚIA VIZUALĂ

→ INFORMAȚII VALOROASE REFERITOARE PENTRU OCHIUL BINE INSTRUIT 😊 :

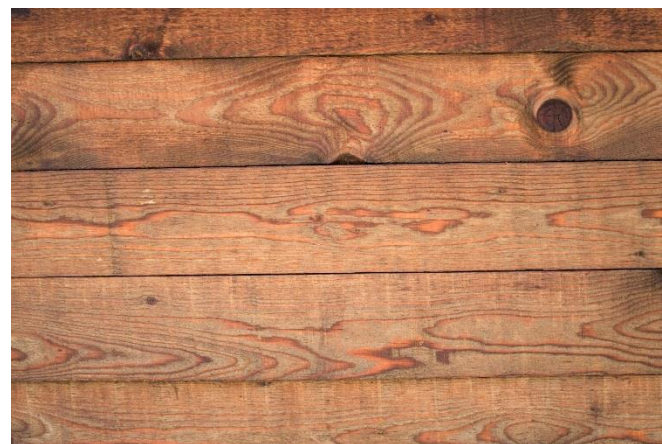
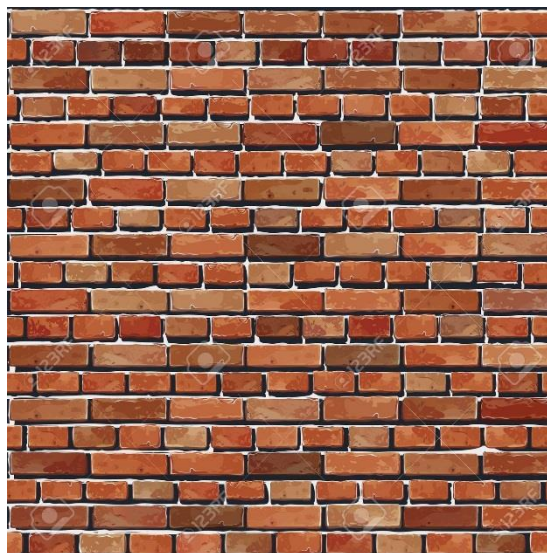
- EXFOLIERE DE BETON din acțiunea focului, îngheț-dezgheț, coroziunea armăturilor, eforturi, etc



## INSPECȚIA VIZUALĂ

→ INFORMAȚII VALOROASE REFERITOARE PENTRU OCHIUL BINE INSTRUIT 😊 :

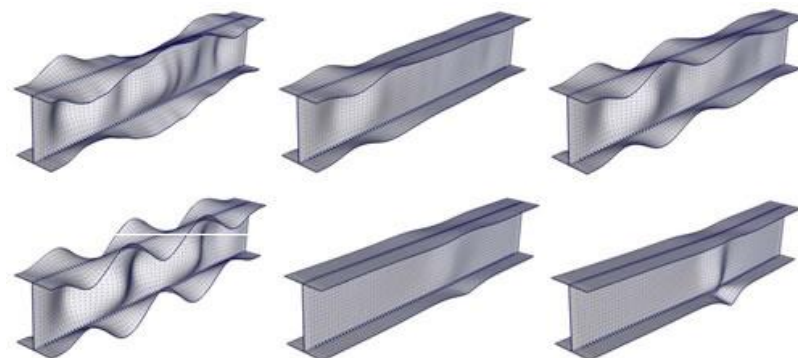
- UNIFORMITATEA (OMOGENITATEA) (TEXTURĂ/CULOARE)



## INSPECȚIA VIZUALĂ

→ INFORMAȚII VALOROASE REFERITOARE PENTRU OCHIUL BINE INSTRUIT ☺ :

- DEFORMAȚII STRUCTURALE – săgeți, flambaj, rotații



## DIAGNOSTICAREA DEFECTELOR ȘI DETERIORĂRILOR

CAUZA	SIMPTOME			VĂRSTA APARIȚIEI	
	FISURARE	EXFOLIERE	EROZIUNE	DEVREME	LUNGĂ DURATĂ
COROZIUNEA ARMĂTURII	X	X			X
ATAC CHIMIC	X	X	X		X
DETERIORĂRI DIN ÎNGHEȚ	X	X	X	X	
DETERIORĂRI DIN FOC	X	X		X	
ÎNGHEȚ-DEZGHEȚ		X	X		X
REAȚII INTERNE	X	X			X
EFECTE TERMICE	X	X		X	X
CONTRACȚIE	X			X	X
CURGERE LENTĂ	X	X			X
TASĂRI	X			X	x
DETERIORĂRI FIZICE	X	X	X	X	X
DEFICIENȚĂ STRUCTURALĂ	X	X		X	X

(Bungey, 2006)

**TESTE DE DURABILITATE → CARACTERISTICI**

<b>METODA</b>	<b>COST</b>	<b>VITEZA DE TESTARE</b>	<b>DEGRADĂRI</b>
MĂSURAREA ACOPERIRII	REDUS	RAPID	NU SUNT
ADÂNCIMEA DE CARBONATARE	REDUS	RAPID	MINORE
CONȚINUT DE CLORIZI	REDUS	RAPID	MINORE
REZISTIVITATE	MODERAT	RAPID	MINORE/NU SUNT
ABSORBȚIE	MODERAT	LENT	MODERATE/MINORE
PERMEABILITATE	MODERAT	LENT	MODERATE/MINORE
UMIDITATE	MODERAT	LENT	MINORE
CHIMICĂ	MODERAT/MARE	LENT	MODERATE
RADIOGRAFIE	RIDICAT	LENT	MODERATE
EXPANSIUNE	RIDICAT	LENT	MODERATE

*(Bungey, 2006)*



## TESTE DE REZISTENȚĂ → CARACTERISTICI

METODA	COST	VITEZA DE TESTARE	DEGRADĂRI	REPREZENTATIVITATE	EXACTITATEA ÎN CORELARE CU REZISTENȚA ABSOLUTĂ
CAROTE	RIDICAT	LENT	MODERATE	MODERAT	BUN
SMULGERE	MODERAT	RAPID	MINORE	NUMAI DE SUPRAFAȚĂ	MODERAT
PENETRARE	MODERAT	RAPID	MINORE	NUMAI DE SUPRAFAȚĂ	MODERAT
DESPRINDERE	MODERAT	MODERAT	MINORE	NUMAI DE SUPRAFAȚĂ	MODERAT
ULTRASONICĂ DE IMPULS	REDUS	RAPID	NU SUNT	BUN	SLAB
DURITATEA SUPERFICIALĂ	FOARTE REDUS	RAPID	IMPROBABIL	NUMAI DE SUPRAFAȚĂ	SLAB
MATURITATE	MODERAT	CONTINUU	FOARTE MICI	BUN	MODERAT

(Bungey, 2006)

## OBSERVAȚII



← ACURATEȚE REDUSĂ ȘI PRECIZIE MICĂ



← ACURATEȚE REDUSĂ DAR PRECIZIE MARE



← ACURATEȚE MAI MARE DAR PRECIZIE MICĂ



← ACURATEȚE MARE ȘI PRECIZIE MARE

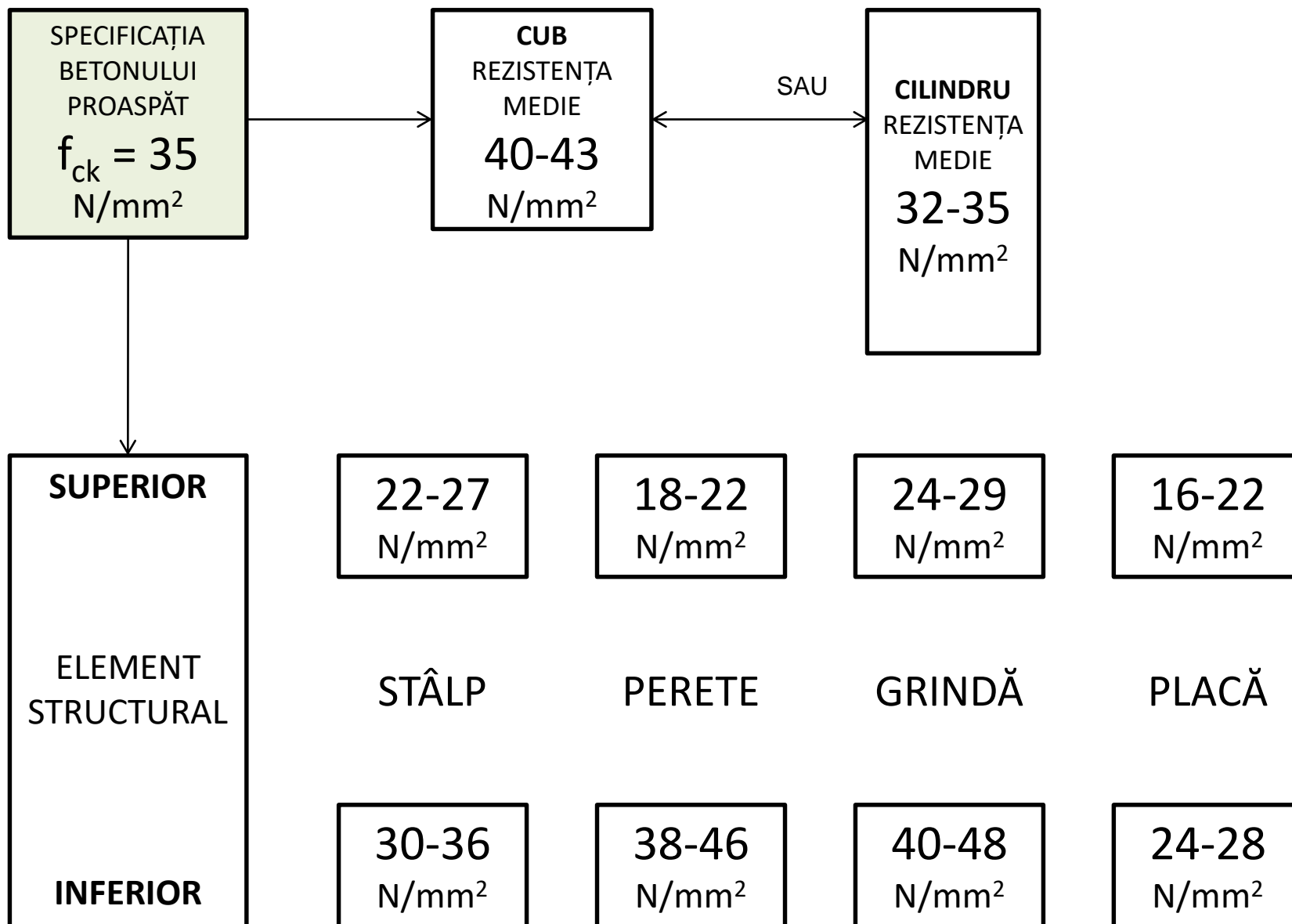
([www.npl.co.uk](http://www.npl.co.uk))

## NUMĂRUL ȘI LOCAȚIA TESTELOR

<b>METODA DE TEST</b>	<b>NR. DETERMINĂRILOR INDIVIDUALE RECOMANDATE ÎNTR-O POZIȚIE</b>
CAROTE 'STANDARD'	3
CAROTE MICI	9
SCLEROMETRUL SCHMIDT	12
ULTRASONICĂ DE IMPULS	1
SMULGERE	4
DESPRINDERE	6

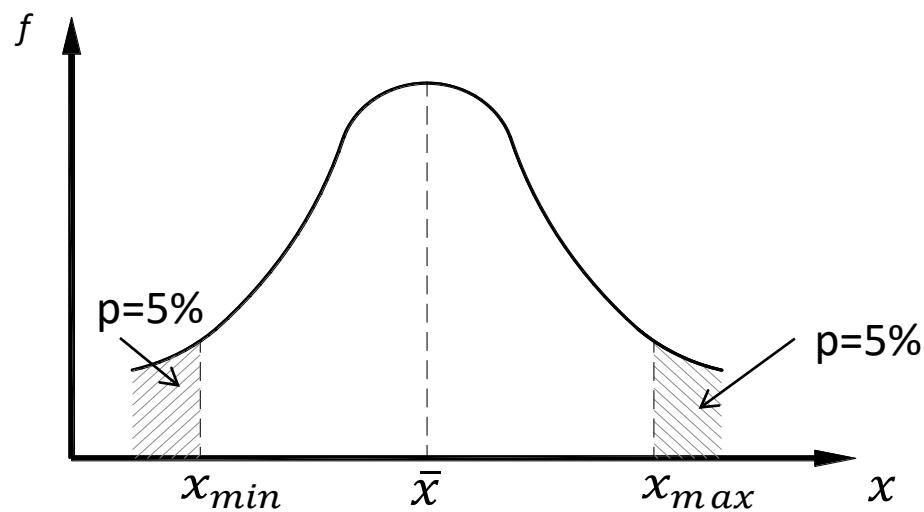
(Bungey, 2006)

## RELAȚII TIPICE ÎNTRE REZISTENȚELE IN-SITU ȘI PROBE STANDARD



(Bungey, 2006)

## EXACTITATEA REZULTATELOR TESTELOR



$$c_v = 100 \frac{S}{\bar{x}}$$

$$S = \sqrt{\frac{(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

$$x_{min / max} = \bar{x} \pm tS = \bar{x}(1 \pm t \cdot c_v)$$

$$t = f(n, p\%)$$

$S$  - abaterea standard

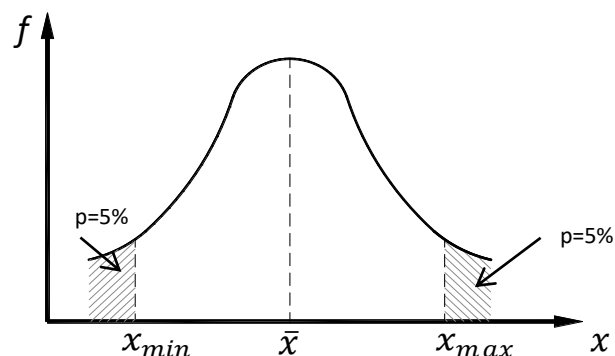
$\bar{x}$  - valoarea medie a rezistențelor obținute

$c_v$  - coeficient de variație

$t$  - coeficient

METODA DE TEST	COEFICIENȚI TIPICE DE VARIATII (%)	PRECIZIE (%)
CAROTE 'STANDARD'	10	± 10 (3 SPECIMENE)
CAROTE MICI	15	± 15 (9 SPECIMENE)
SMULGERE	8	± 20 (4 TESTE)
DESPRINDERE	8	± 15 (6 TESTE)
ULTRASONICĂ DE IMPULS	2.5	± 20 (1 TEST)
SCLEROMETRUL SCHMIDT	4	± 25 (12 TESTE)

METODA DE TEST	COEFICIENȚI TIPICE DE VARIAȚII (%)	PRECIZIE (%)
CAROTE 'STANDARD'	10	± 10 (3 SPECIMENE)
CAROTE MICI	15	± 15 (9 SPECIMENE)
SMULGERE	8	± 20 (4 TESTE)
DESPRINDERE	8	± 15 (6 TESTE)
ULTRASONICĂ DE IMPULS	2.5	± 20 (1 TEST)
SCLEROMETRUL SCHMIDT	4	± 25 (12 TESTE)



$$c_v = 100 \frac{S}{\bar{x}}$$

$$S = \sqrt{\frac{(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$x_{min / max} = \bar{x} \pm tS = \bar{x}(1 \pm t \cdot c_v)$$

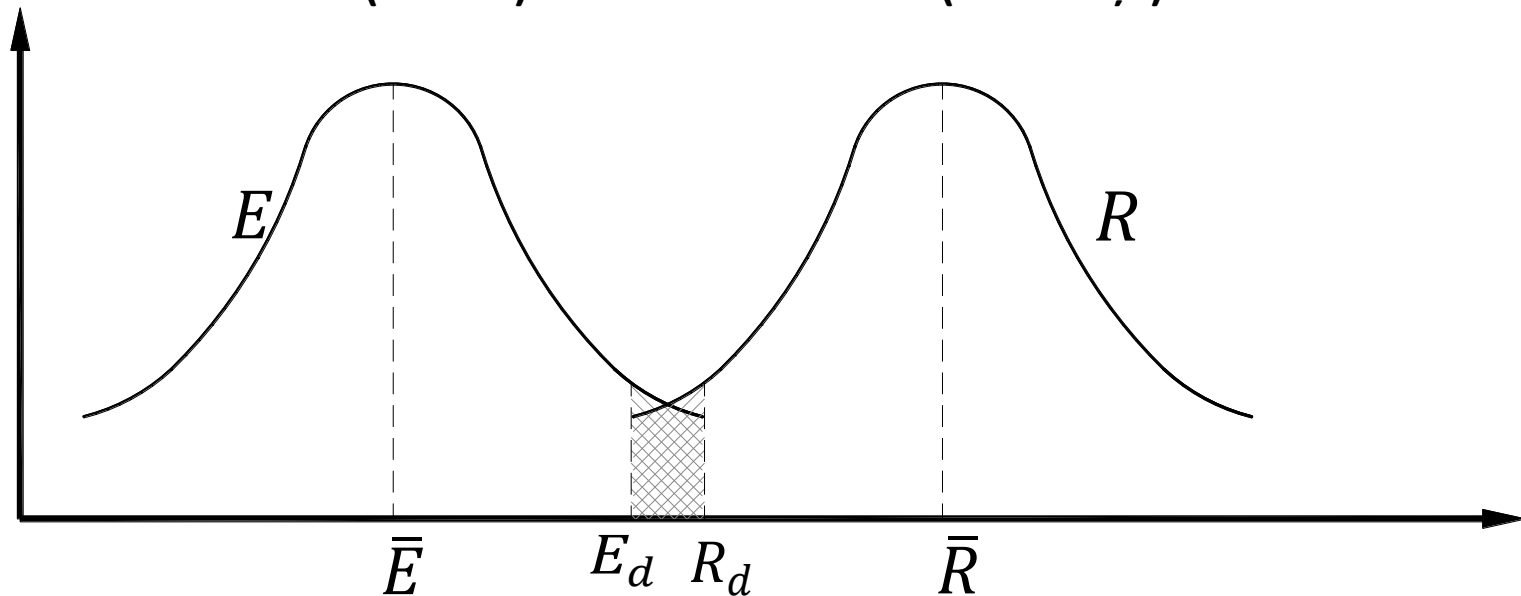
$$t = f(no., p\%)$$

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$$

În SLU condiția generală de verificare a capacității portante:

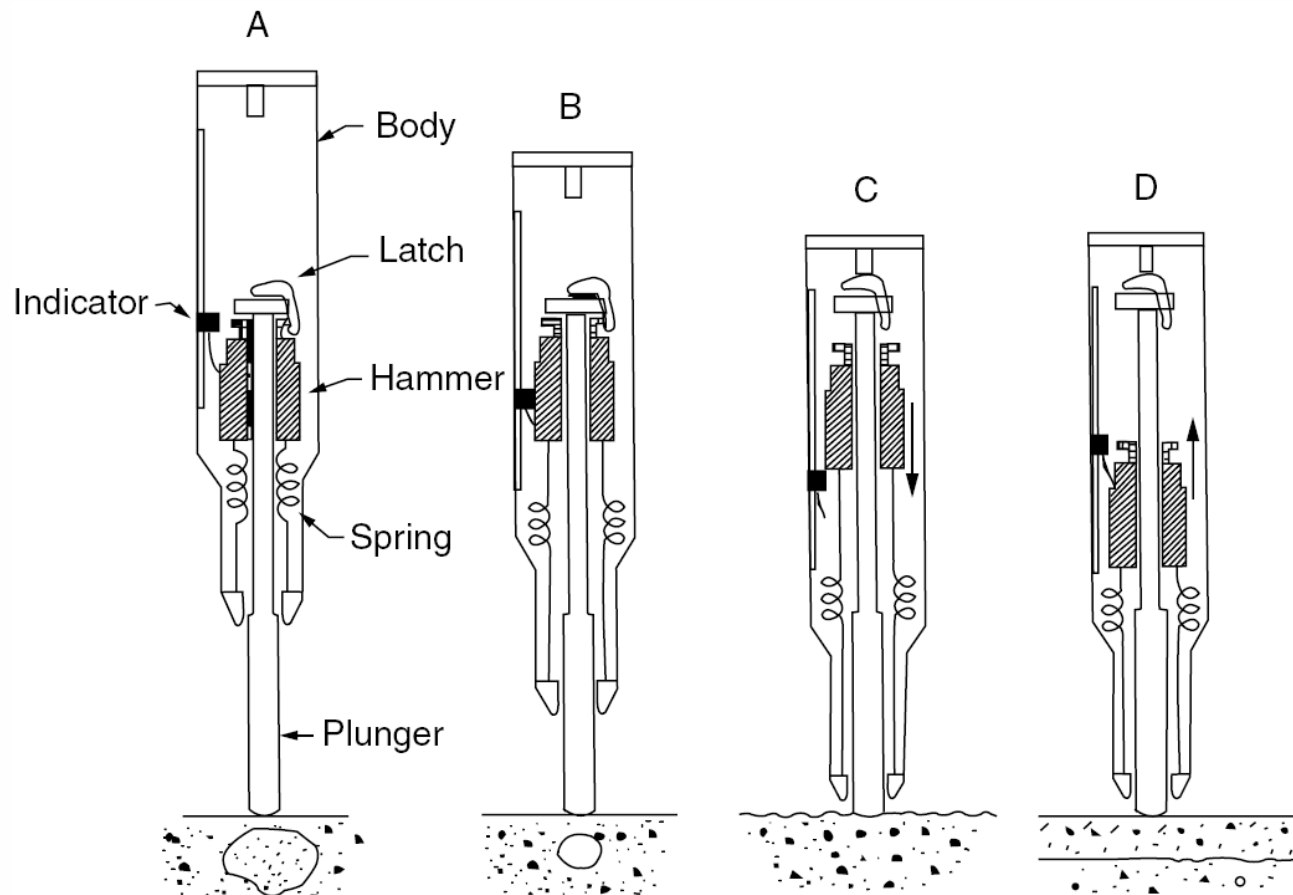
$$\underbrace{E_d}_{\max} \leq \underbrace{R_d}_{\min}$$

valoarea de calcul a efectului  $\leq$  valoarea de calcul a capacității portante  
(efortul) (rezistența)



5% x 5% = 2.5‰  $\rightarrow$  din 2000 elemente  
considerăm cedarea a 5 elemente

# 1. METODA DE DETERMINARE A DURITĂȚII SUPERFICIALE CU SCLEROMETRUL SCHMIDT



(Malhotra, 2004)

	Tip N	Tip NR	Tip L	Tip LR
Domeniu de măsurare	10 - 70 N/mm <sup>2</sup>			
Energie de impact	2.207 Nm		0.735 Nm	
Grosimea elementului	≥ 100mm		≤ 100mm	



# 1. METODA DE DETERMINARE A DURITĂȚII SUPERFICIALE CU SCLEROMETRUL SCHMIDT

Valoare adevărată indicelui de recul, repetabilitatea foarte mare

→ testare mai rapidă și mai precisă

→ Nu necesită corecții de unghi



(Proceq)

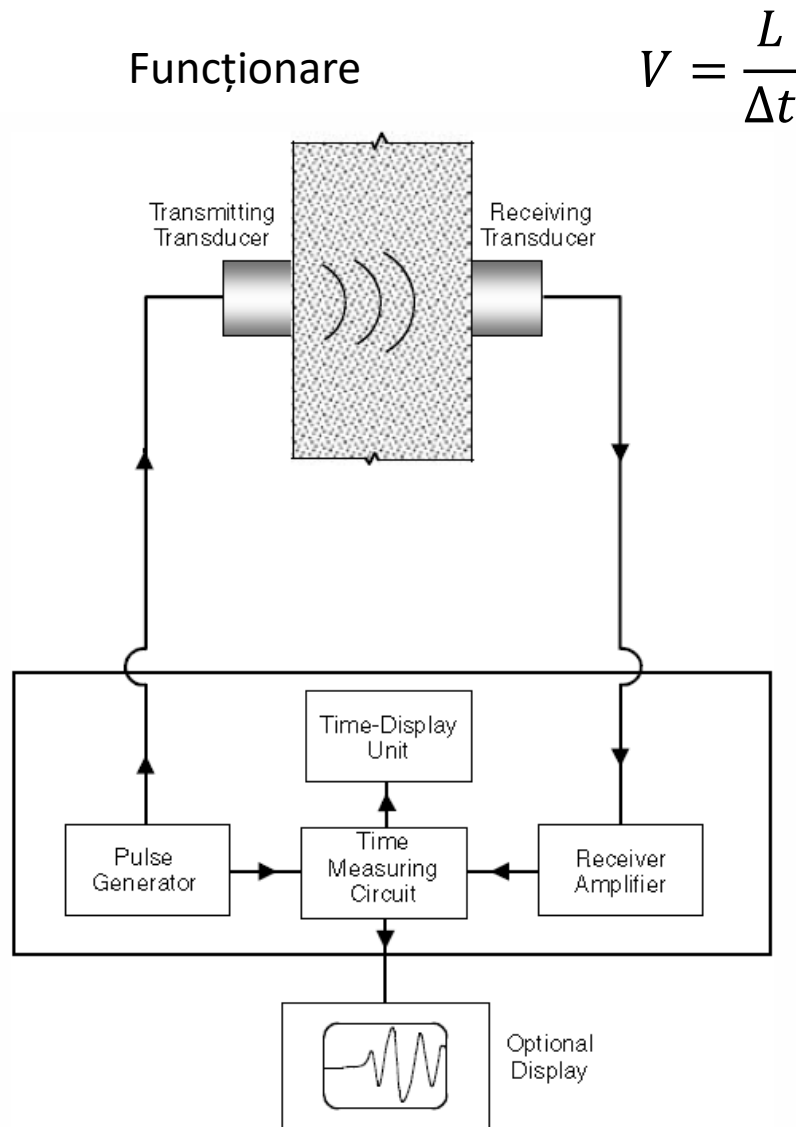
Rezultatele obținute depind în mare măsură de:

1. Netezitatea suprafeței
2. Mărimea, forma și rigiditatea specimenului
3. Vârsta specimenului
4. Umiditatea superficială și interioară a specimenului
5. Tipul și mărimea agregatului
6. Tipul cimentului
7. Tipul cofrajului
8. Gradul de carbonatare a suprafeței
9. Starea de tensiune și temperatură

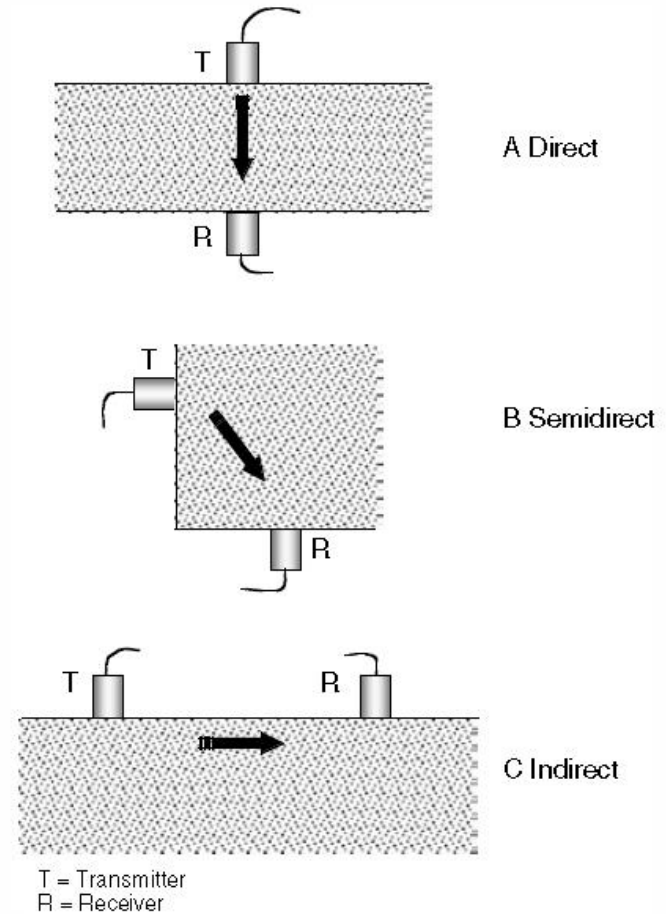
## Aplicații și limitări:

1. Verificarea uniformității calității betonului
2. Compararea unei beton dat cu o cerință specifică
3. Estimarea aproximativă a rezistenței
4. Clasificarea rezistenței la abraziune

## 2. METODA ULTRASONICĂ DE IMPULS



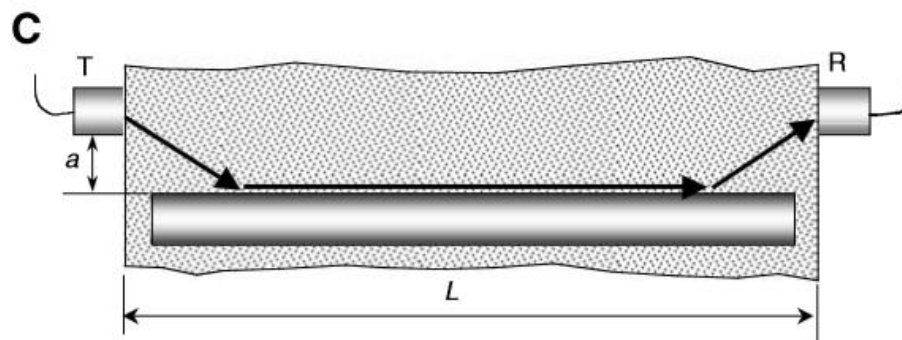
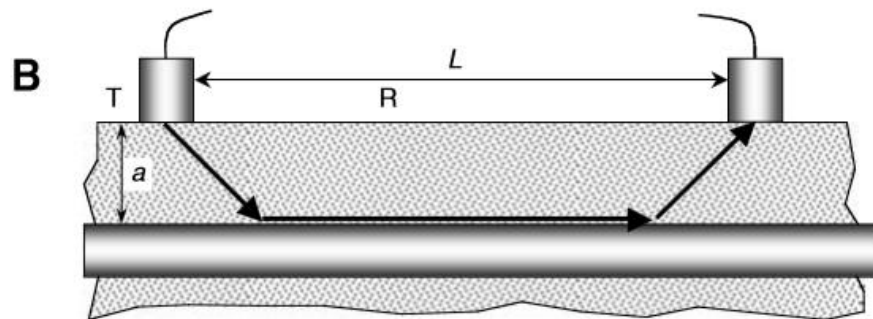
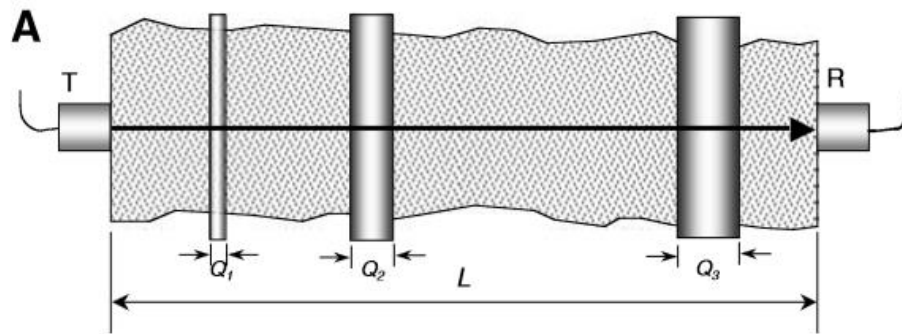
### Aranjament/Configurații



Traductorul general: 54kHz cu D=50mm

(Malhotra, 2004)

## 2. METODA ULTRASONICĂ DE IMPULS – INFLUENȚA ARMĂTURILOR



Viteza de propagare cu metoda ultrasonică de impuls pentru oțel este de 1,4-1,7-ori mai mare decât pentru betonul simplu.

Creșterea vitezei de propagare depinde de:

- Acoperirea de beton
- Dimensiunea și numărul barelor
- Orientarea barelor în raport cu calea de propagare
- Viteza de propagare în betonul înconjurător.

(Malhotra, 2004)

## 2. METODA ULTRASONICĂ DE IMPULS



	P	$\alpha_k=1.00$	R=34	#100000	Cement type: P for Portland cement B for blast furnace cement
t =	50.4	$\mu\text{s}$			Rebound value inserted
l =	0.220	m			Measurement number
v =	4370	m/s			Transmission time of the sound waves between the transducers in $\mu\text{s}$
$\sigma_k$ =	30.7	N/mm <sup>2</sup>			Distance between the transducers, unit pre- selectable: m, ft
					Pulse velocity $v = l/t$
					Concrete strength TICO-SCHMIDT, unit preselectable N/mm <sup>2</sup> , MPa, kg/cm <sup>2</sup> , psi
					Instructions for operation
					Start by START
					Menu by MENU

(Proceq, 2011)

Rezultatele obținute depind în mare măsură de:

1. Temperatura de măsurare

2. Istoria stării de eforturi

3. Lungimea căii de măsurare

4. Umiditatea

5. Armăturile

- paralele cu calea de impuls
- perpendiculare pe calea de impuls

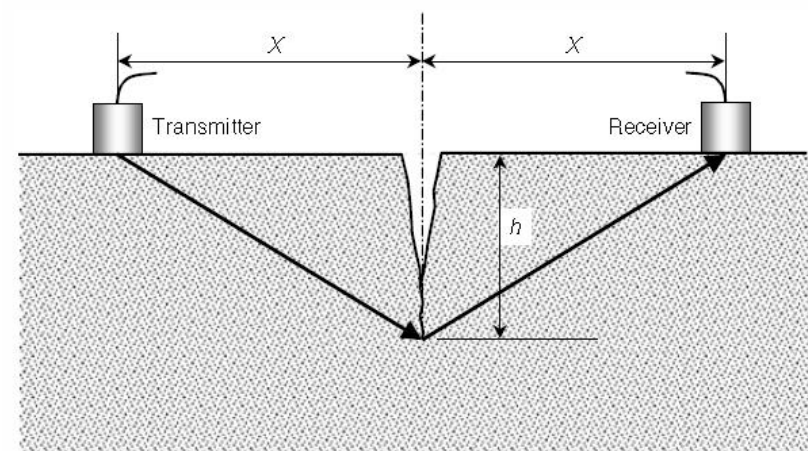
## Aplicații de laborator:

## 1. Monitorizarea experimentelor

- rezistențe
- deteriorări
- fisurare

## Aplicații in-situ:

1. Determinarea uniformității
2. Detectarea fisurilor sau a golurilor de aer
3. Estimarea rezistențelor
4. Evaluarea gradului de deteriorare
5. Măsurarea grosimii straturilor
6. Determinarea modului de elasticitate
7. Urmărirea evoluției rezistențelor
8. Vizualizarea defectelor cu topografie ultrasonice



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

$x$  – distanța fisură-traductor

$T_1$  – timpul de tranzit ocolind fisura

$T_2$  – timpul de tranzit de suprafață (fără fisură)

Acuratețe:

$\pm 15-20\%$   $\rightarrow$  dacă se știe compoziția + probe

$\pm 20-30\%$   $\rightarrow$  dacă se știe compoziție

$\pm 30-40\%$   $\rightarrow$  lipsă informații

(Malhotra, 2004)



### 3. METODA COMBINATĂ

Combinatii de metode:           - indice de recul  
   - ultrasunete

Avantaje:

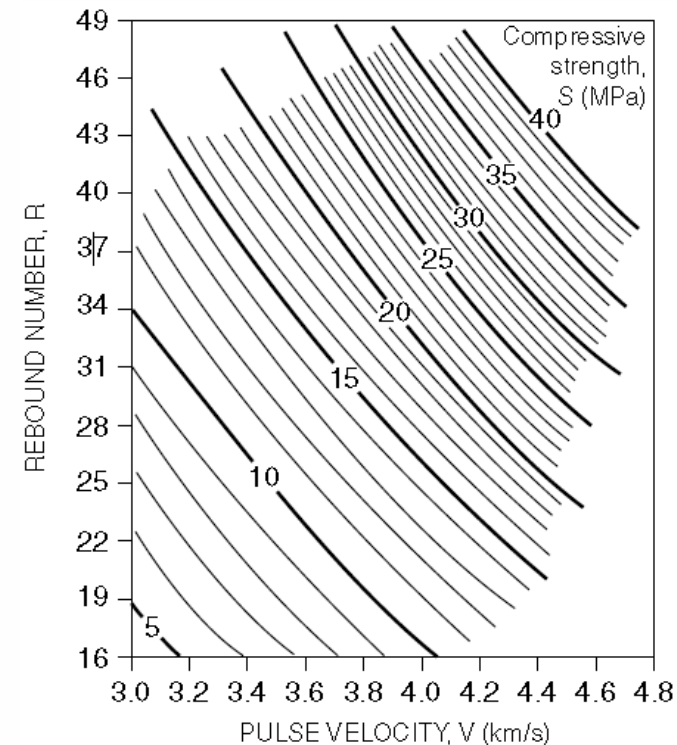
- Precizie mai mare decât la metode simple
- Nu este necesar cunoașterea maturității betonului
- Mai puține influențe date de variații ale dozajului și tipului de ciment sau de granulozitatea agregatelor

Aplicații :

- 1.Determinarea rezistenței betonului în structuri
- 2.Determinarea omogenității
- 3.Determinarea gradului de compactare

Precizie:  $\pm 10-15\%$  → dacă se știe compoziție + probe  
 $\pm 15-20\%$  → dacă se știe compoziția  
 $\pm 25-35\%$  → lipsă informații

(I. Făcăoaru)



## 4. TESTE DE MATURITATE

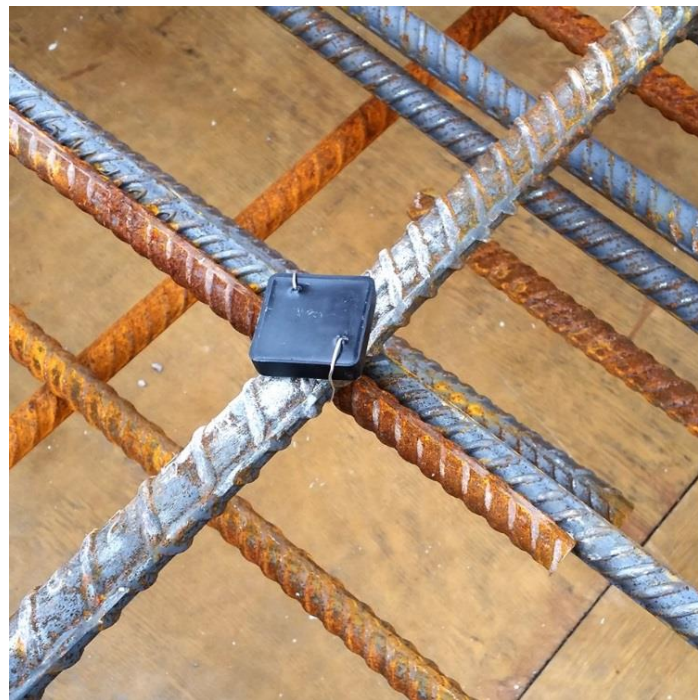
Senzori rezistenți la apă (cu sau fără fir) pentru monitorizarea temperaturii betonului de la turnare până în stadiul întărit

→ **Estimarea rezistenței betonului pe baza maturității**

Monitorizarea in-situ în timp real a temperaturii:

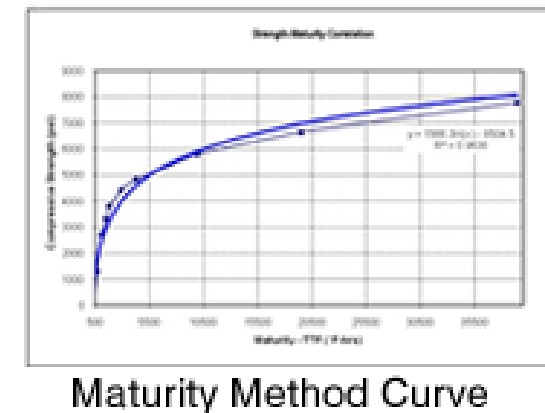
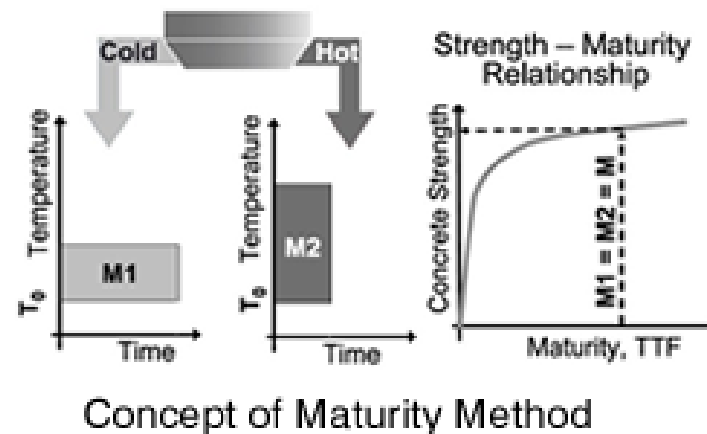
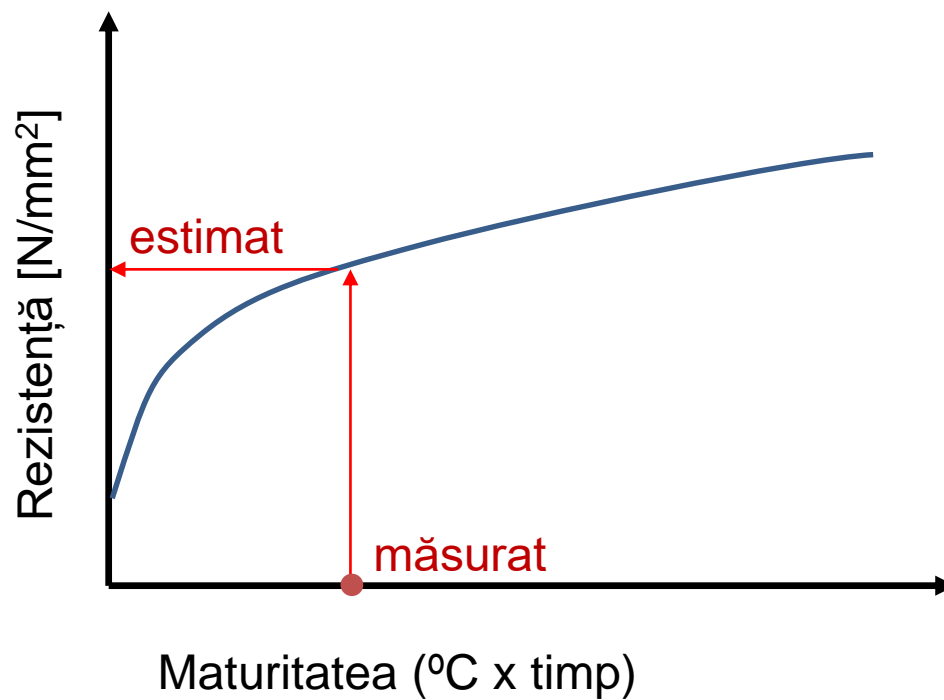
- Programarea îndepărtării cofrajelor/sușținerilor (decofrare) (4.5euro+TVA/mp/lună)
- Programarea testelor de laborator

# 4. TESTE DE MATURITATE

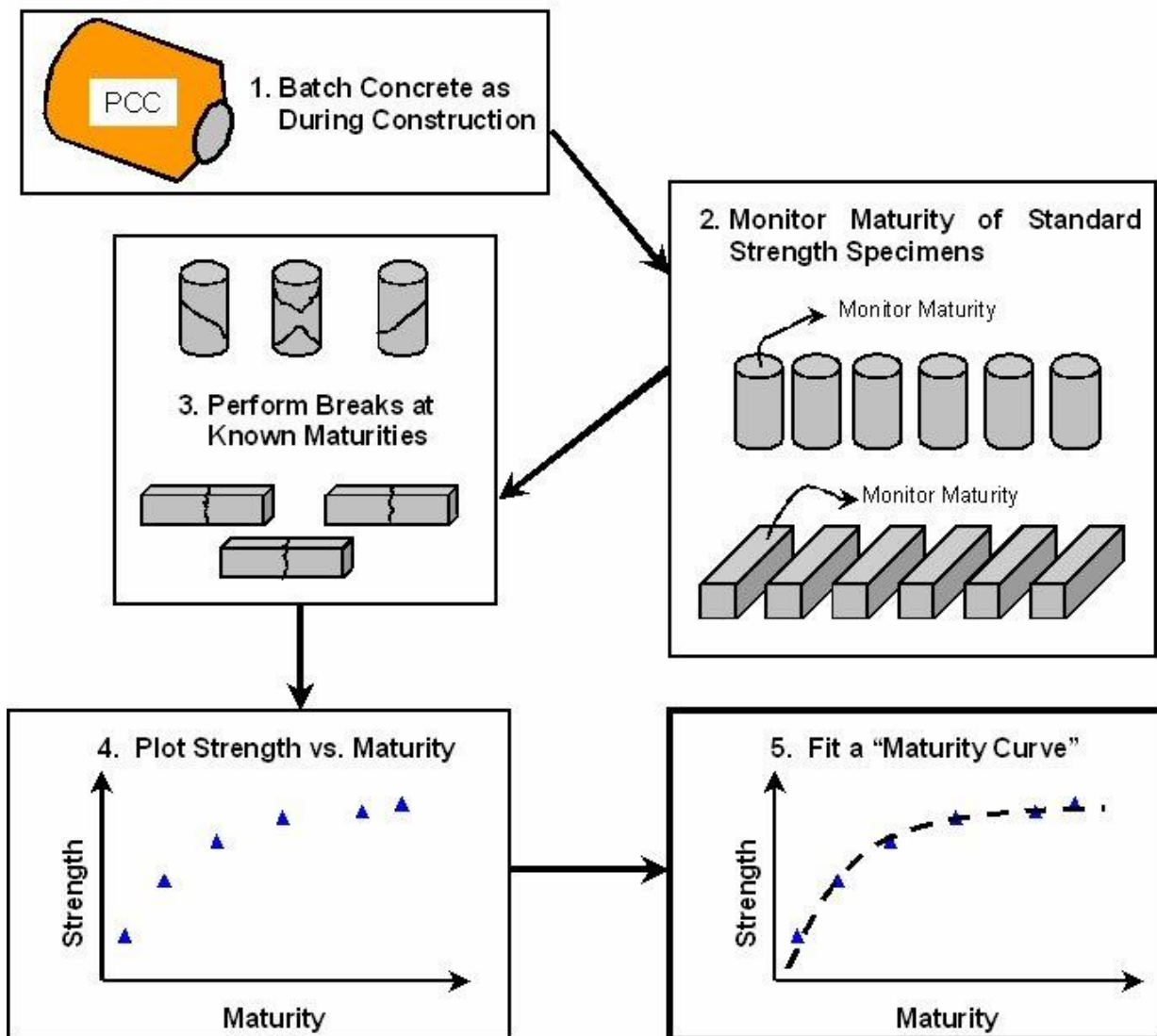


(Giatec Scientific)

## 4. TESTE DE MATURITATE



## 4. TESTE DE MATURITATE



## 5. METODA REZISTENȚEI DE PENETRARE → PROBA WINDSOR

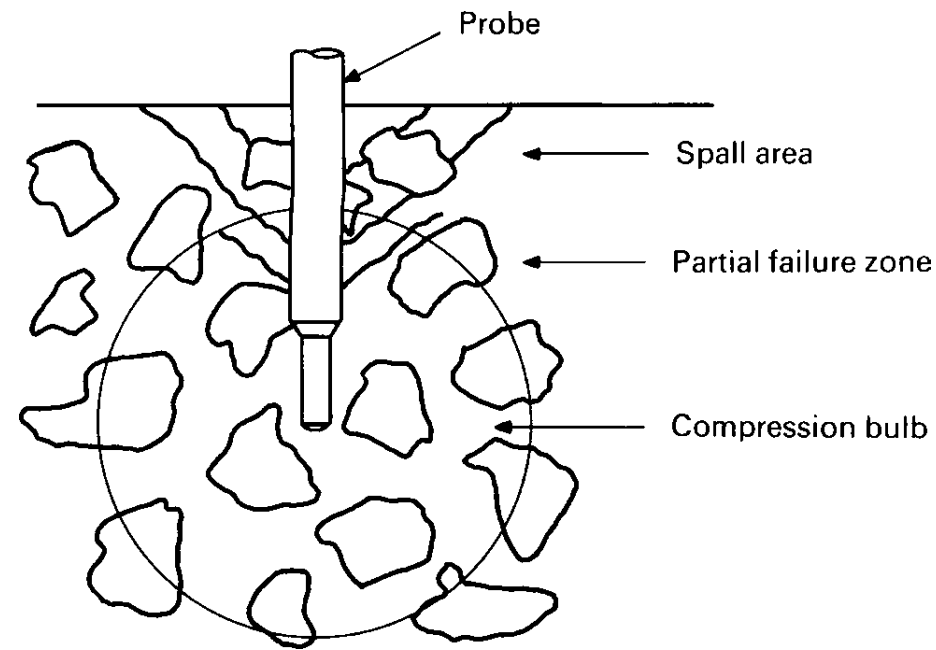
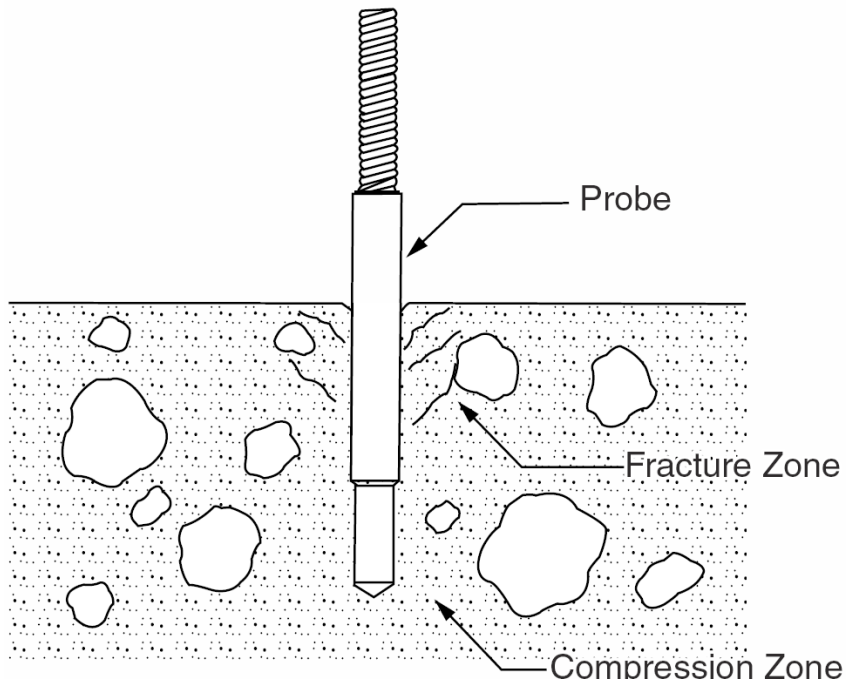


Windsor HP Probe - ASTM C-803



([www.worldoftest.com](http://www.worldoftest.com))

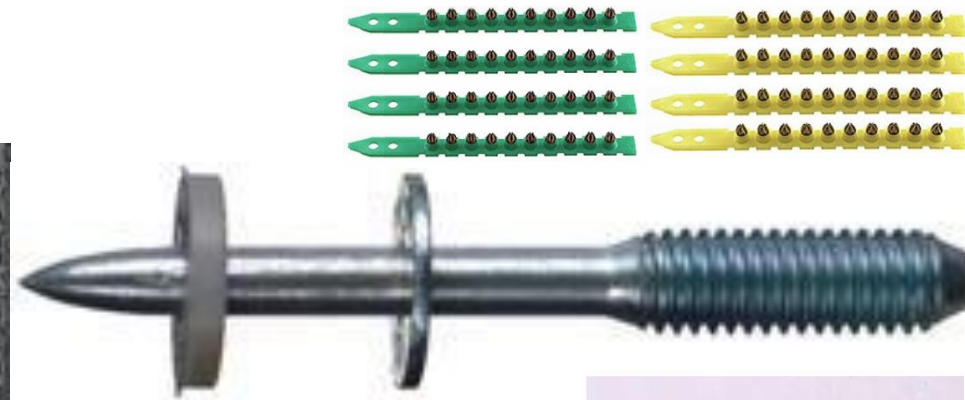
## 5. METODA REZISTENȚEI DE PENETRARE → PROBA WINDSOR



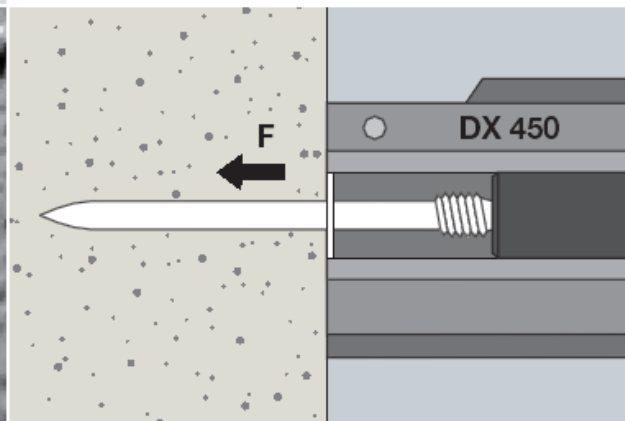
(Bungey, 2006)

## 5. METODA REZISTENȚEI DE PENETRARE → Hilti DX 450-SCT

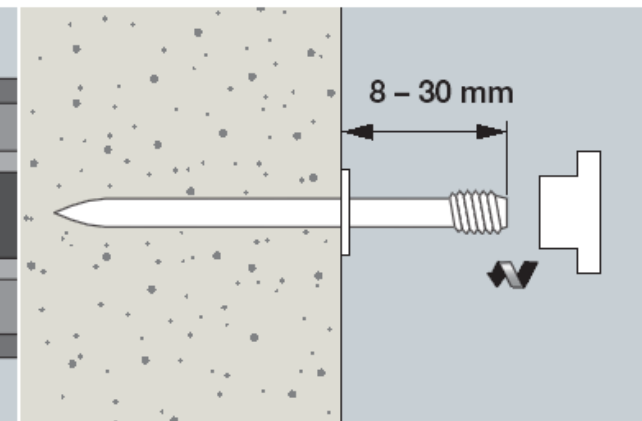
**SCT = Sprayed Concrete Testing**



The time factor is critical with sprayed



Using a Hilti DX 450-SCT tool, ten threaded



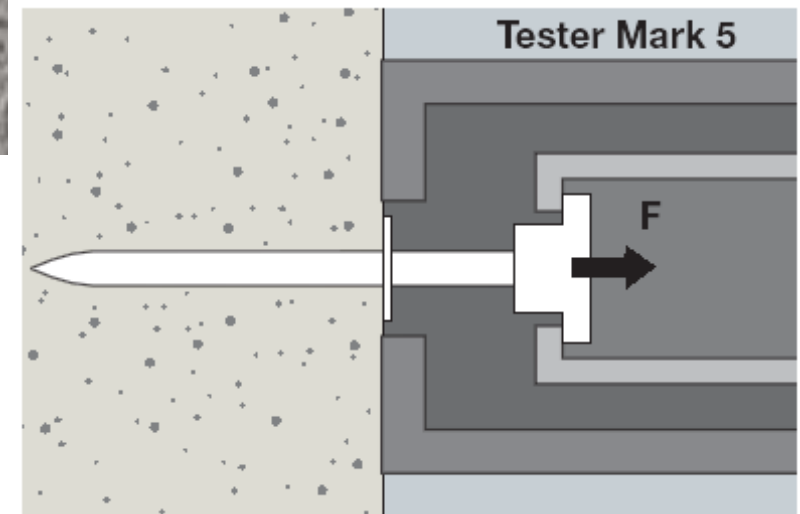
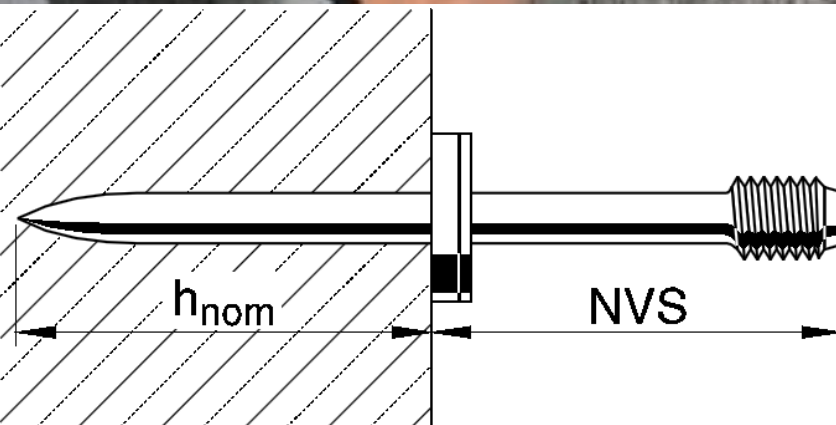
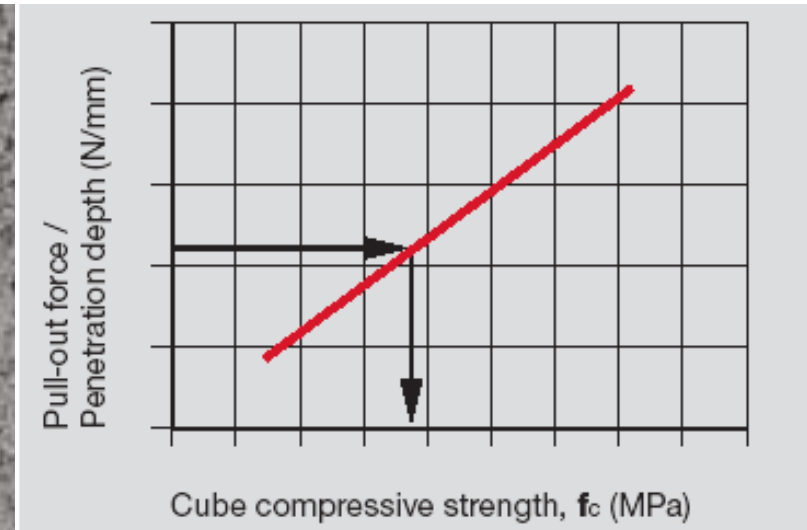
The threaded stud's depth of penetration -

(Hilti, 2011)



## 5. METODA REZISTENȚEI DE PENETRARE → Hilti DX 450-SCT

**SCT = Sprayed Concrete Testing**

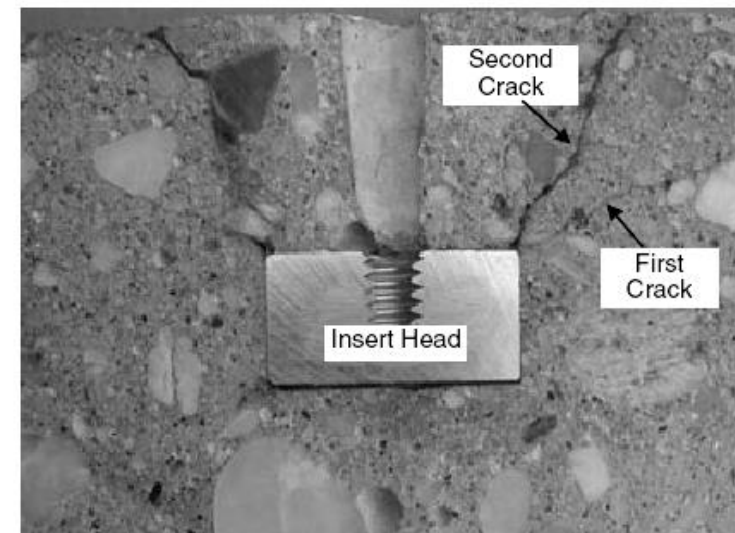
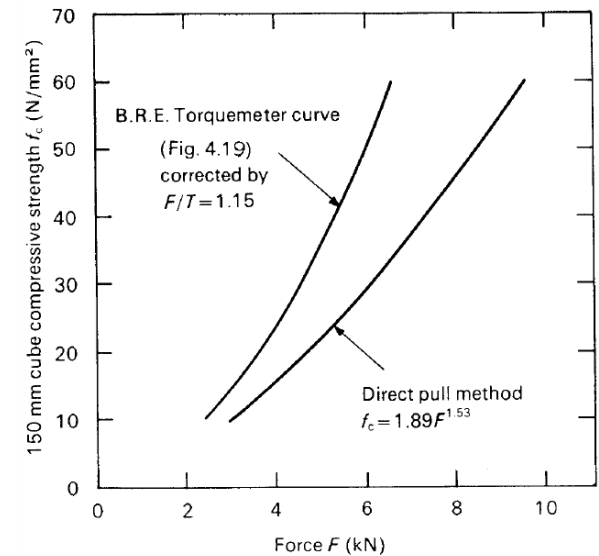
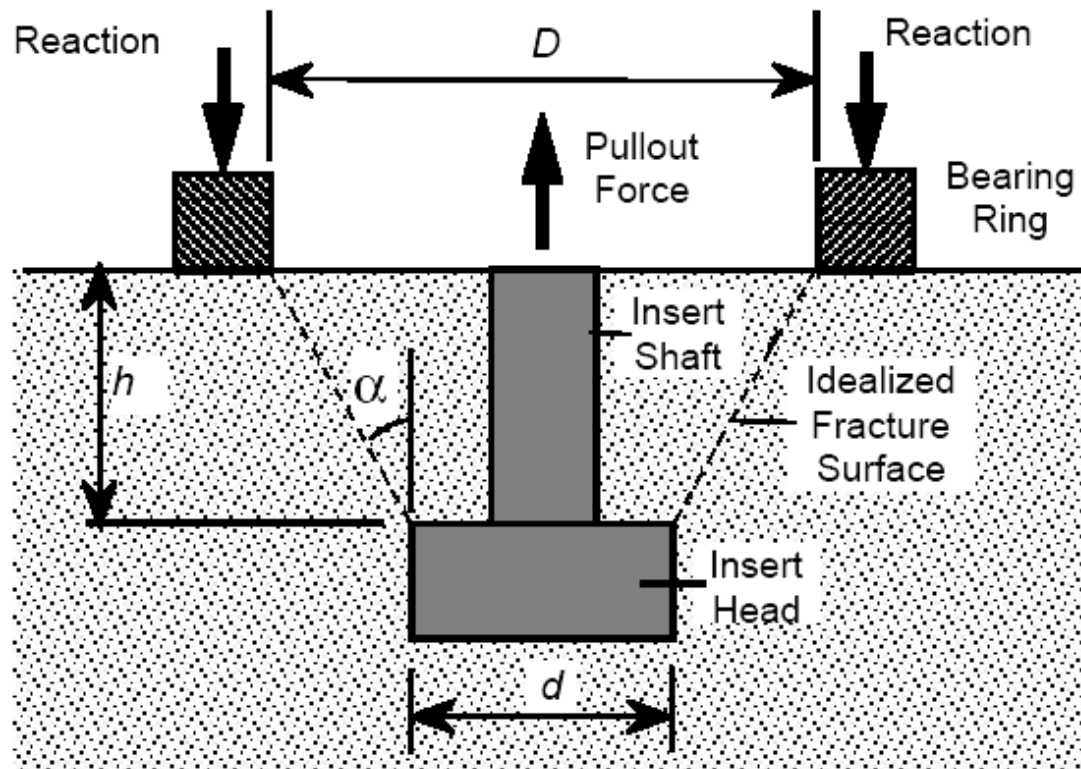


(Hilti, 2011)

## 6. METODA REZISTENȚEI LA SMULGERE (PULL-OUT)

2 categorii:

### A) PIESĂ INSERATĂ ÎNAINTE DE TURNARE

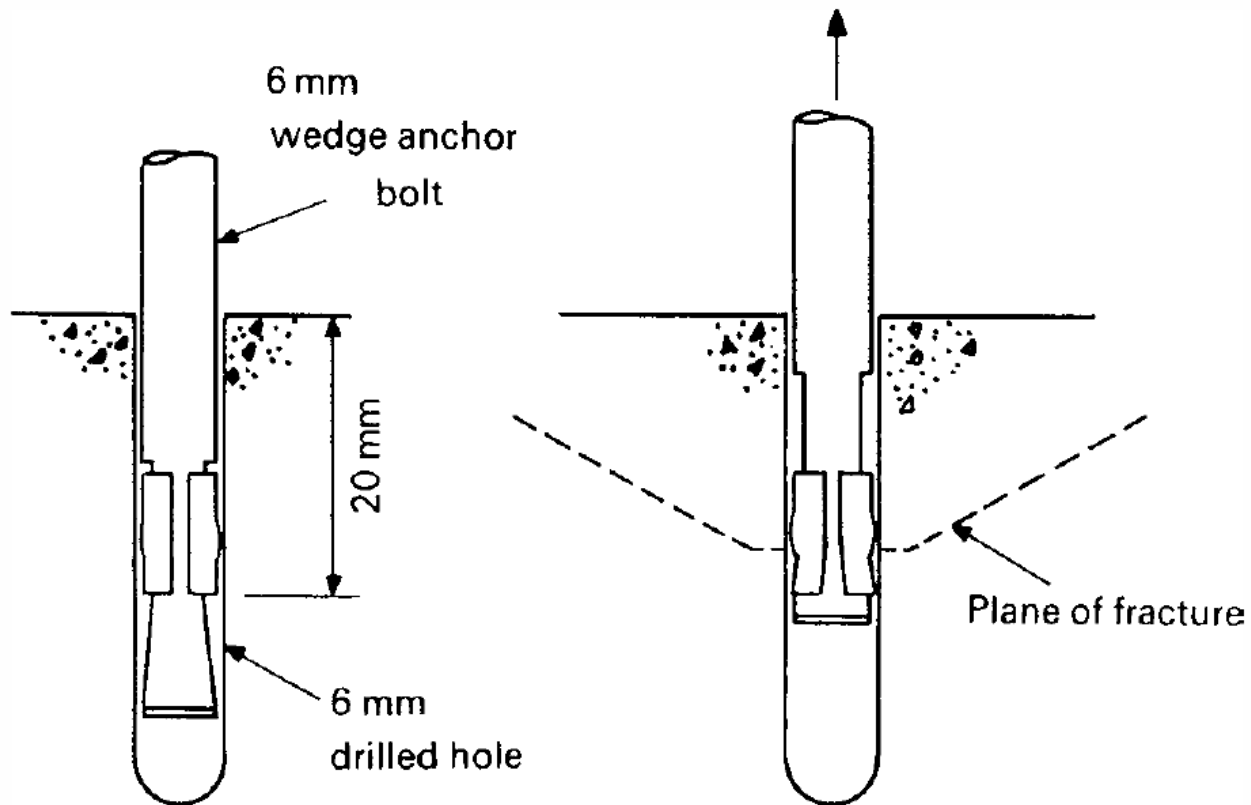


(Malhotra, 2004)

(Bungey, 2006)

## 6. METODA REZISTENȚEI LA SMULGERE (PULL-OUT)

### B) PIESĂ INSERATĂ ÎNTR-O GAURĂ DATĂ ÎN BETONUL ÎNTĂRIT



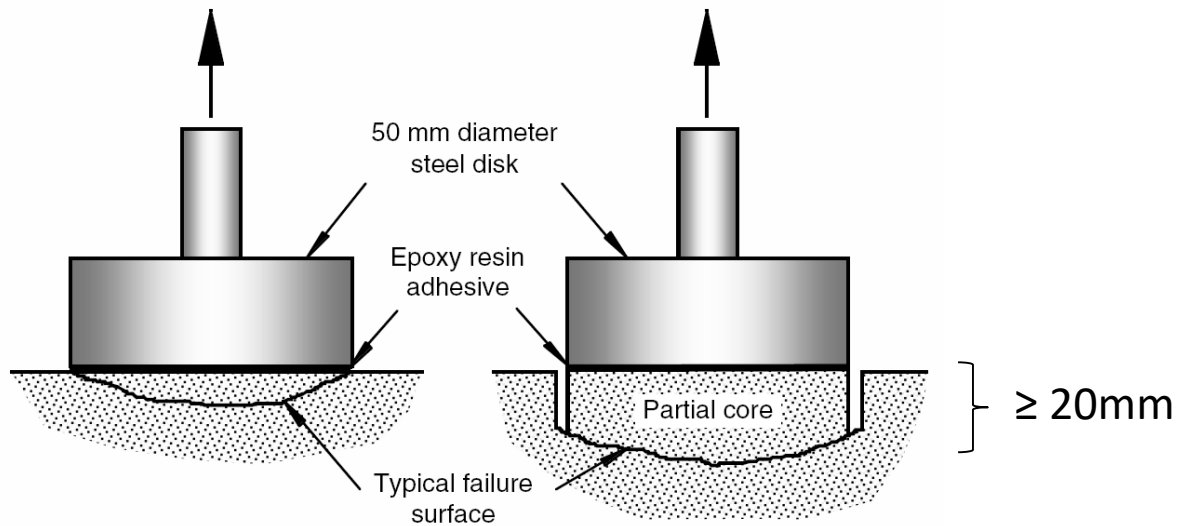
(Bungey, 2006)

## 6. METODA REZISTENȚEI LA SMULGERE (PULL-OUT)



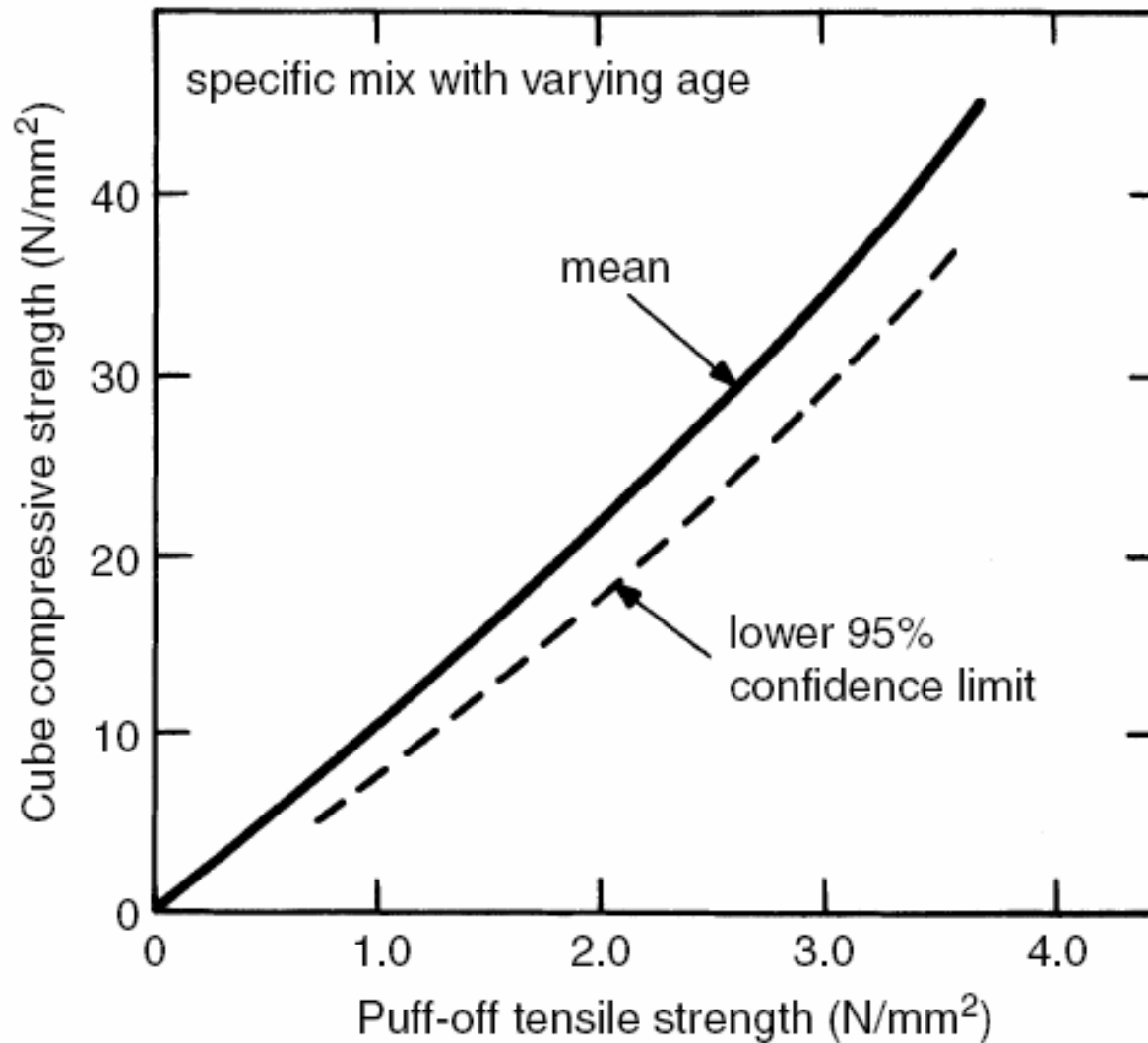
(Proceq, 2011)

## 7. METODA REZISTENȚEI DE ADERENȚĂ (PULL-OFF)



(Malhotra, 2004;  
Proceq, 2011)

## 7. METODA REZISTENȚEI DE ADERENȚĂ (PULL-OFF)



(Bungey, 2006)

## 8. TESTE PE CAROTE

Diametrul și înălțimea carotelor după diferite standarde:

- $D > 3 \times d_{\max \text{ agregat}}$  (British and American standards)
- $D_{\min} = 100\text{mm}$ ,  $D_{\text{opt}} = 150\text{mm}$
- Precizia rezultatelor scade dacă  $d_{\max \text{ agregat}} / D_{\text{core}}$  crește
- Dacă  $d_{\max \text{ agregat}} > 25\text{mm} \rightarrow D_{\min} > 100\text{mm}$
- $H/D = 1.0 \div 2.0$



## NP 137 - 2014:      **NORMATIV PRIVIND EVALUAREA IN-SITU A REZISTENȚEI BETONULUI DIN CONSTRUCȚIILE EXISTENTE**

- Nr carote            →             $n = 42/d$                     (d - diametru carotă)
- Diametrul carotei →             $d \geq 3\phi_{\max}$                     ( $\phi_{\max}$  – diametru maxim agregat)
- Diametrul minim →             $d_{\min} = 50 \text{ mm}$                 (recomandat de SR EN 13791)
- Diametrul recomandat →        $d_{\text{opt}} = 100 \text{ mm}$
- Lungimea carotei →             $d \leq h \leq 2d$

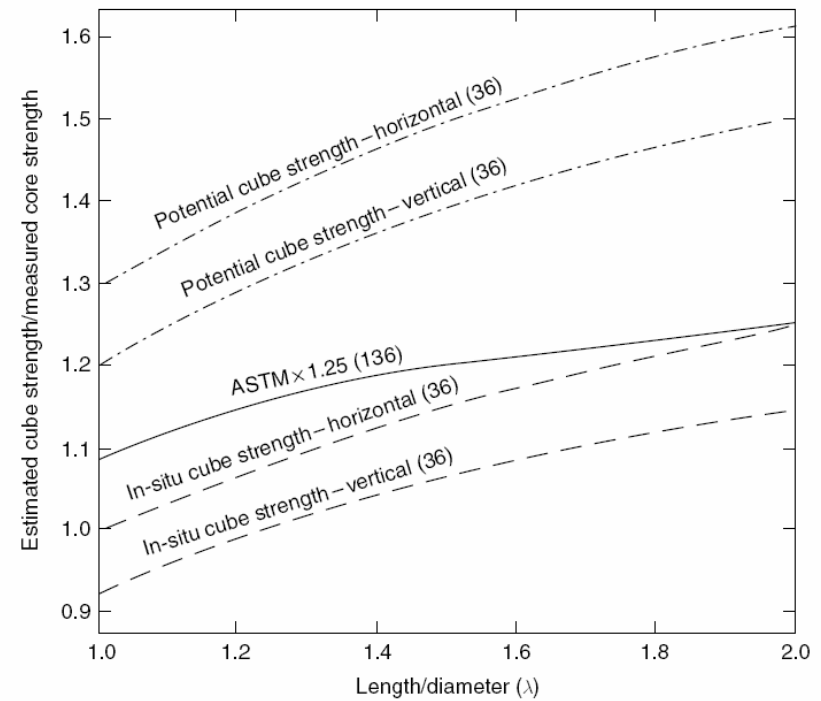
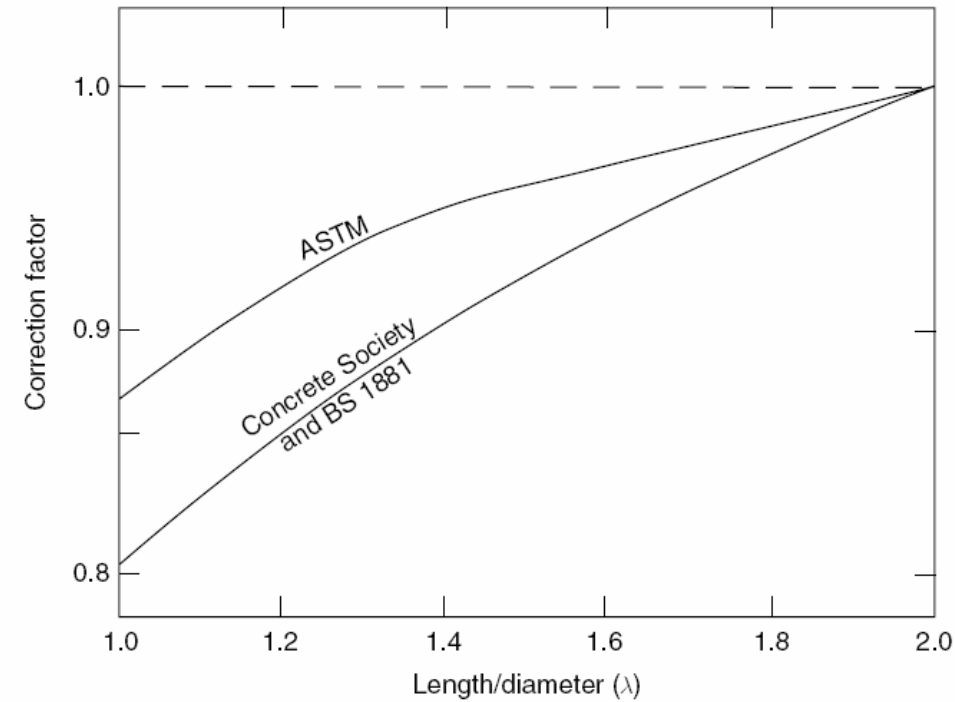




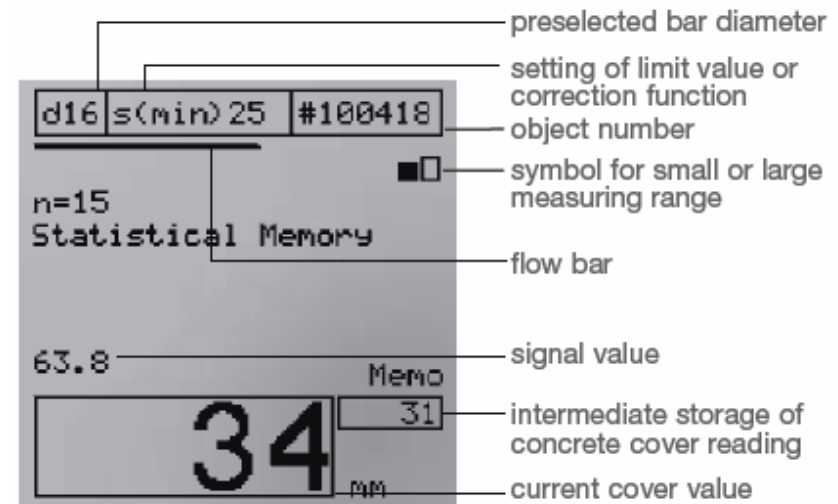
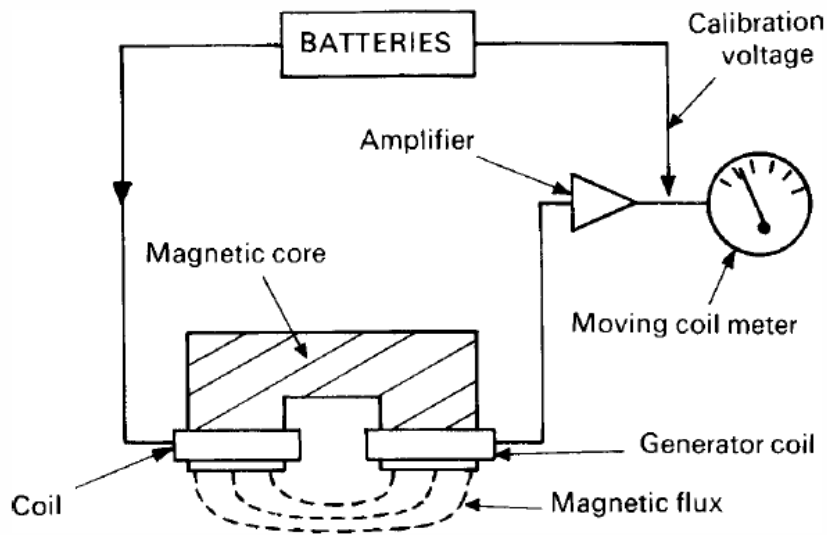
- Examinare vizuală:
  - tipul, mărimea și distribuția agregatelor
  - găuri, defecte și fisuri
  - compactitate
- Tăierea și corectarea capetelor
- Determinarea densității
- Determinarea rezistenței la compresiune
  - Variabile:
    - H/D
    - D
    - direcția de găurire
    - metoda și materialul de corecție
    - armături intersectate



## Corecții și interpretări



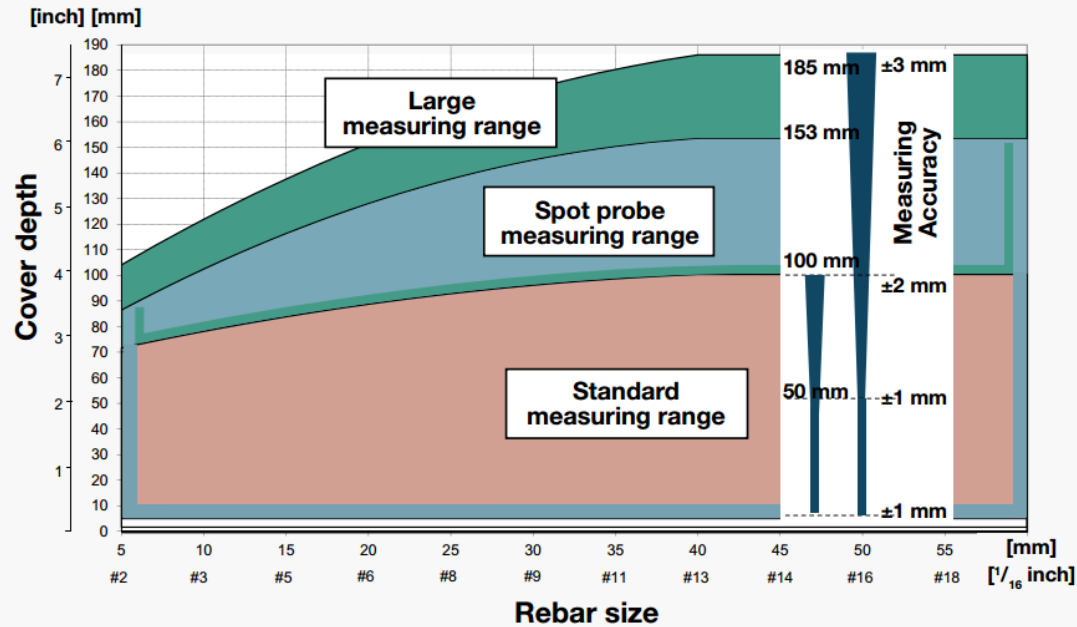
## 9. DETERMINAREA ACOPERIRII DE BETON ȘI A POZIȚIEI ARMĂTURII



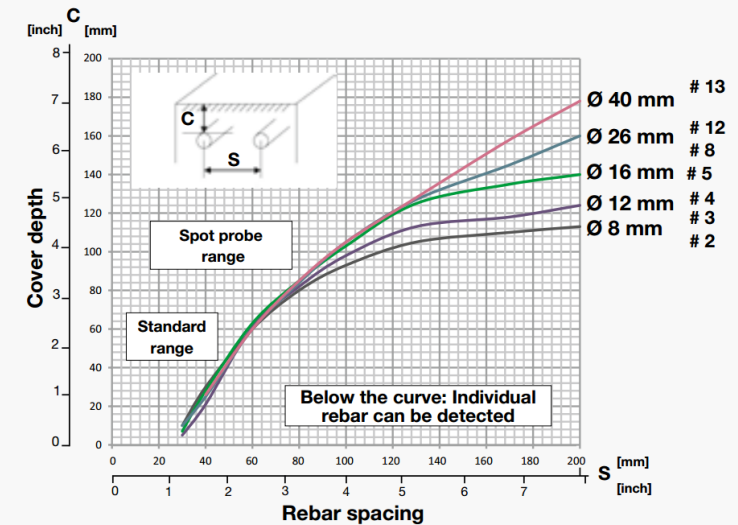
(Proceq, 2011)

## 9. DETERMINAREA ACOPERIRII DE BETON ȘI A POZIȚIEI ARMĂTURII

### The Profometer Measuring Range



### Unsurpassed Resolution



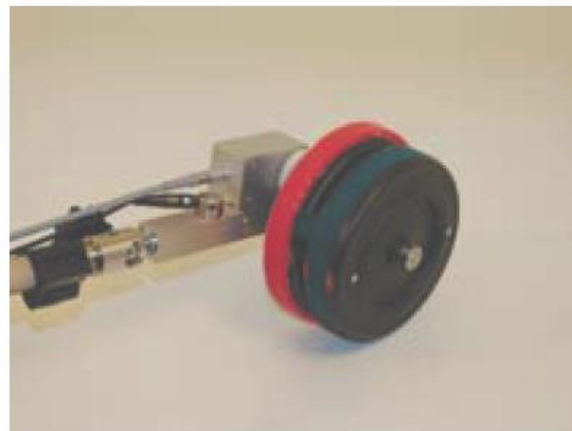
(11/0009, 2011)

## 10. DETERMINAREA COROZIUNII ARMĂTURII

→ PRIN MĂSURAREA PONTENȚIALUL ARMĂTURII ÎNGLOBATE ÎN BETON PRIN COMPARAȚIE CU UN MARTOR



Standard half cell rod electrode



Wheel electrode with moistening wheel for continuous wetting up to a length of 200m (650ft). Linear distance recorder with travel direction detection. Automatic measurement at pre-selected intervals.

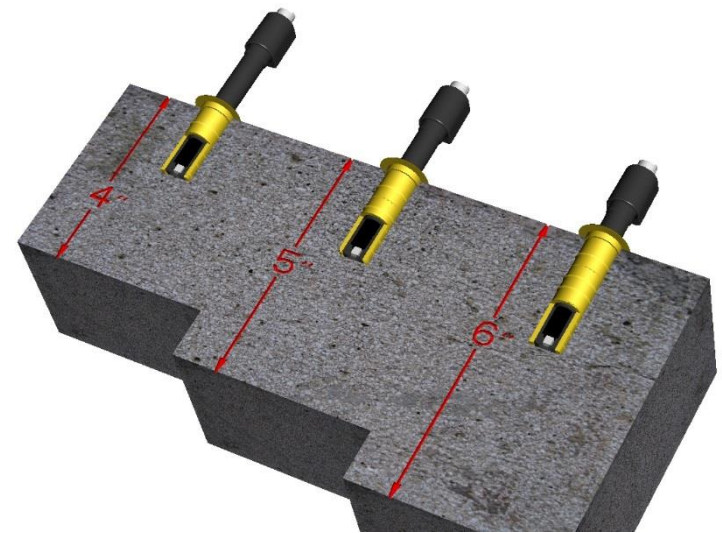


Four-point Wenner probe

→ PRIN MĂSURAREA REZISTIVITĂȚII ELECTROLITICE A BETONULUI

(Proceq, 2011)

# 11. MĂSURAREA UMIDITĂȚII



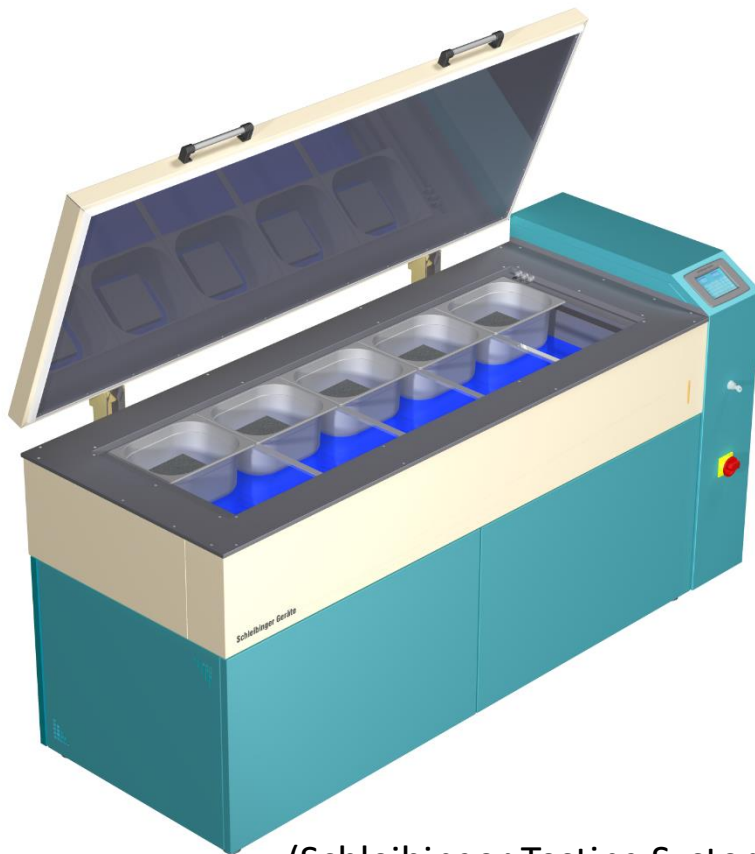
## 12. MĂSURAREA ABSORBȚIEI DE APĂ ȘI A PERMEABILITĂȚII



→ two-chamber vacuum cell and a pressure regulator, which ensure that an air flow at right angles to the surface is directed towards the inner chamber. This permits the calculation of the permeability coefficient  $k_T$  on the basis of a simple theoretical model

(proceq.com)

### 13. TESTE PENTRU REZISTENȚA LA ÎNGHEȚ-DEZGHEȚ



(SchleiBinger Testing Systems)



(brickandtile.org)

The test specimens are placed in a solution of sodium chloride (NaCl) to stress the surface. The result gives an estimate for the resistance to freeze-thaw cycling for the concrete being tested.

In connection with de-icing salt, the frost attack is considerably stronger.

EN 12390-9



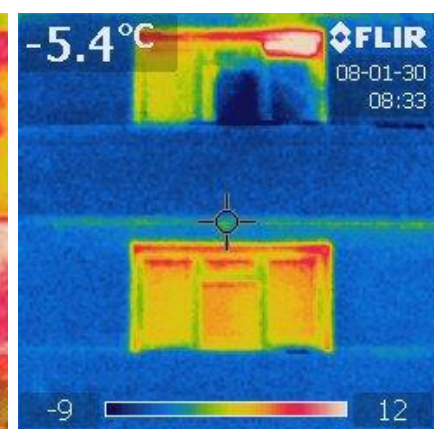
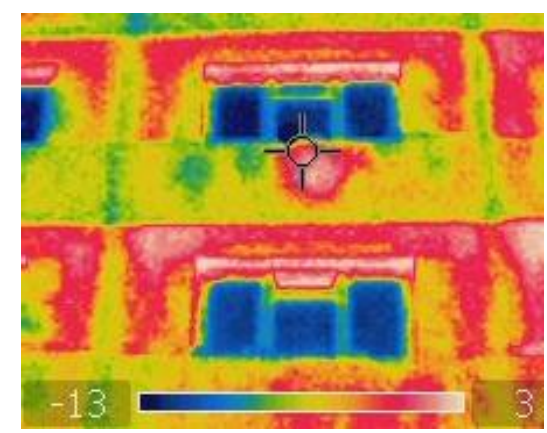
## 14. TESTE DE ABRAZIUNE



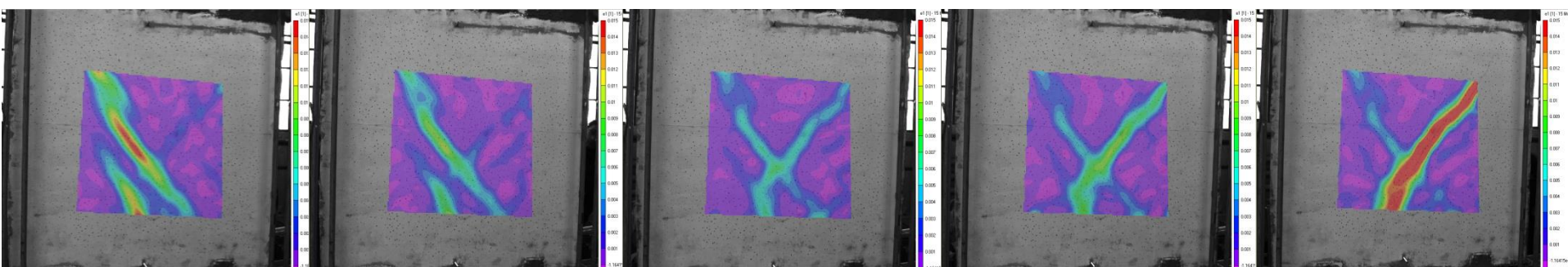
# 14. TESTE DE ABRAZIUNE



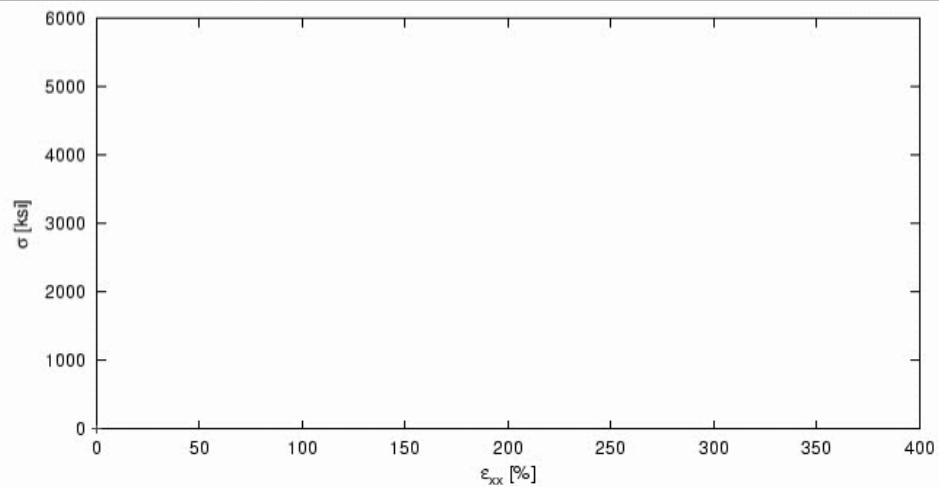
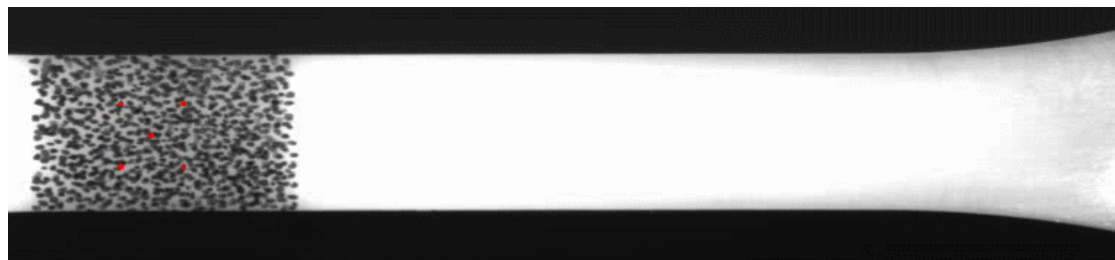
# 15. TERMOGRAFIERE



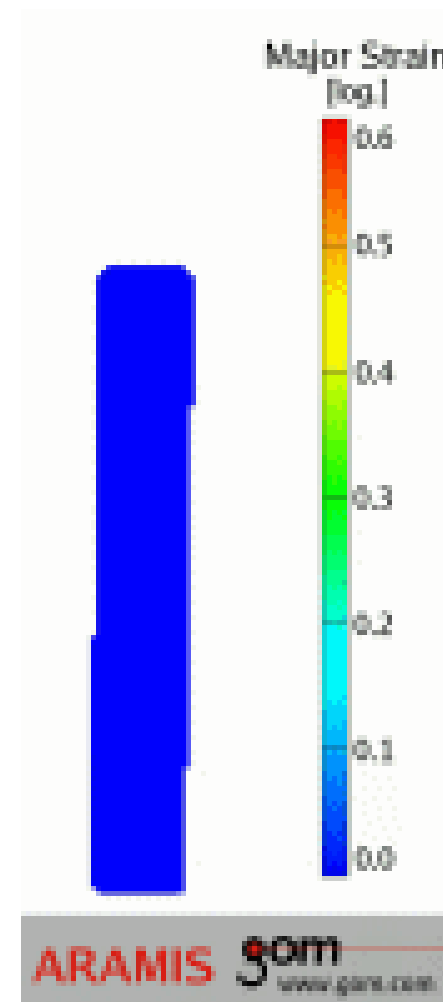
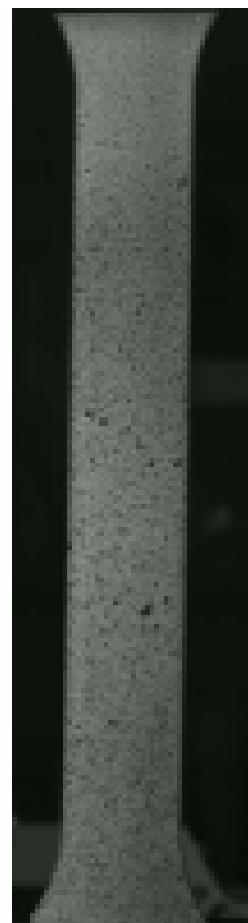
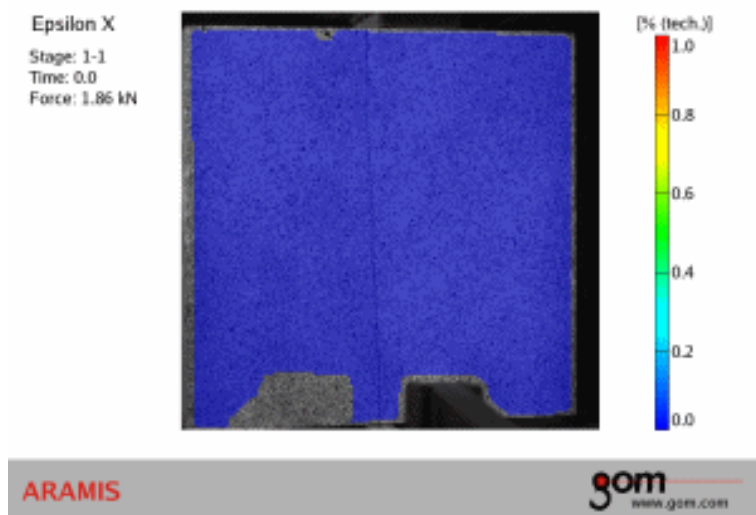
## 16. FOTOMETRIE



# 16. FOTOMETRIE



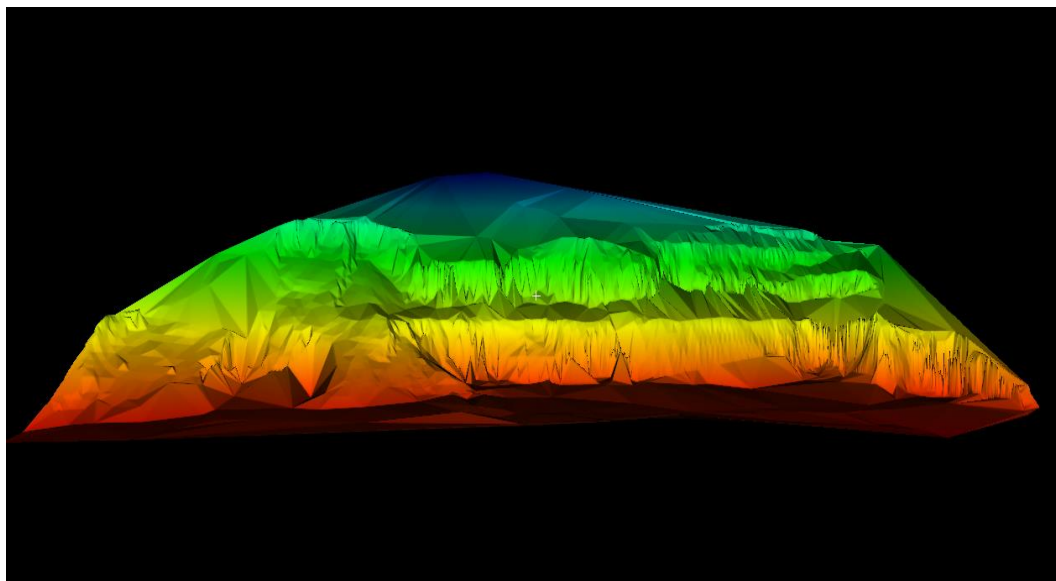
## 16. FOTOMETRIE



## 17. SCANARE CU LASER – 3D



## 17. SCANARE CU LASER – 3D

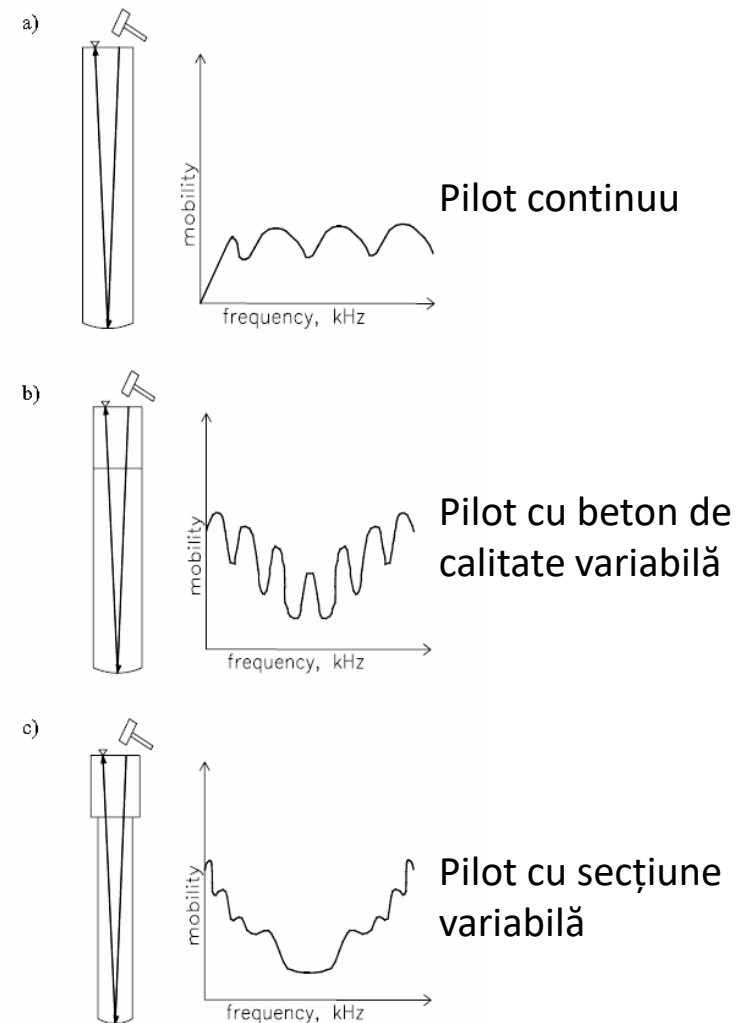
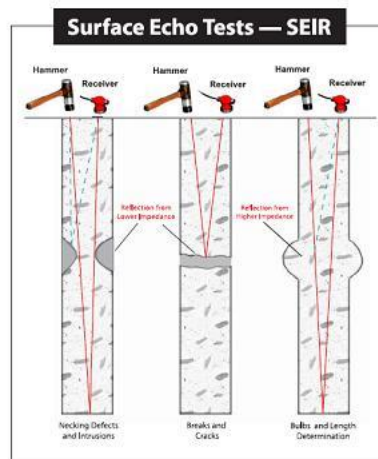
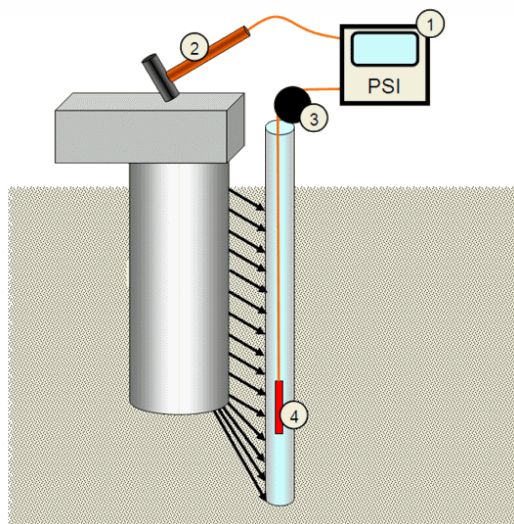
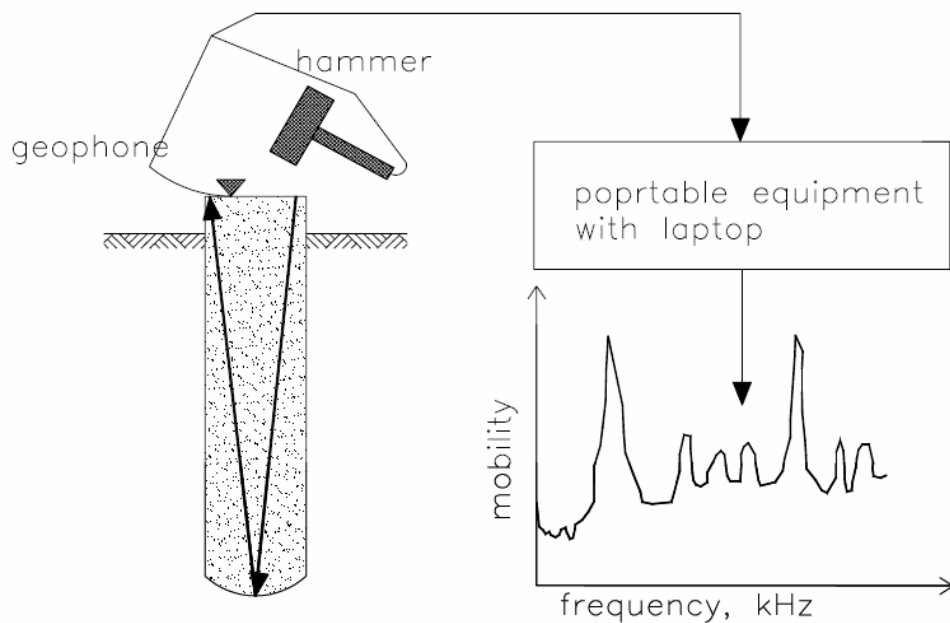


Calculule de volumetrie în cariere

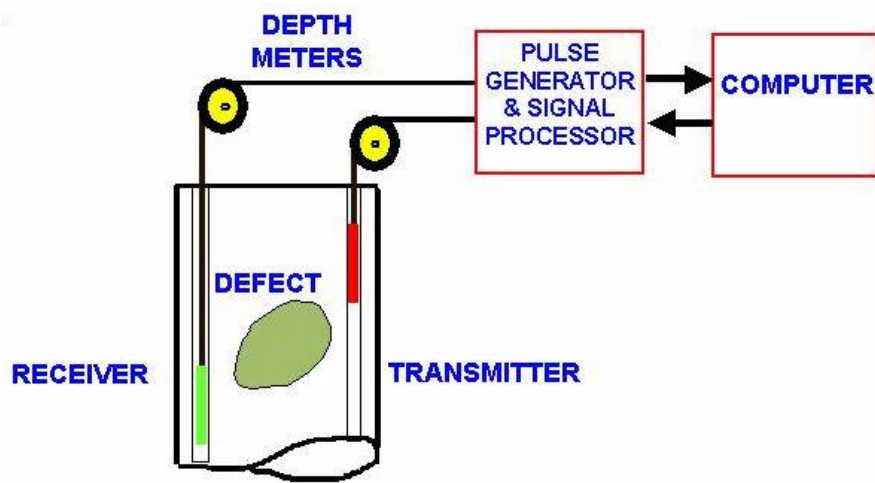
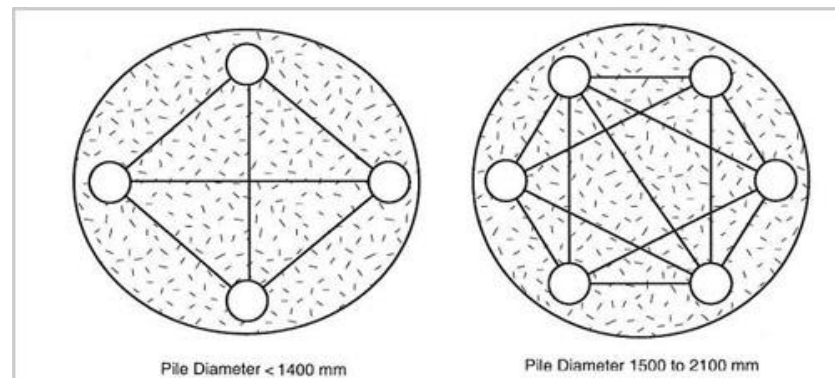




# 18. TESTE DE INTEGRITATE LA PILOȚI

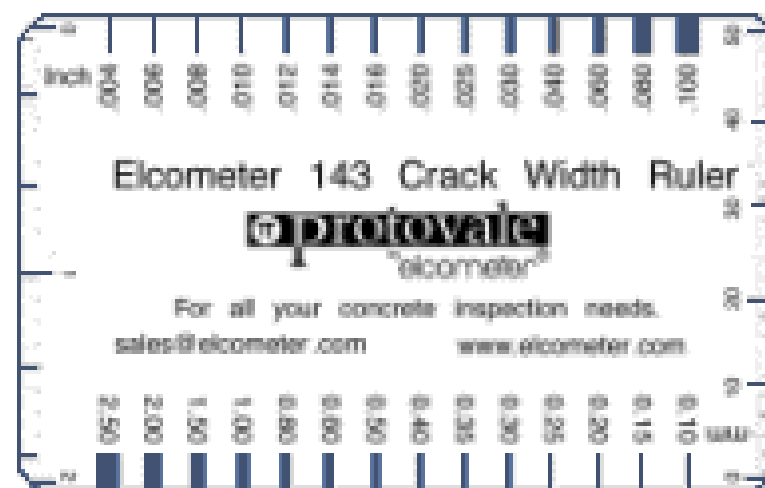
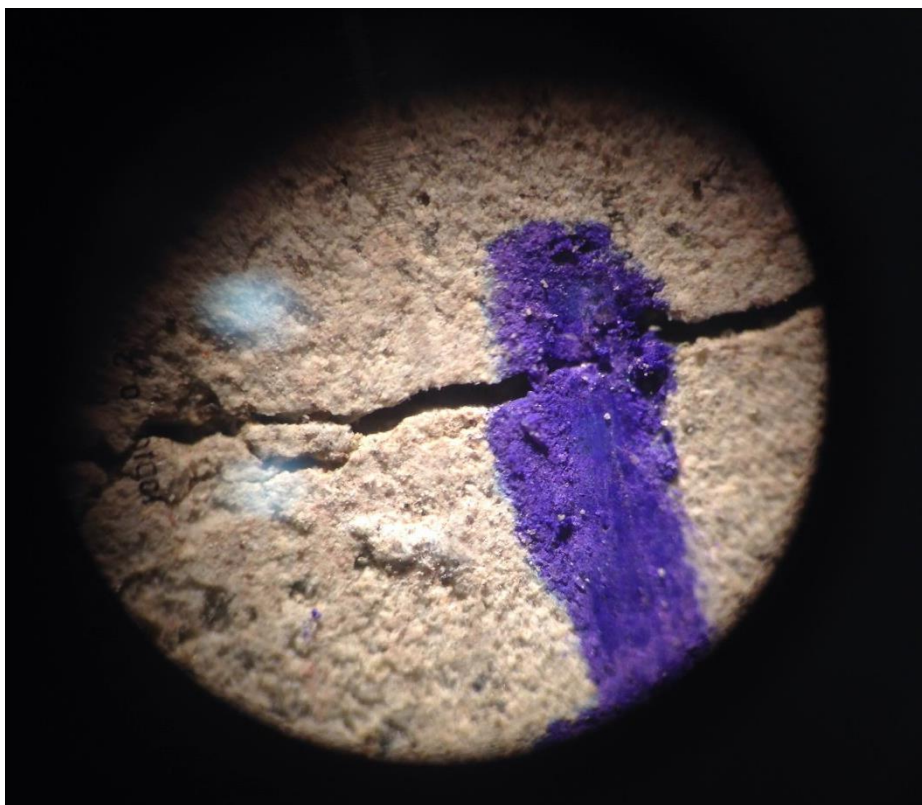


## 18. TESTE DE INTEGRITATE LA PILOȚI



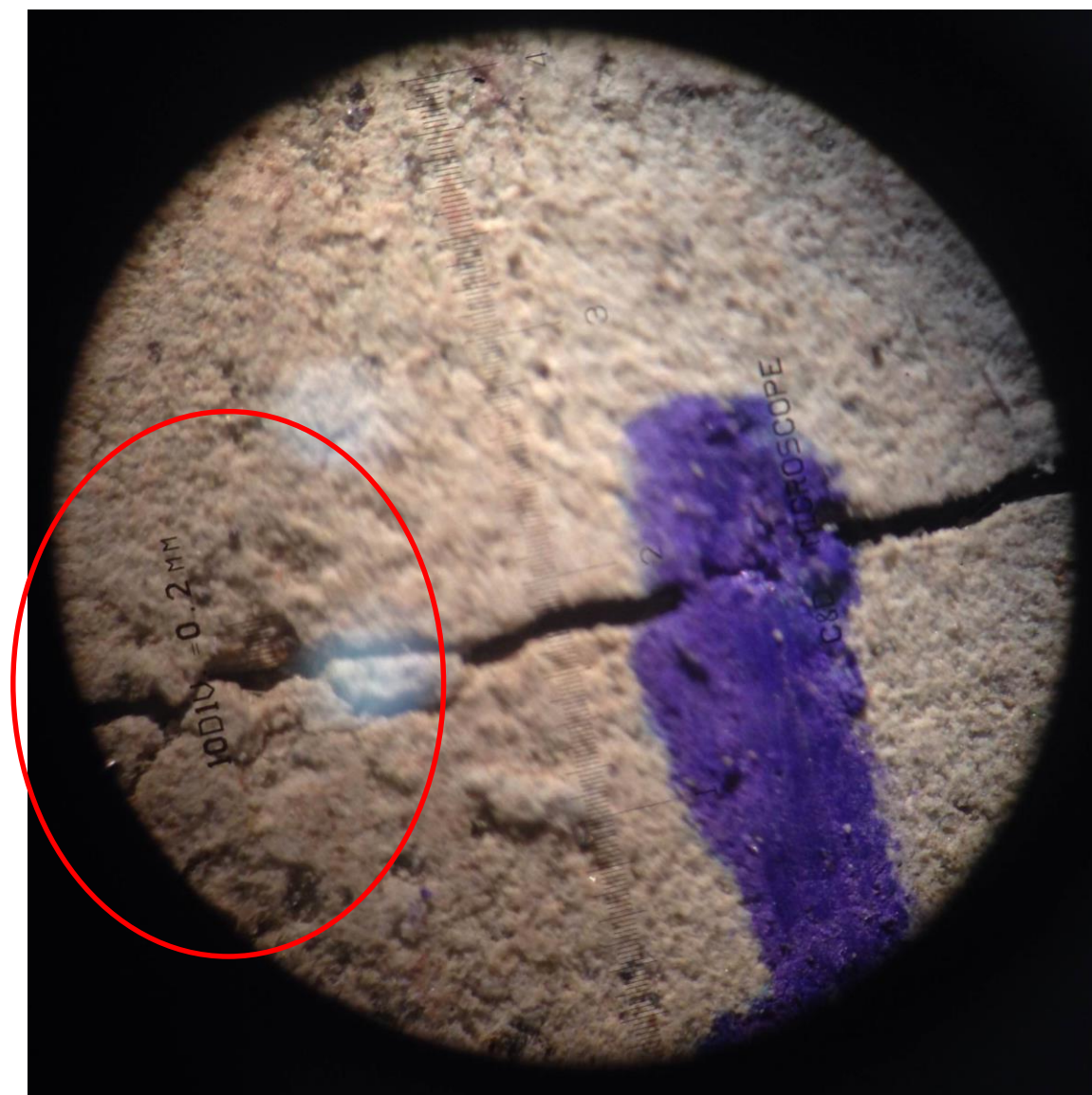
## 14. ALTE TESTE PRIVIND DETERMINAREA PERFORMANȚELOR SAU A INTEGRITĂȚII

### - DESCHIDERE FISURI



## 14. ALTE TESTE PRIVIND DETERMINAREA PERFORMANȚELOR SAU A INTEGRITĂȚII

- DESCHIDERE FISURI



## 14. ALTE TESTE PRIVIND DETERMINAREA PERFORMANȚELOR SAU A INTEGRITĂȚII

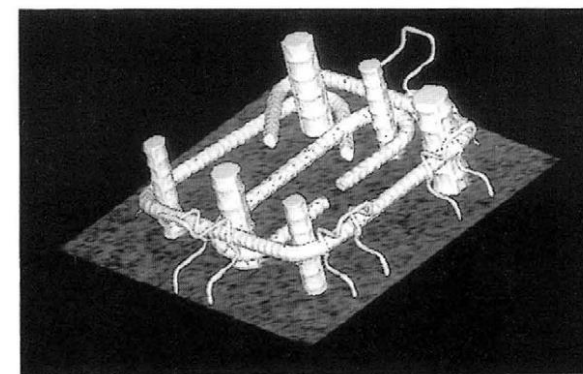
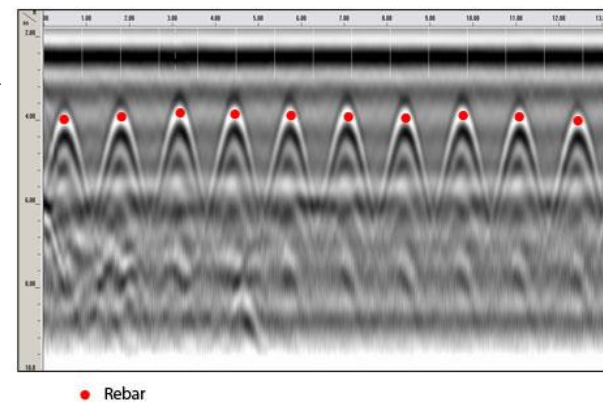
-GEORADAR (Ground Penetrating Radar)

-RĂSPUNS DINAMIC

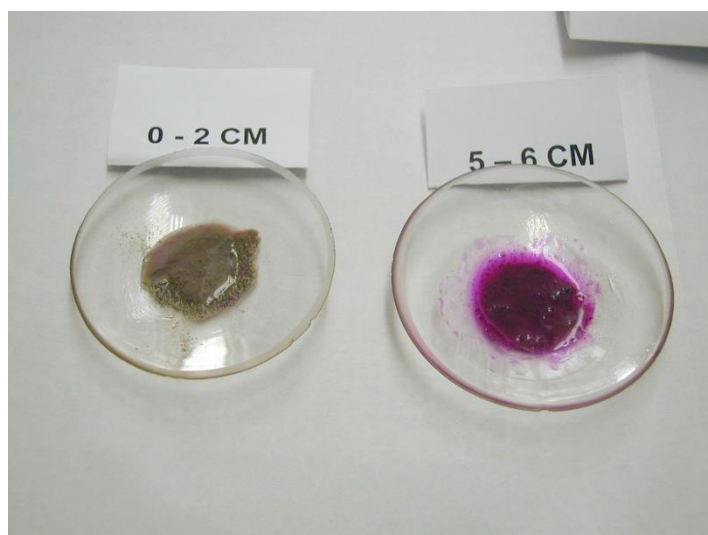
-RADIOGRAFIERE ȘI RADIOMETRIE

-VIDEOENDOSCOPIE

-ETC...



## 15. CARBONATAREA



→ **Fenolftaleină** (indicator de pH)

- roșu carmin → pH > 8...12
- incolor → pH < 8.2

## CONFIGURAȚIE DE TEST CU ÎMPINGERE ÎN JOS

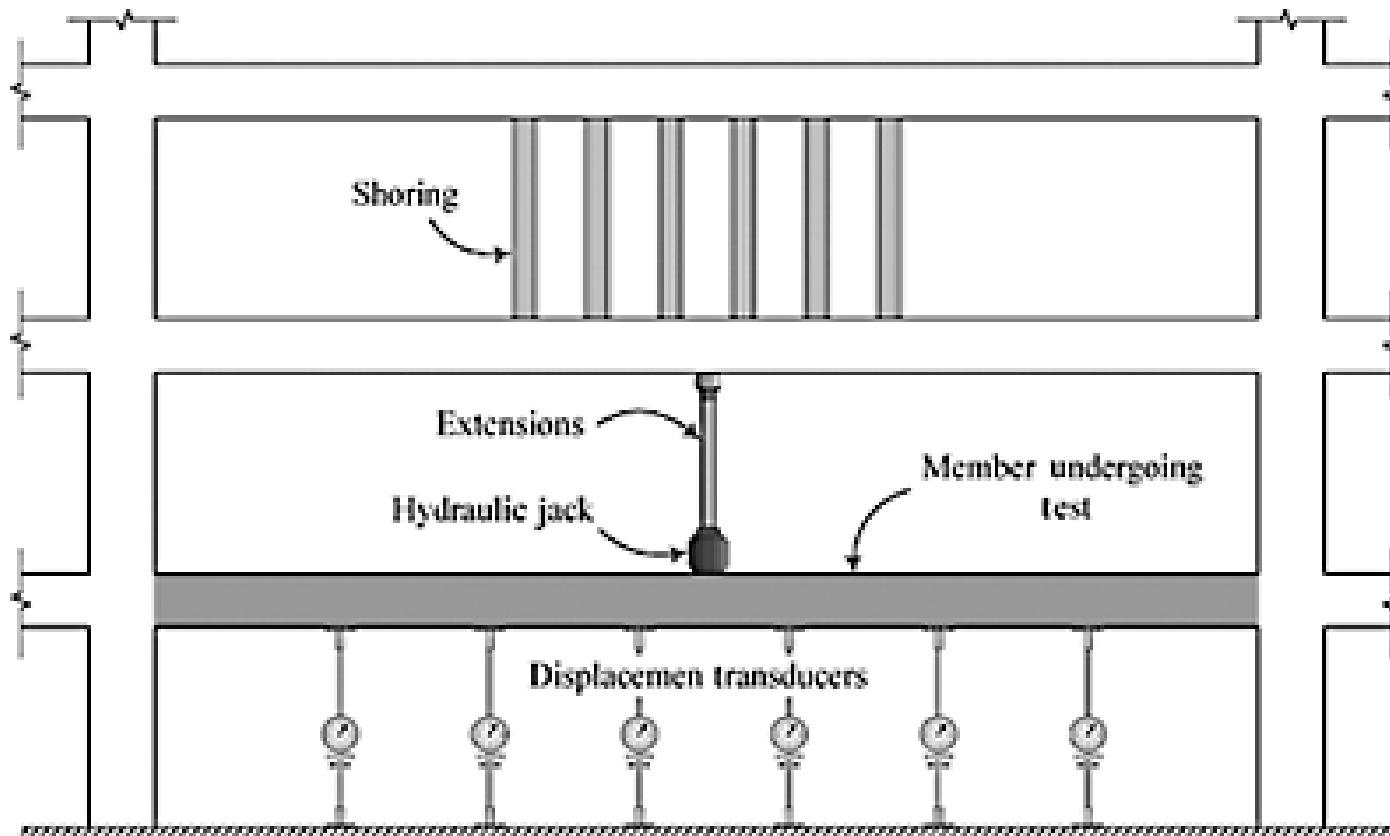
Timp de pregătire: mediu

Cerințe: pompă hidraulică, extensie, proptiri peste planșeu

Variația încărcării: ușoară

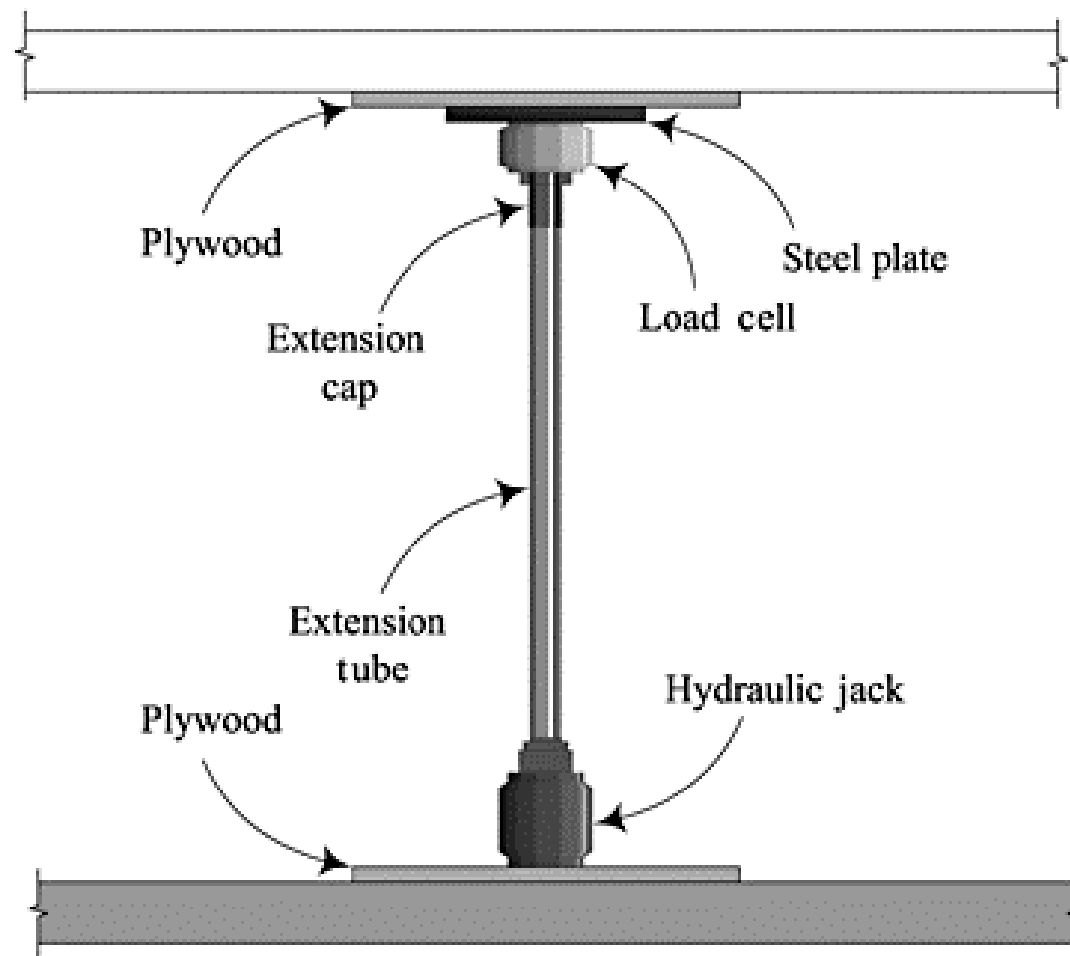
Reacțiune: planșeu împănăt

Limitări: necesar planșee de reacțiune



(Balaguru, 2009)

## CONFIGURAȚIE DE TEST CU ÎMPINGERE ÎN JOS



(Balaguru, 2009)



## CONFIGURAȚIE DE TEST CU TRAGERE ÎN JOS CU REACȚIUNE FIXĂ

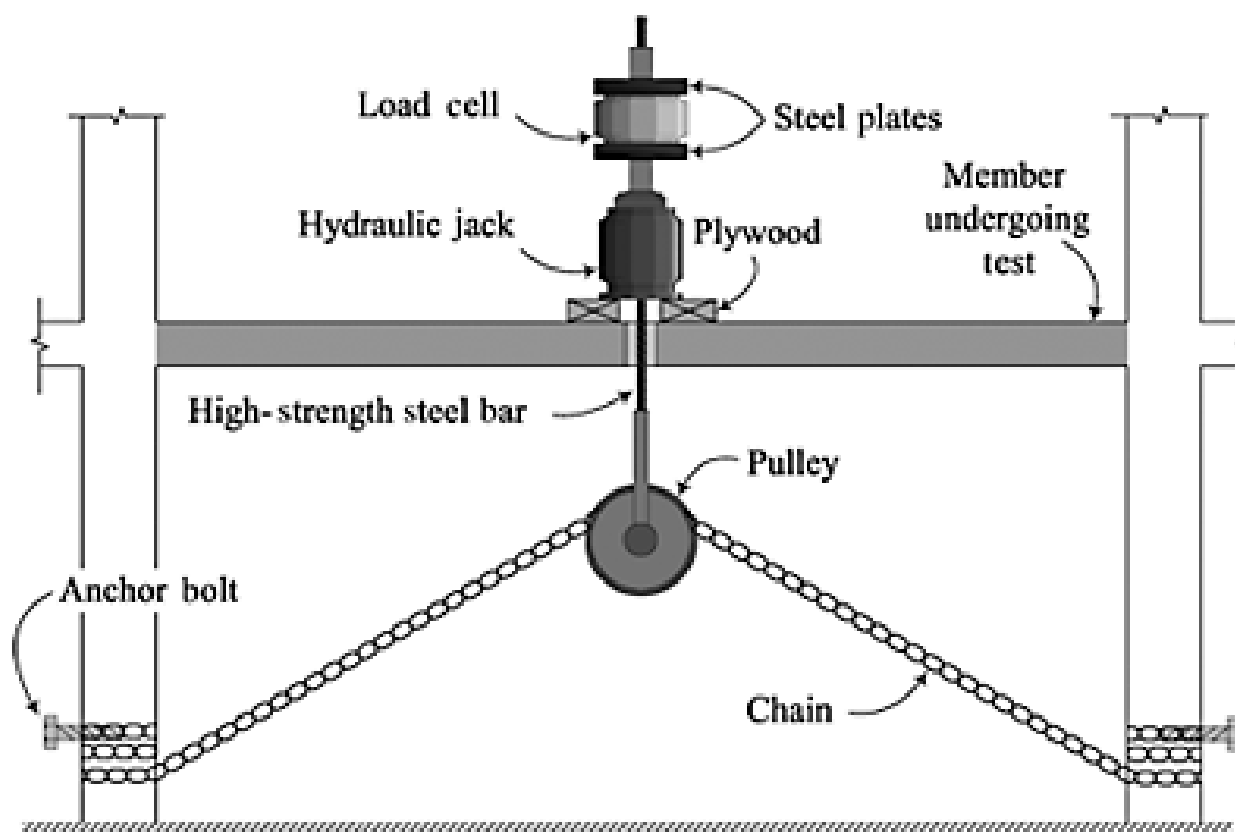
Timp de pregătire: mediu

Cerințe: pompă hidraulică, găuri în elemente, cablu, ancoraje

Variația încărcării: ușoară

Reacțiune: greutate proprie structură

Limitări: încărcare aplicată în funcție de structură și ancoraje



(Balaguru, 2009)

## CONFIGURAȚIE DE TEST CU TRAGERE ÎN JOS CU REACȚIUNE MOBILĂ

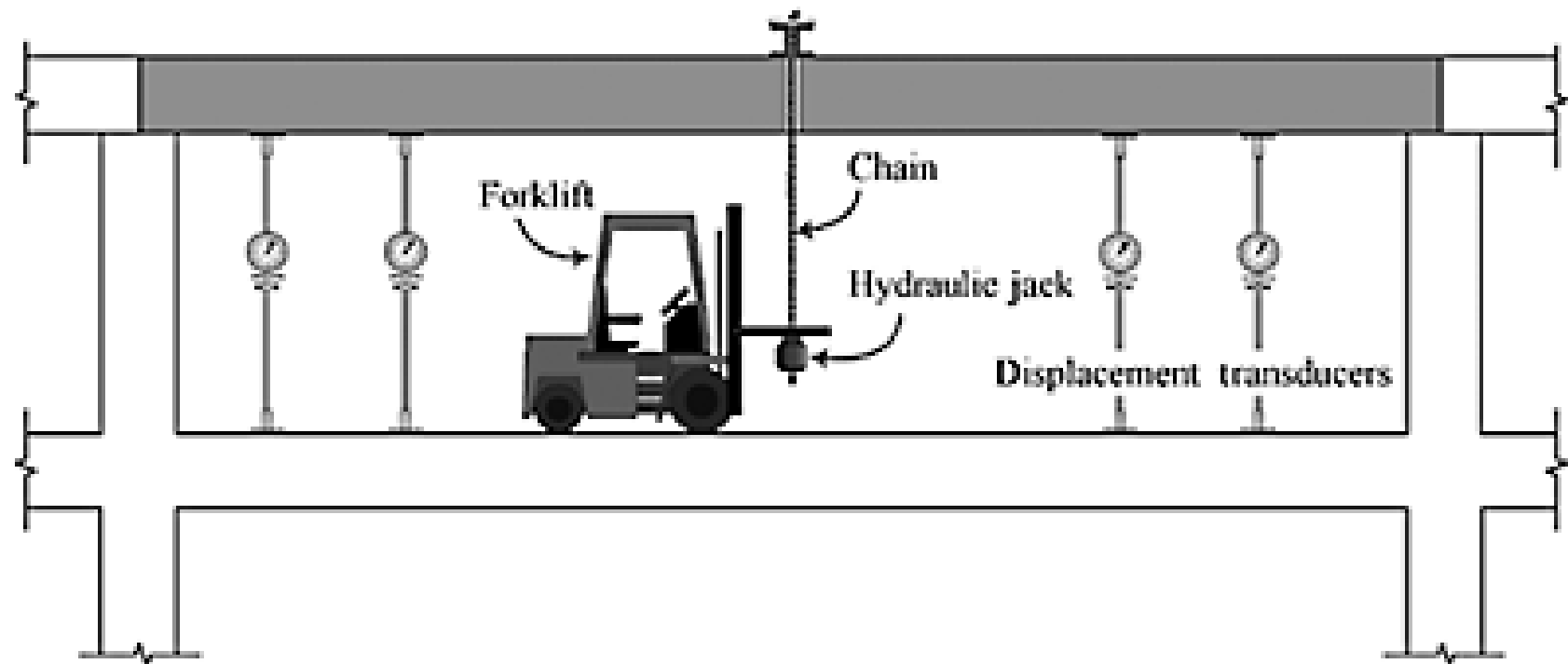
Timp de pregătire: mediu

Cerințe: pompă hidraulică, găuri în elemente, cablu, motostivuitoare

Variația încărcării: ușoară

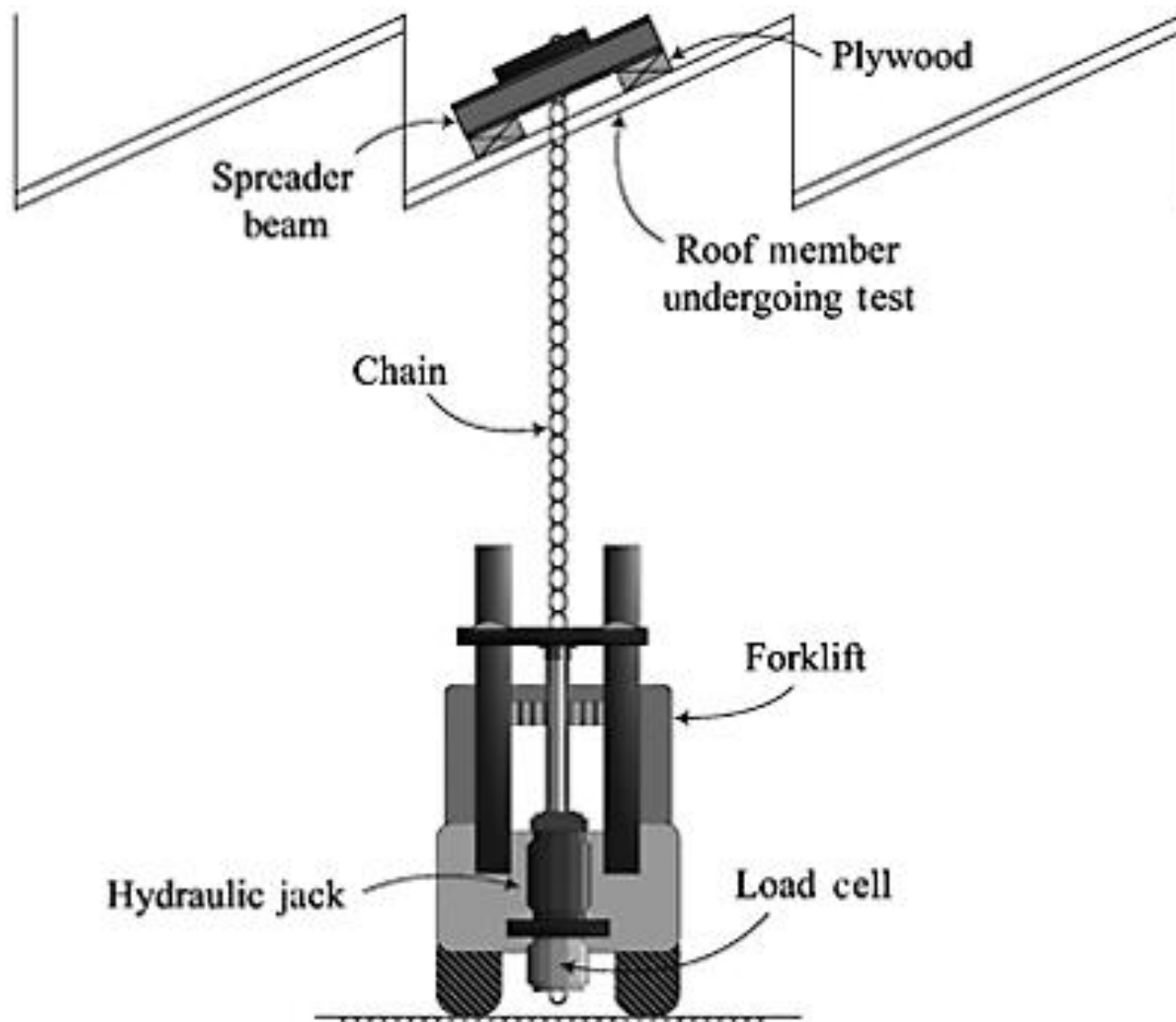
Reacțiune: greutate proprie structură

Limitări: încărcare aplicată relativ mică



(Balaguru, 2009)

## CONFIGURAȚIE DE TEST CU TRAGERE ÎN JOS CU REACȚIUNE MOBILĂ



(Balaguru, 2009)

## CONFIGURAȚIE DE TEST CU BUCLĂ ÎNCHISĂ

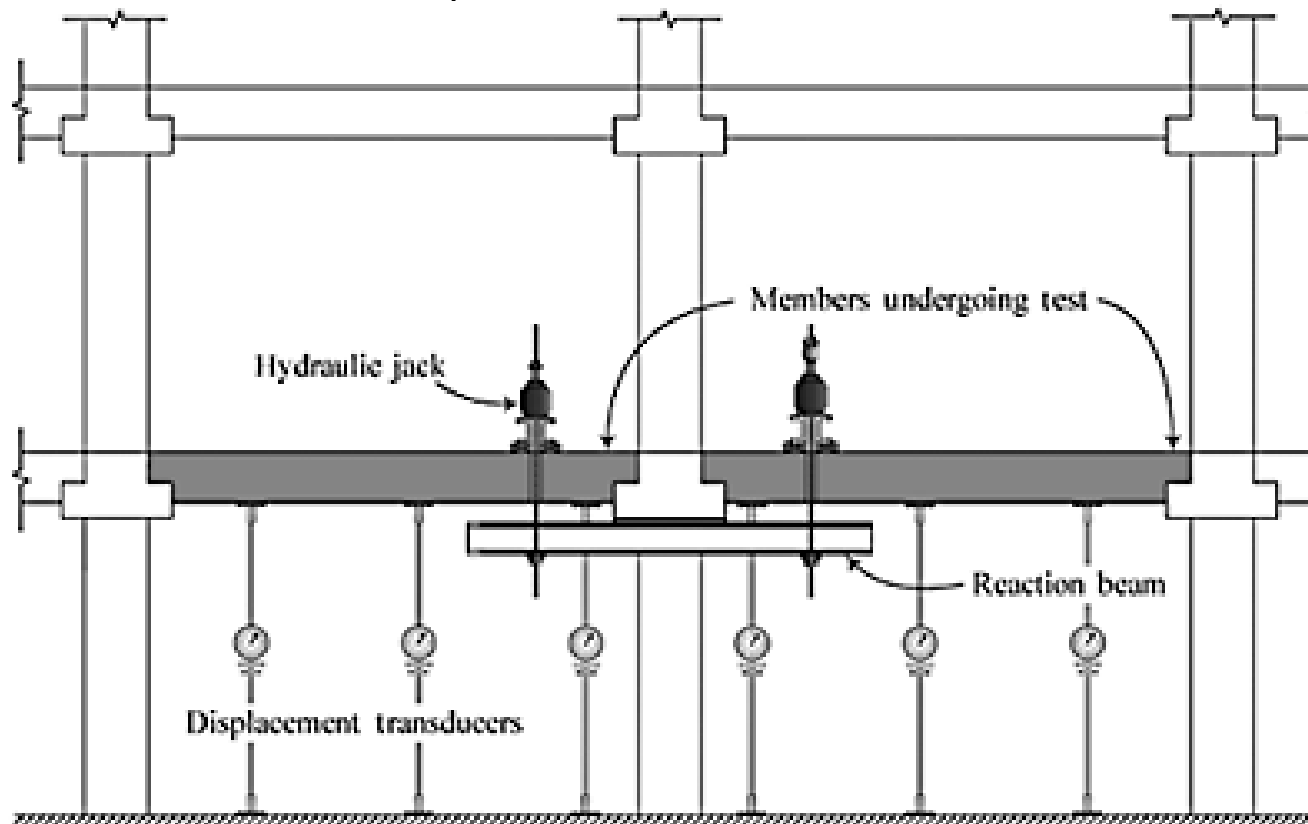
Timp de pregătire: lung

Cerințe: 2 pompe hidraulice, găuri în elemente, cabluri, grinzi de reacțiune

Variația încărcării: ușoară

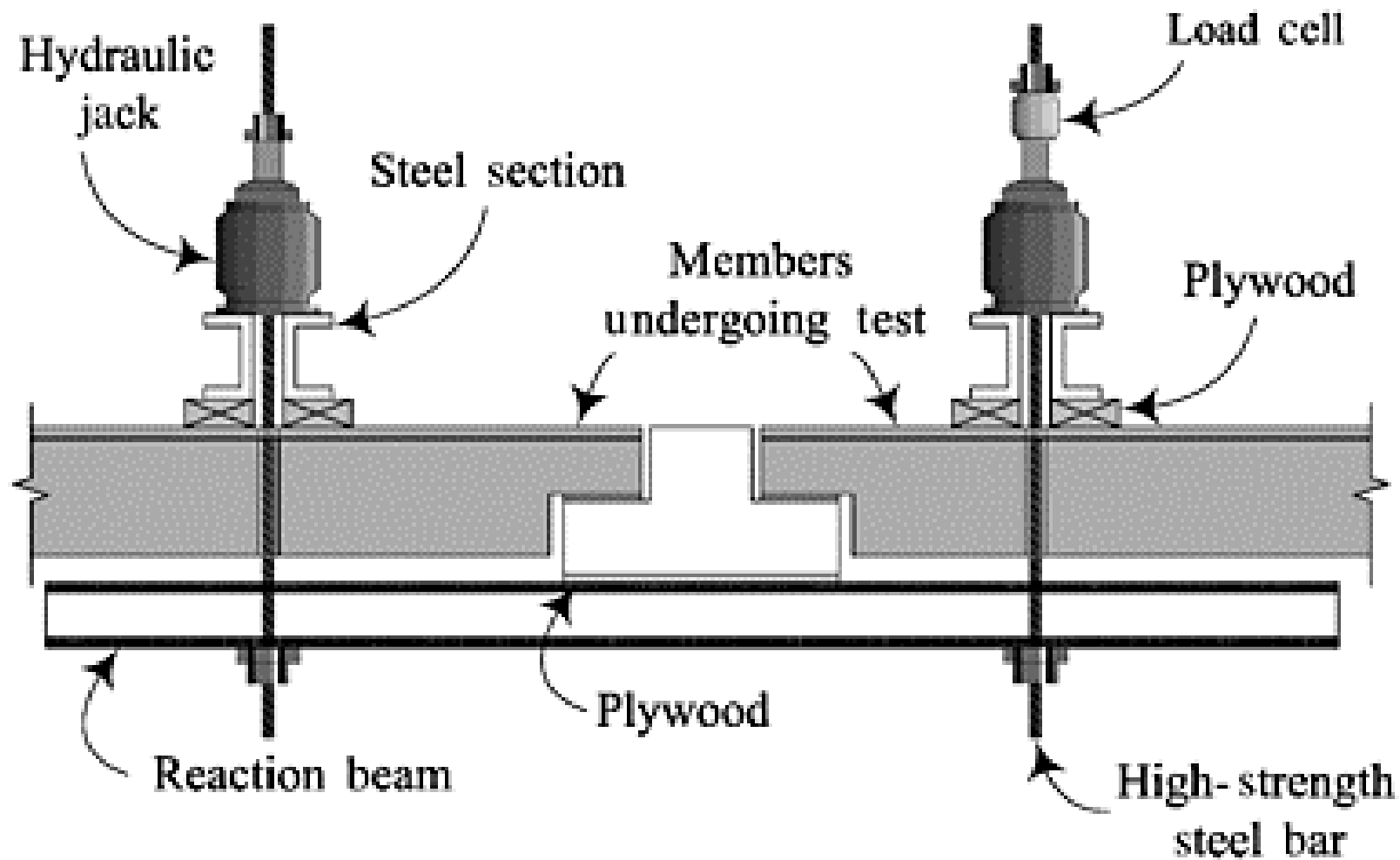
Reacțiune: element intermediar între elementele testate

Limitări: locația și magnitudinea încărcării în funcție de proprietățile grinzii de reacțiune



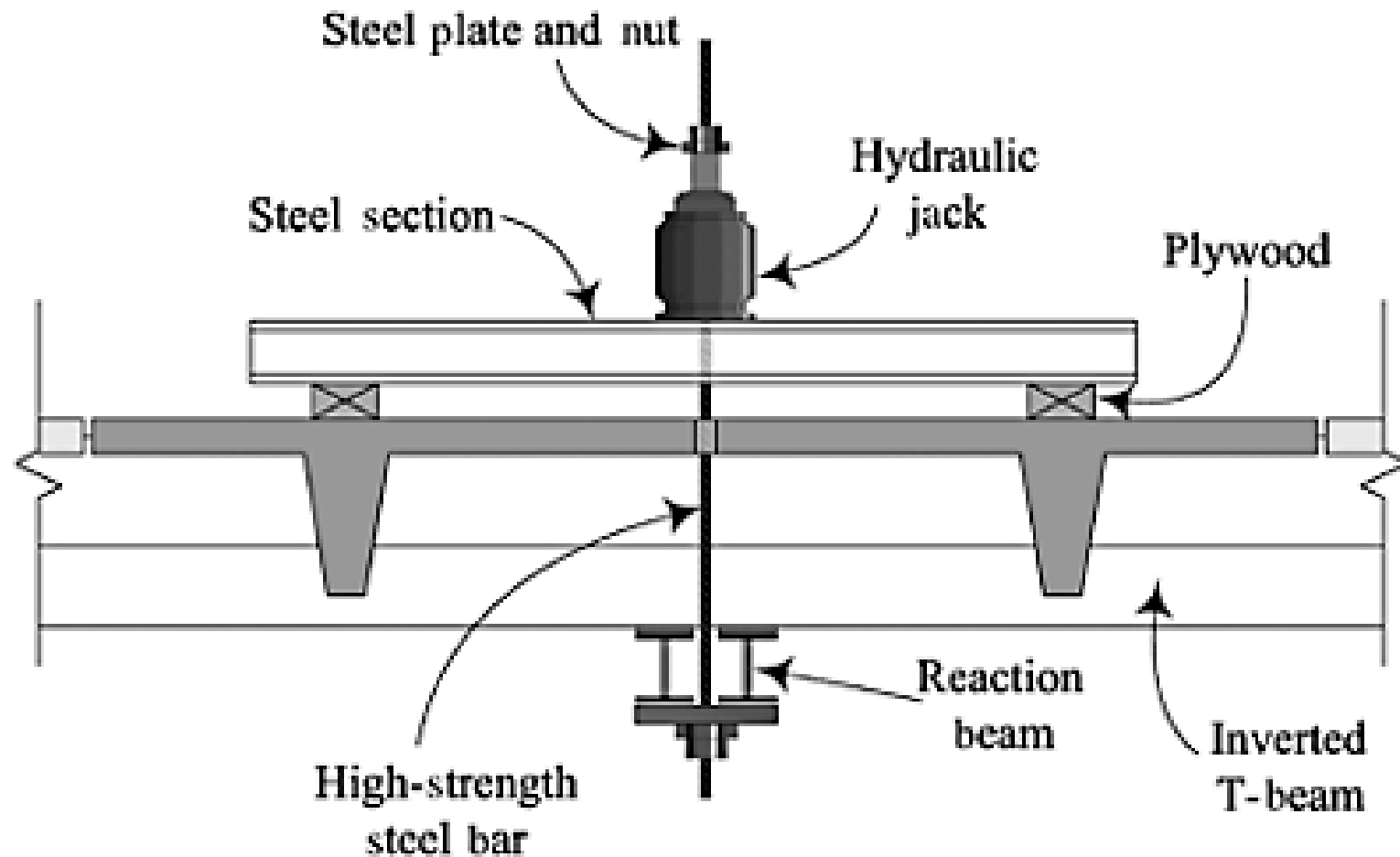
(Balaguru, 2009)

## CONFIGURAȚIE DE TEST CU BUCLĂ ÎNCHISĂ – PENTRU O DIRECȚIE



(Balaguru, 2009)

## CONFIGURAȚIE DE TEST CU BUCLĂ ÎNCHISĂ - PENTRU DOUĂ DIRECȚII



(Balaguru, 2009)

## CONFIGURAȚIE DE TEST CU ÎNCĂRCAREA CU VEHICULE

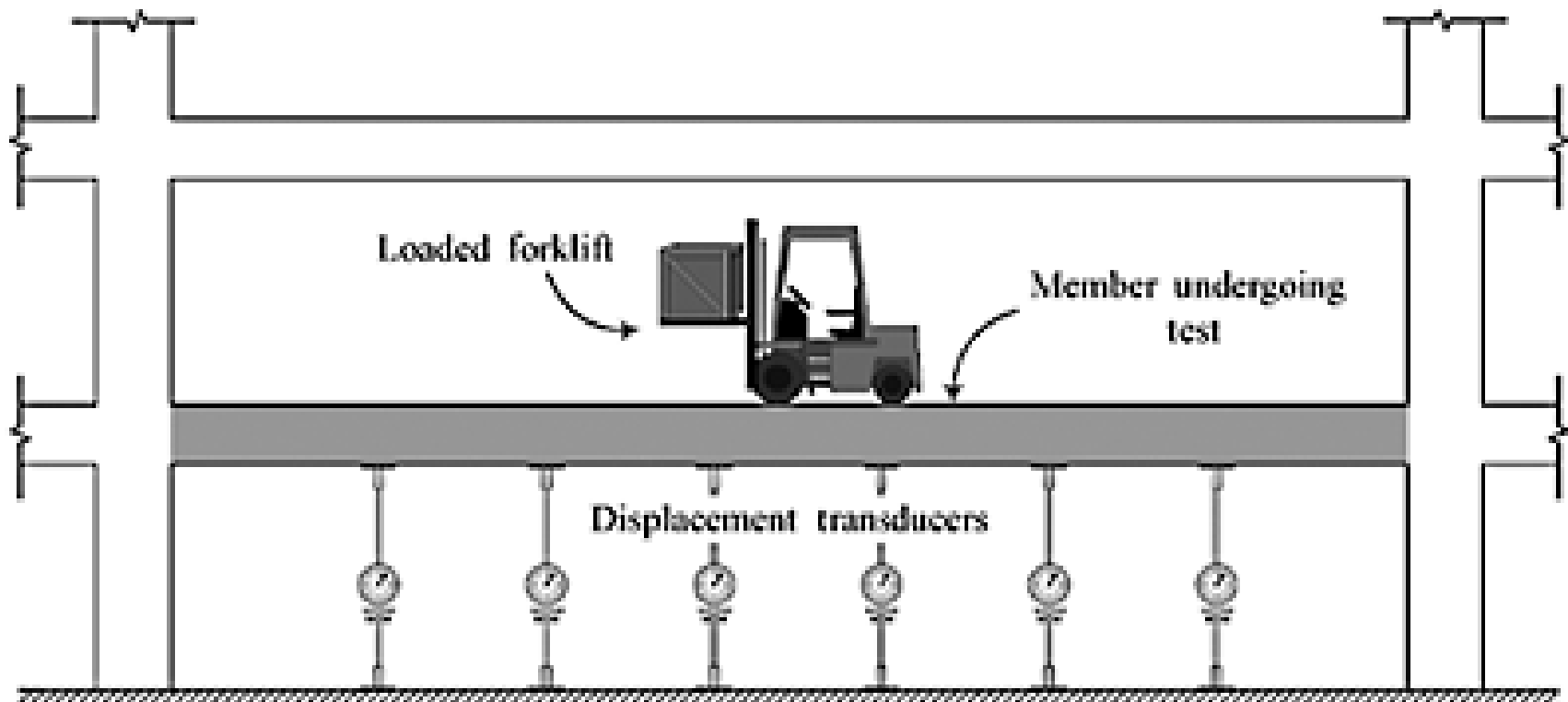
Timp de pregătire : scurt

Cerințe: vehicule, greutate

Variația încărcării: cu dificultate

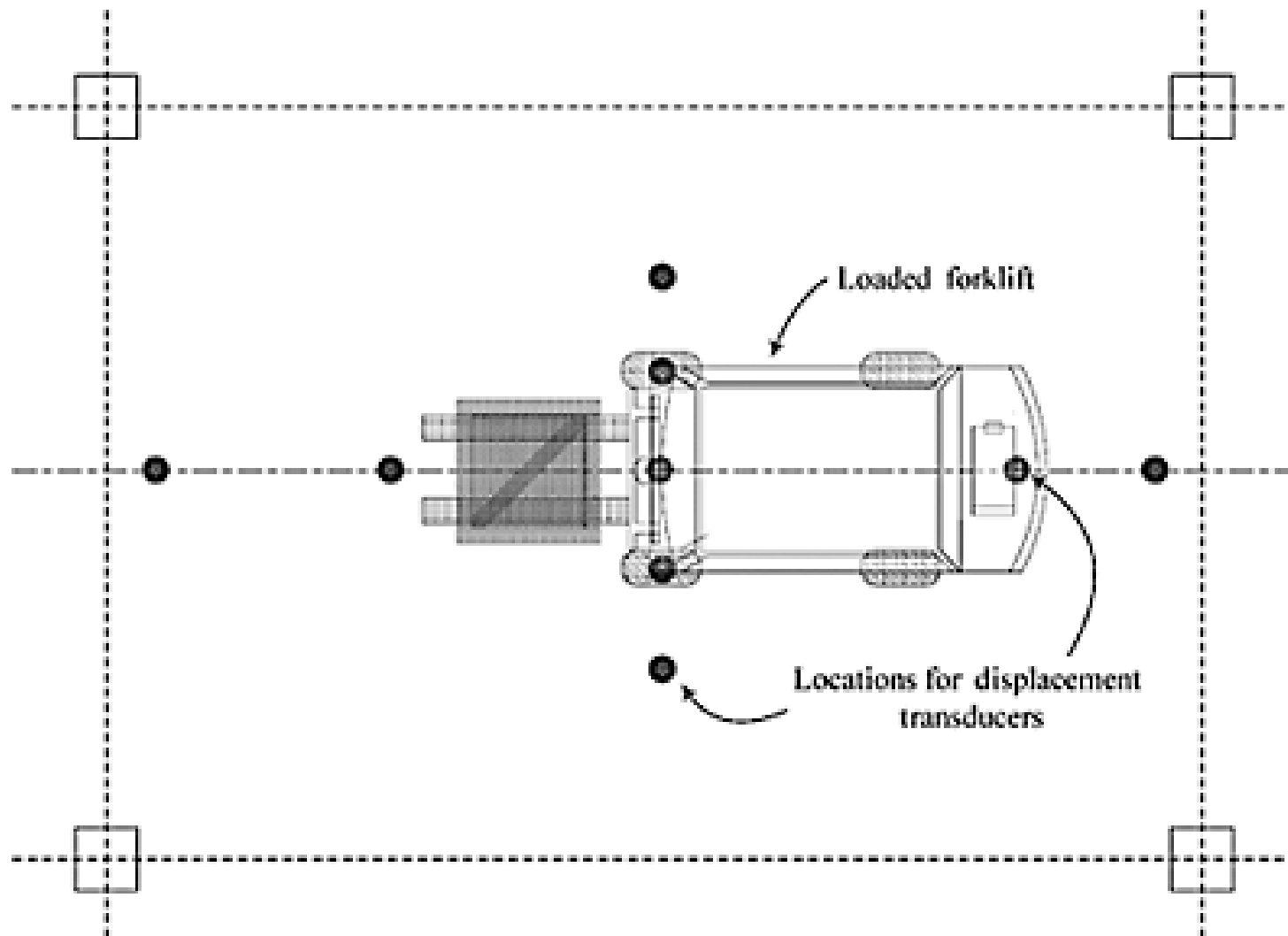
Reacțiune: nu se aplică

Limitări: variația încărcării este îndelungată



(Balaguru, 2009)

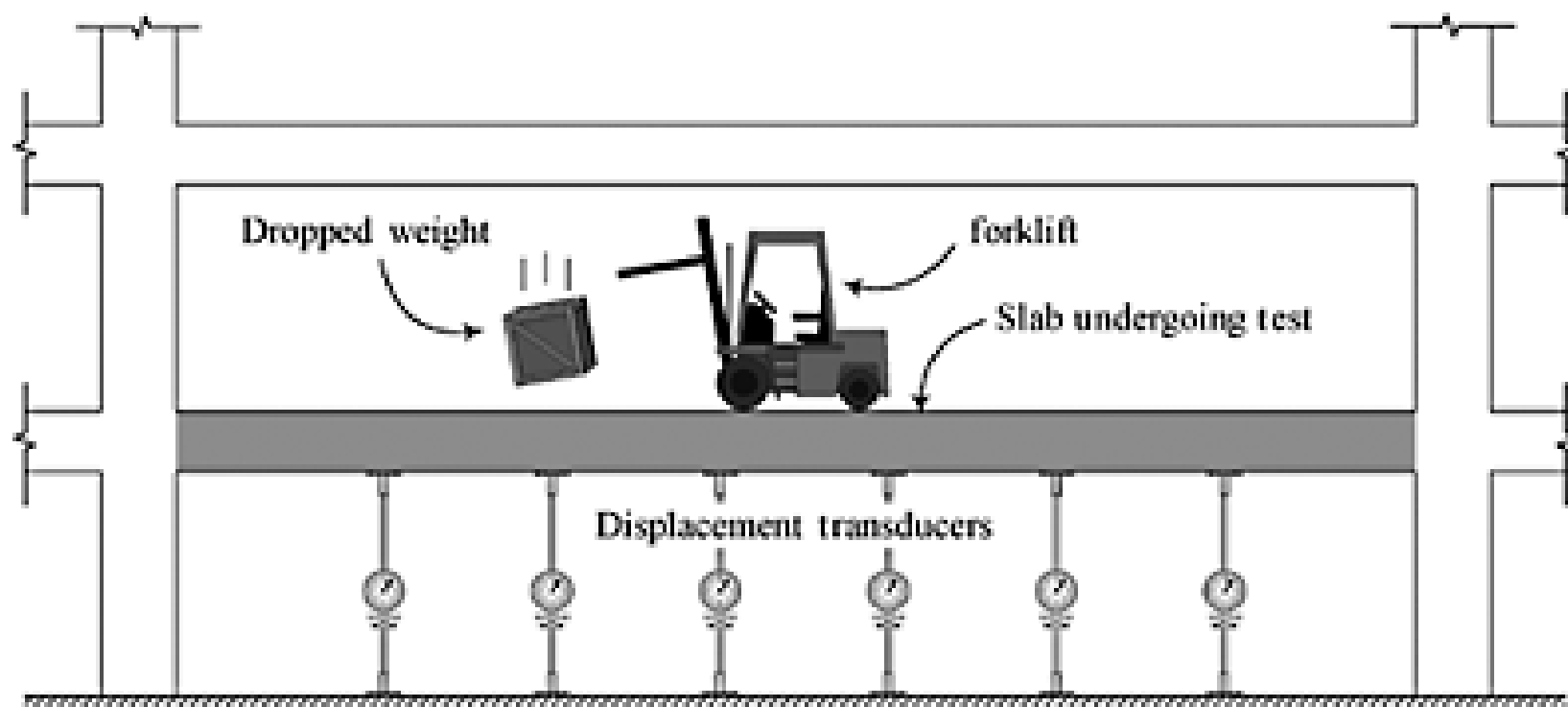
## CONFIGURAȚIE DE TEST CU ÎNCĂRCAREA CU VEHICULE



(Balaguru, 2009)

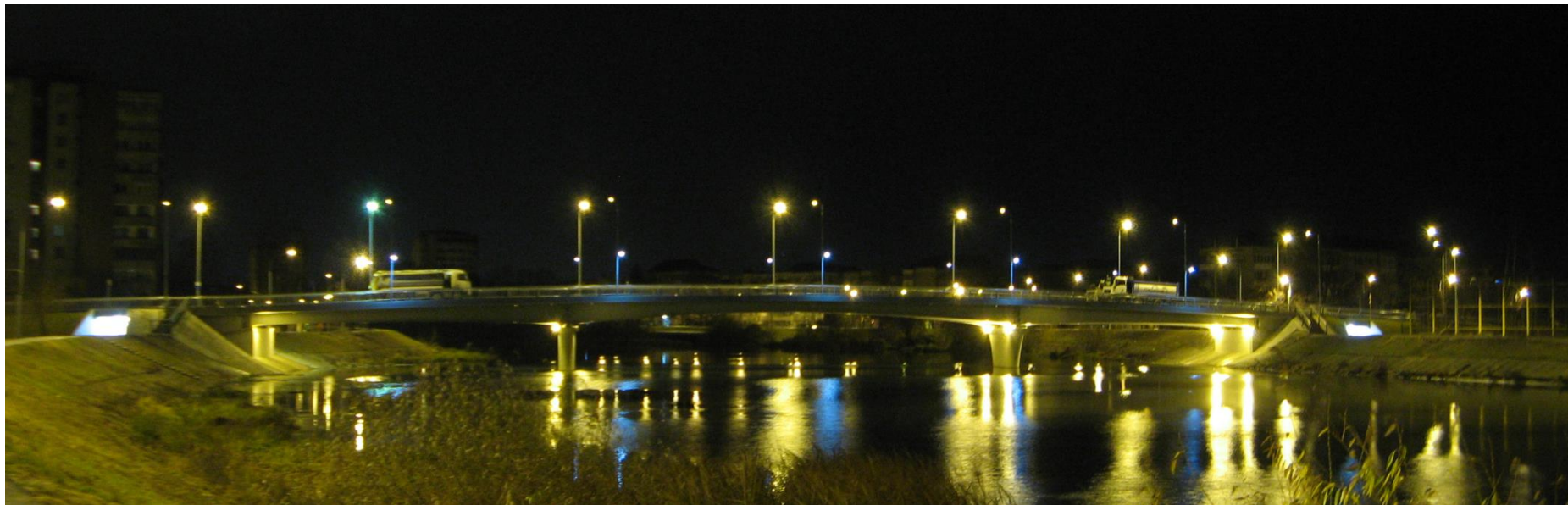


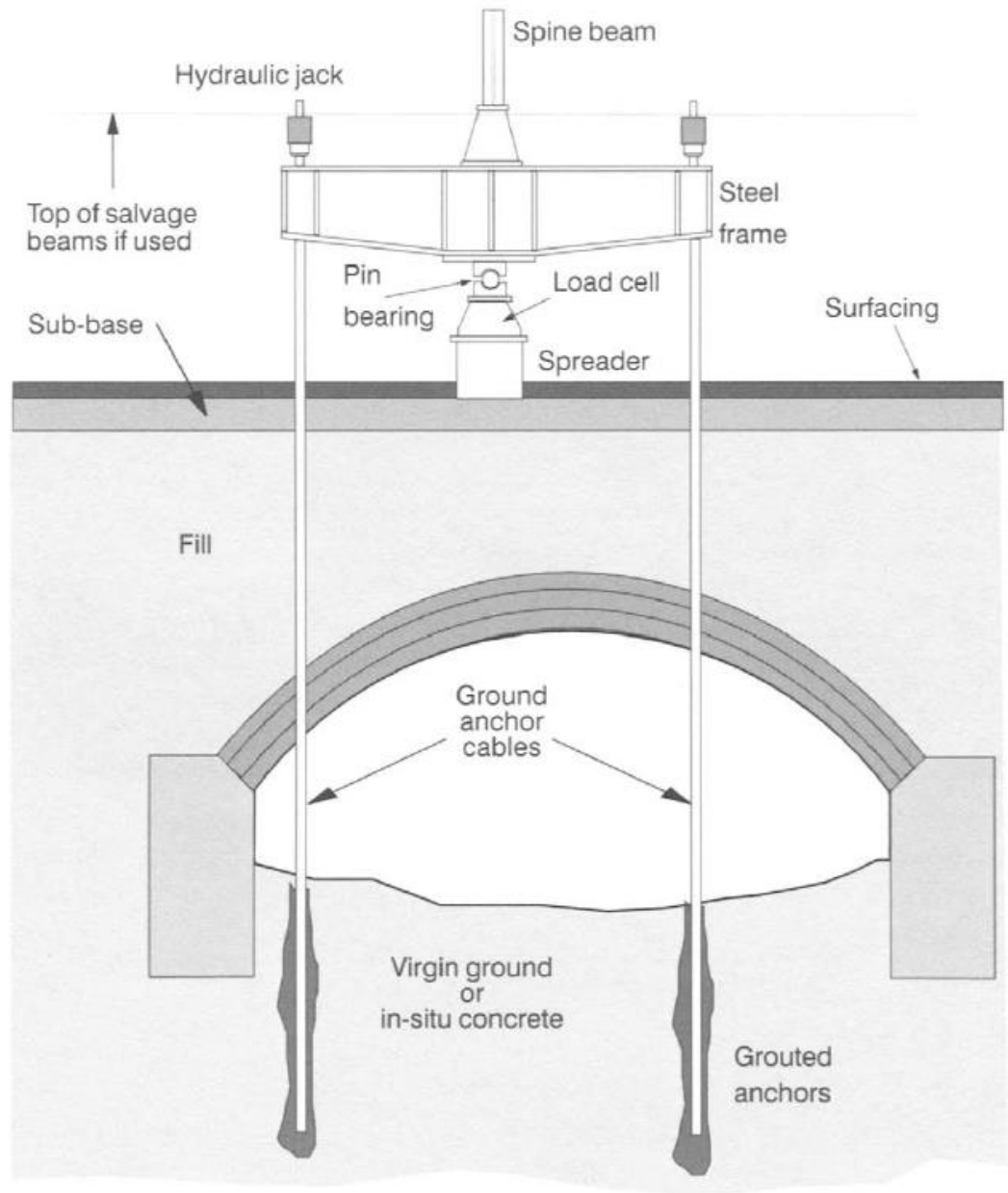
## CONFIGURAȚIE DE TEST CU ÎNCĂRCAREA CU VEHICULE ȘI GREUTĂȚI ARUNCATE



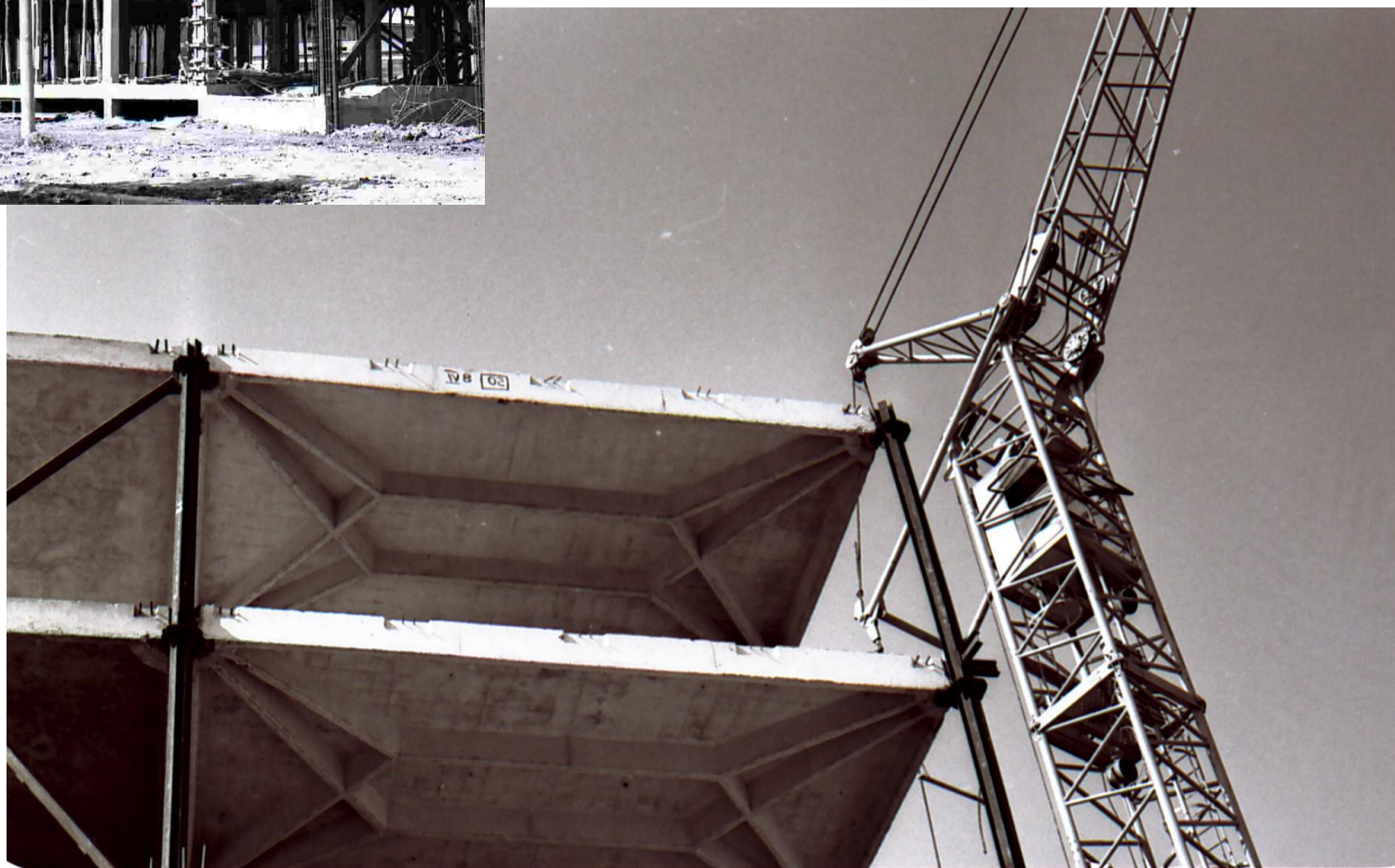
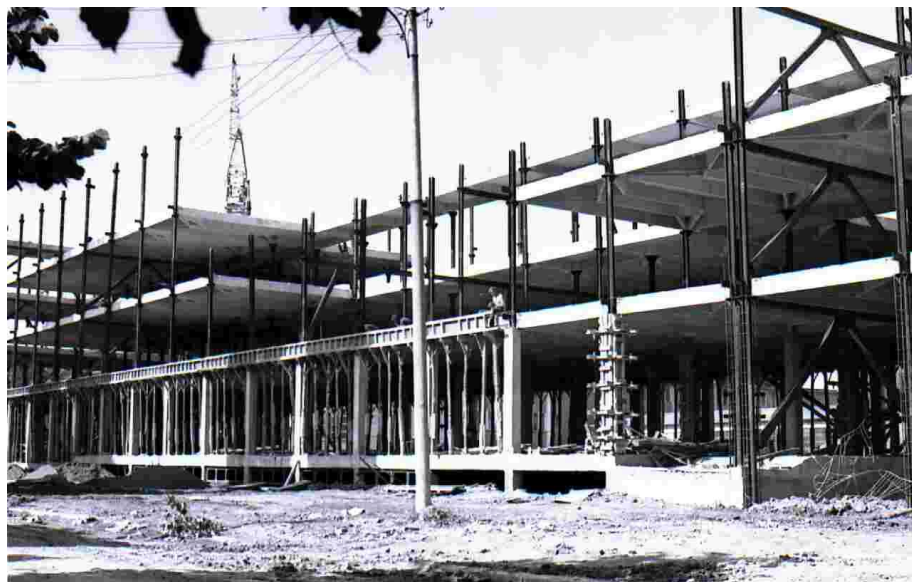
(Balaguru, 2009)

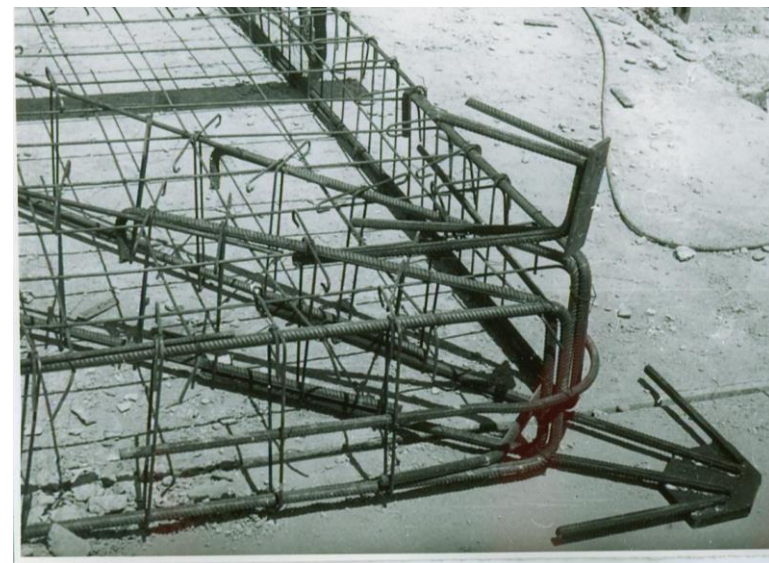
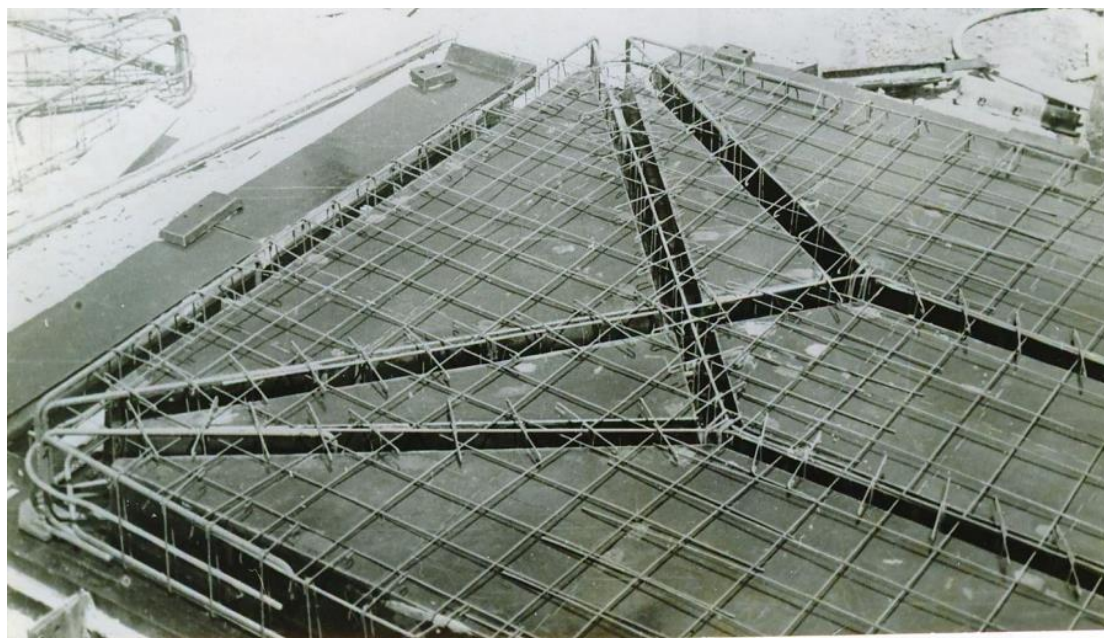
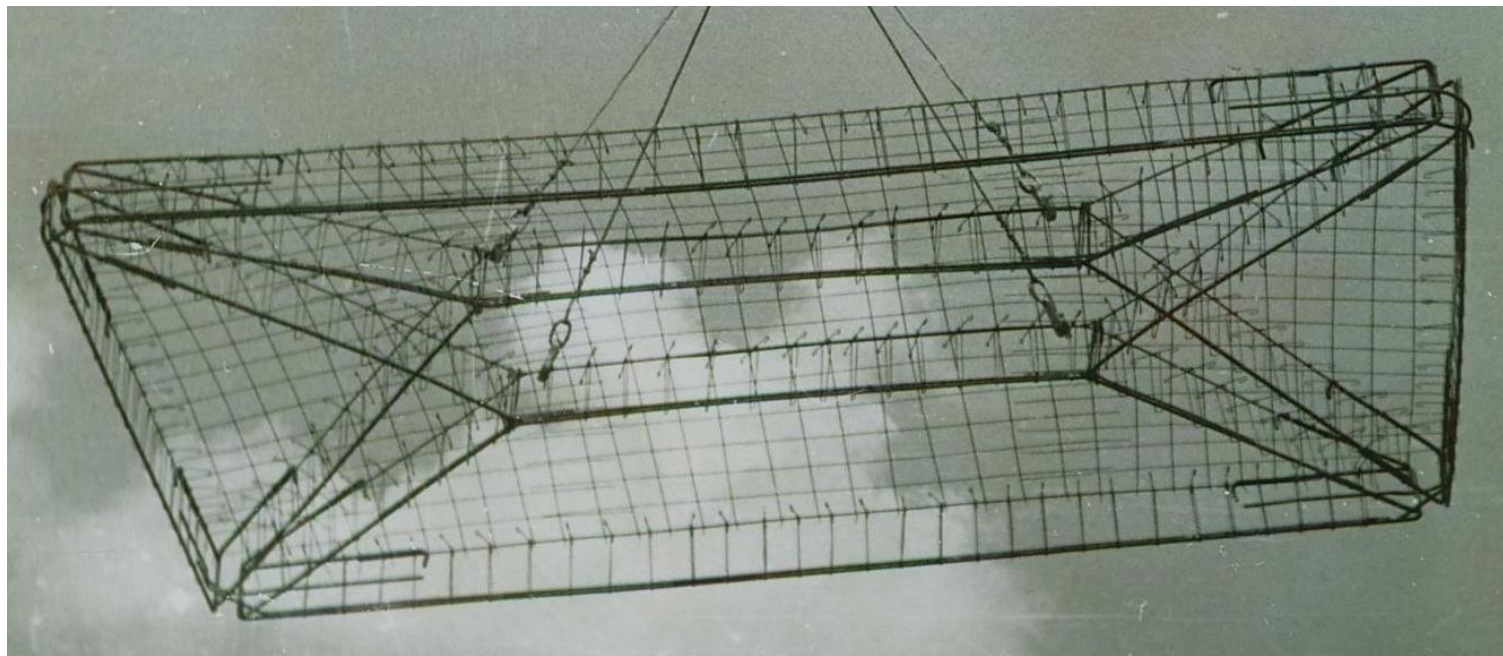
## CONFIGURAȚIE DE TEST CU ÎNCĂRCAREA CU VEHICULE - PODURI



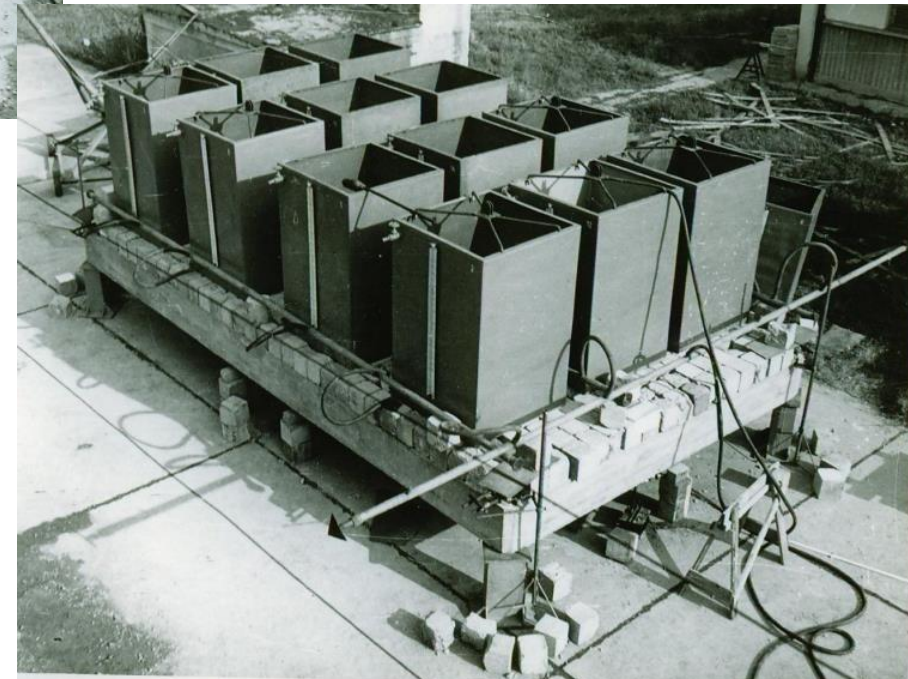


(Ryall M.J.)



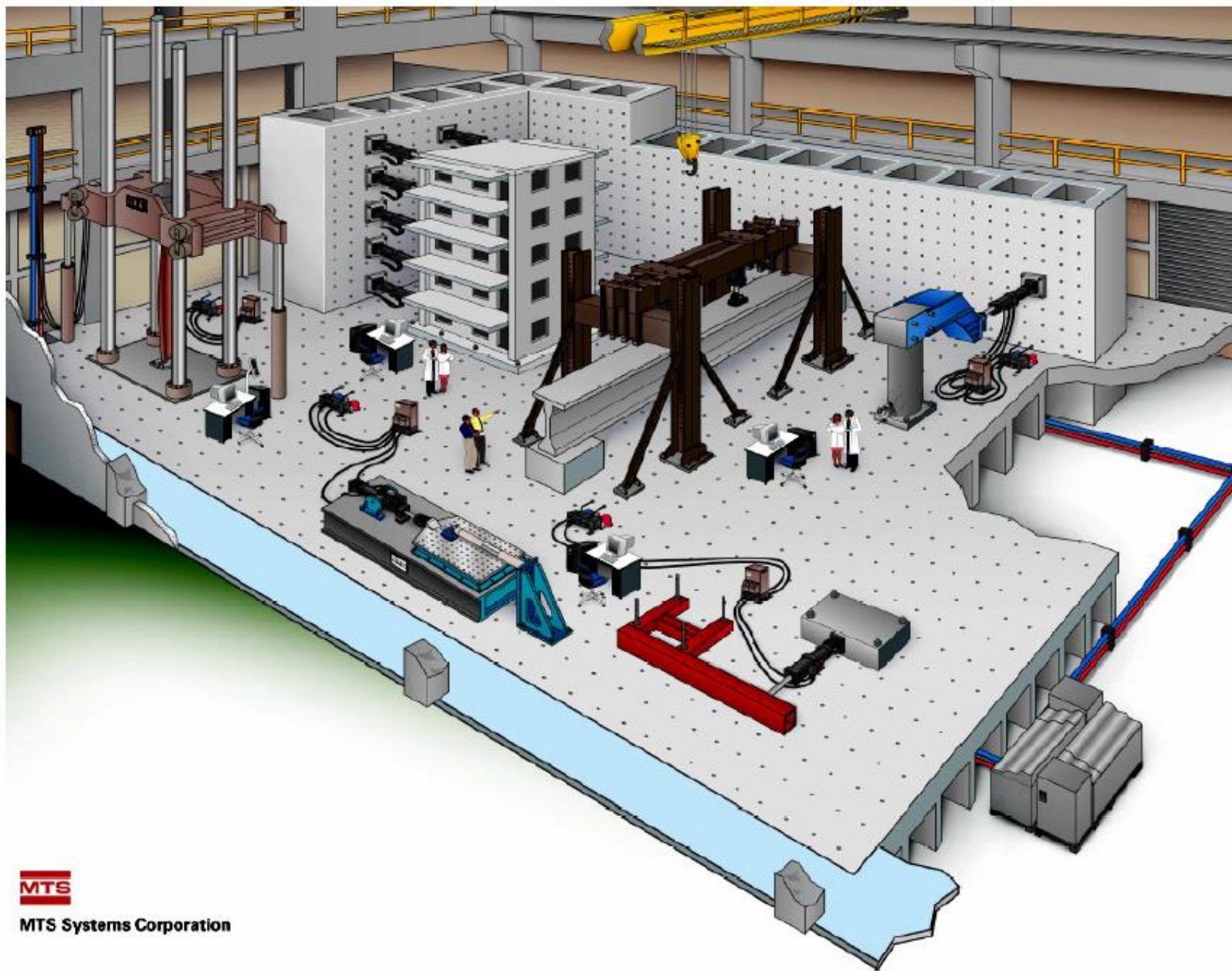








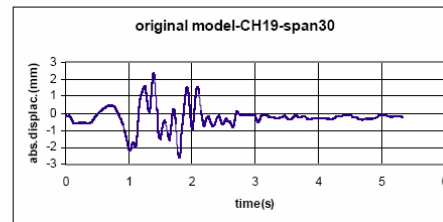
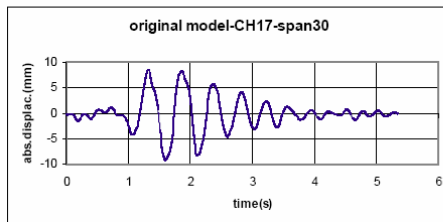
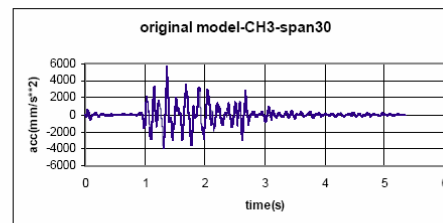
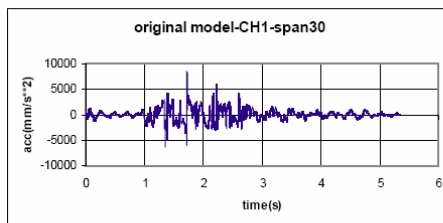


**MTS**

MTS Systems Corporation



Mustafa Pasha mosque  
constructed in scale 1:6



0.2g ÷ 1.5g



0.2g ÷ 1.5g

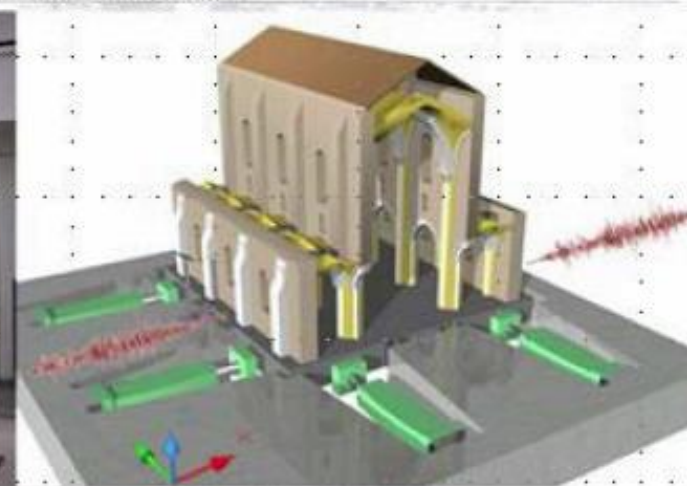
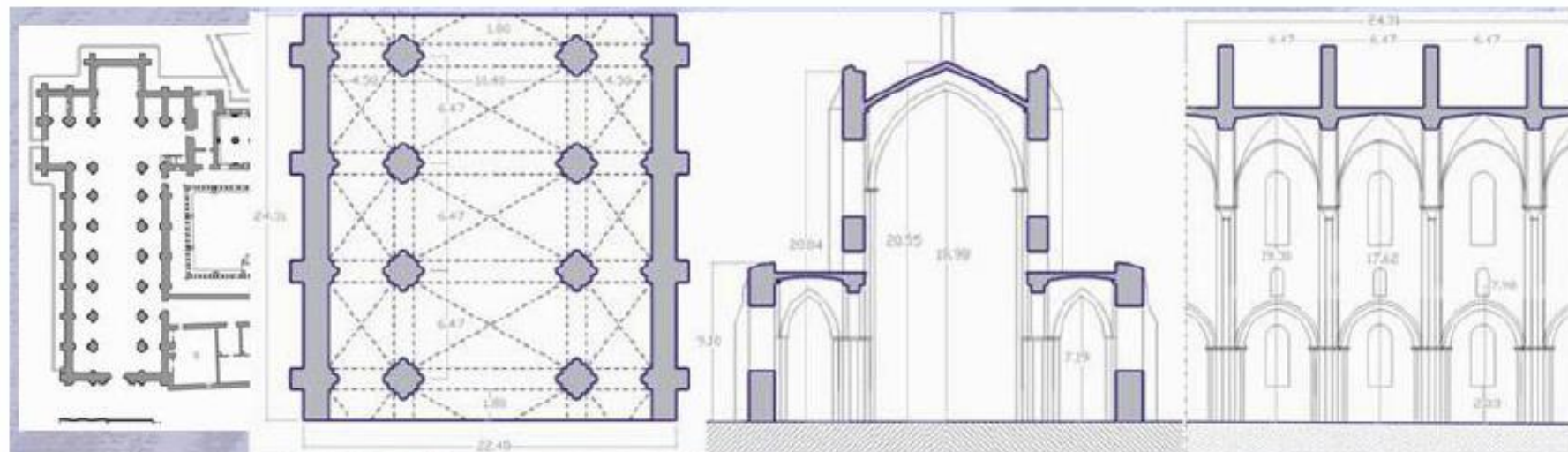






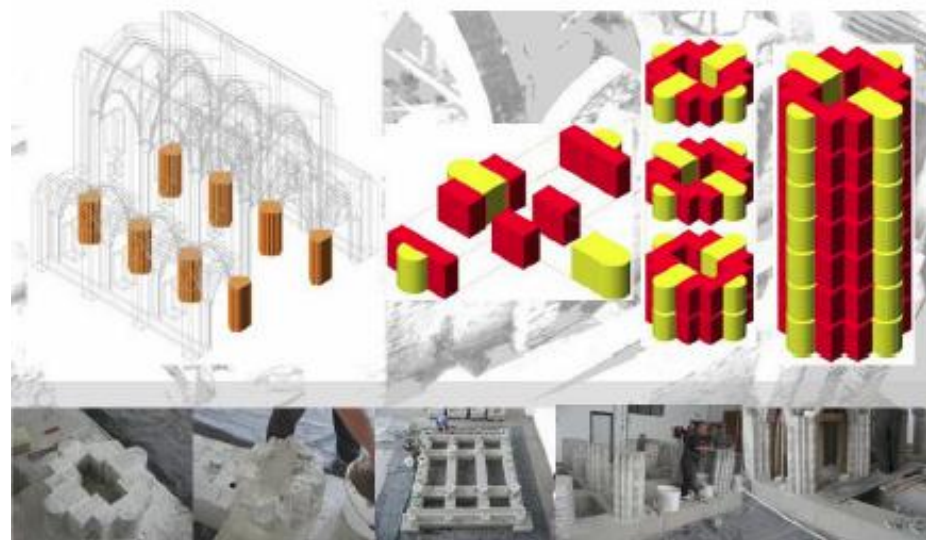
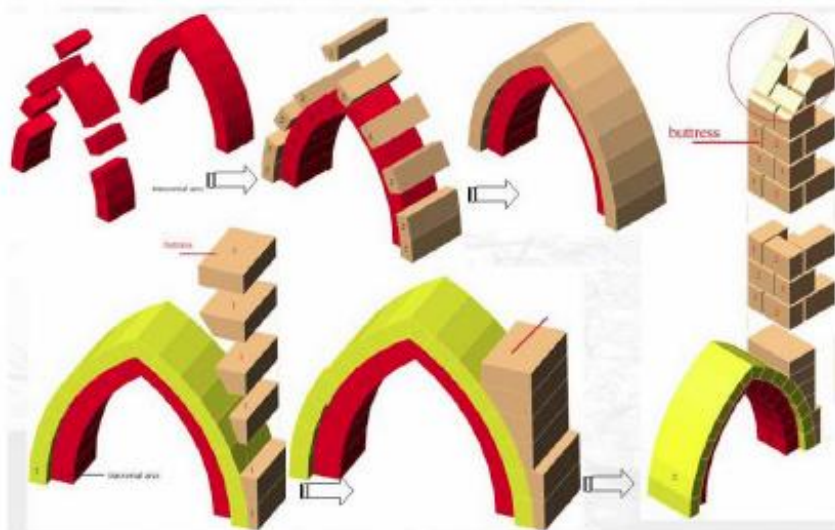
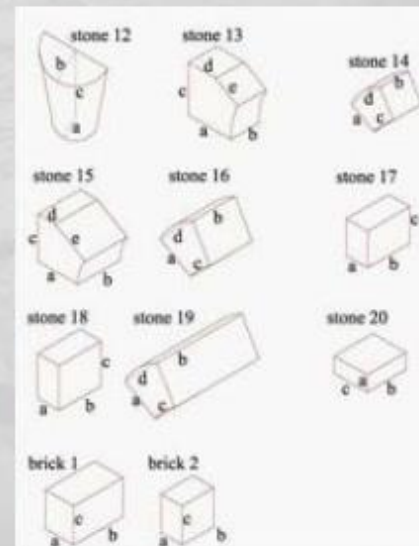
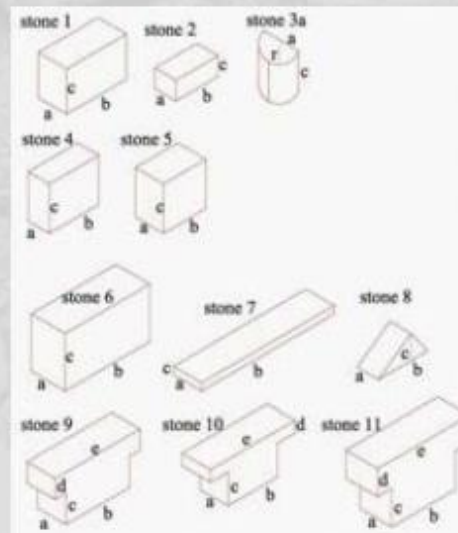
Catedrala Fossanova

(Mazzolani)



Scara 1: 5.5

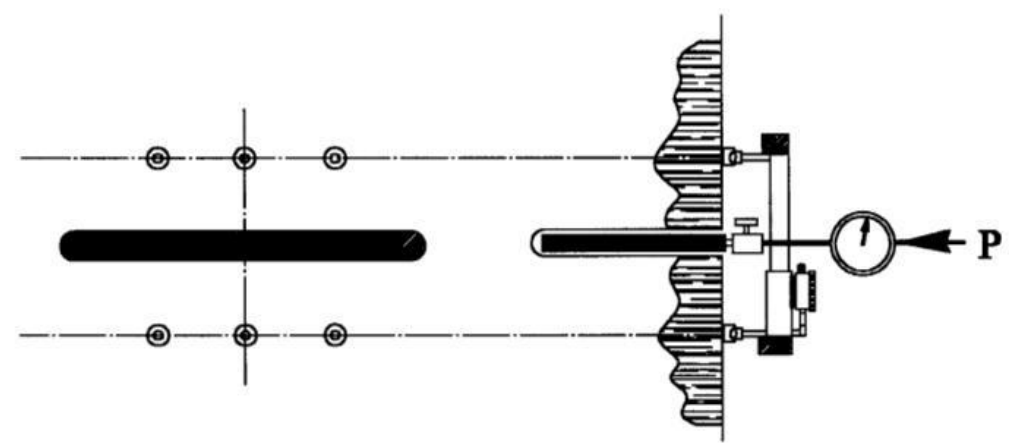
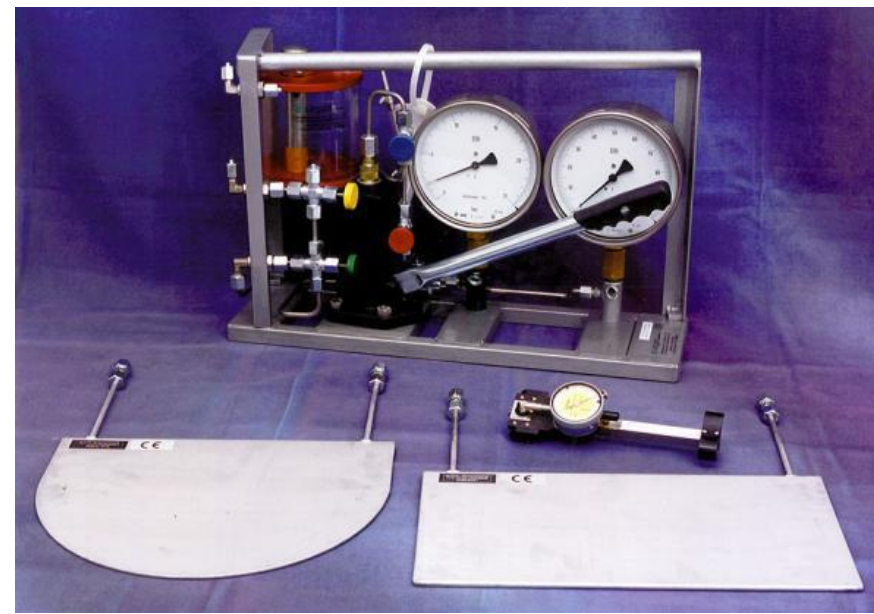
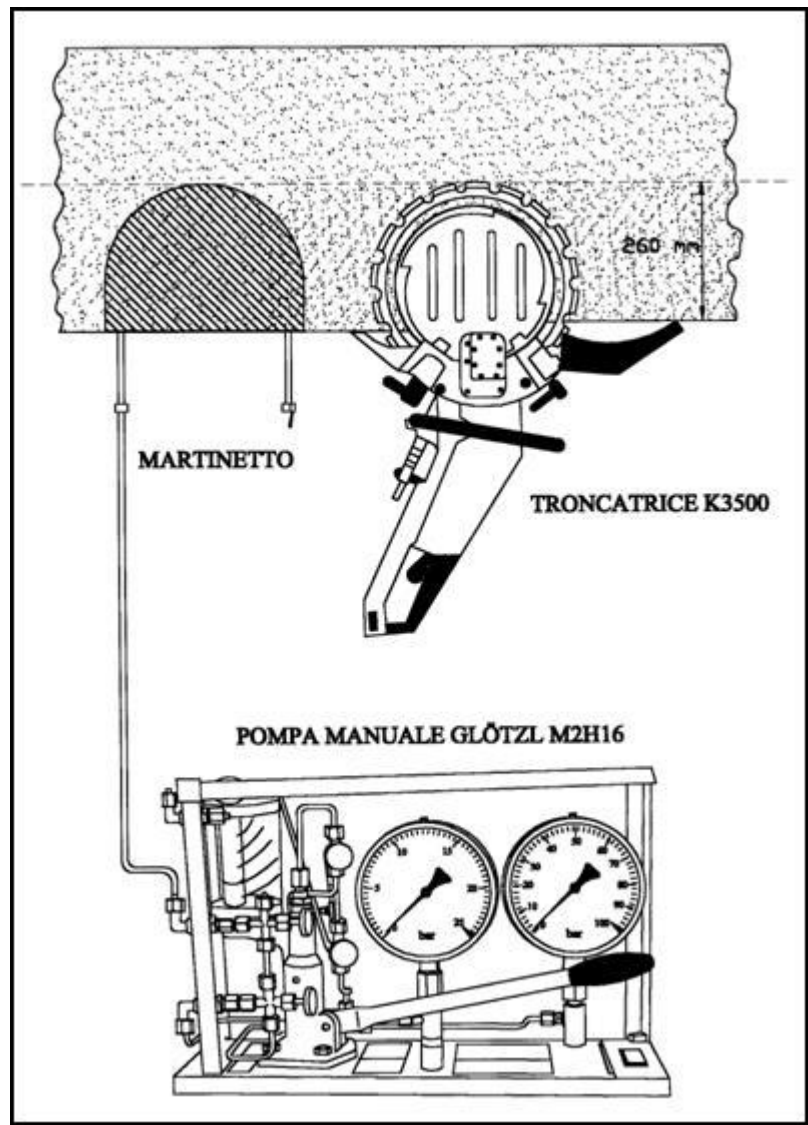
element	color	a	b	c	d	e	r	n° element
		cm	cm	cm	cm	cm	cm	
stone 1		8	17	11	-	-	-	360
stone 2		6	12	5	-	-	-	11712
stone 3a		10	-	9	-	-	5	512
stone 4		6	14	12	-	-	-	64
stone 5		8	12	12	-	-	-	128
stone 6		10	24	14	-	-	-	96
stone 7		8	37	2	-	-	-	24
stone 8		6	14	6.5	-	-	-	140
stone 9		8	18	7.5	5	24	-	160
stone 10		8	14	8	3	24	-	146
stone 11		9	18	9	6.5	26	-	120
stone 12		6	9	16.5	-	-	-	8
stone 13		12	8	12.85	7.7	8.7	-	32
stone 14		7.3	8	5.5	8.2	-	-	40
stone 15		11.35	12	11.5	4.8	9.8	-	32
stone 16		9.8	12	7.8	12.9	-	-	40
stone 17		6	12	9	-	-	-	2328
stone 18		5.7	11.35	14.4	-	-	-	240
stone 19		6	6.8	24	-	-	-	48
stone 20		9	4	11	-	-	-	278
brick 1		8	14	10	-	-	-	56
brick 2		6	9	10	-	-	-	112





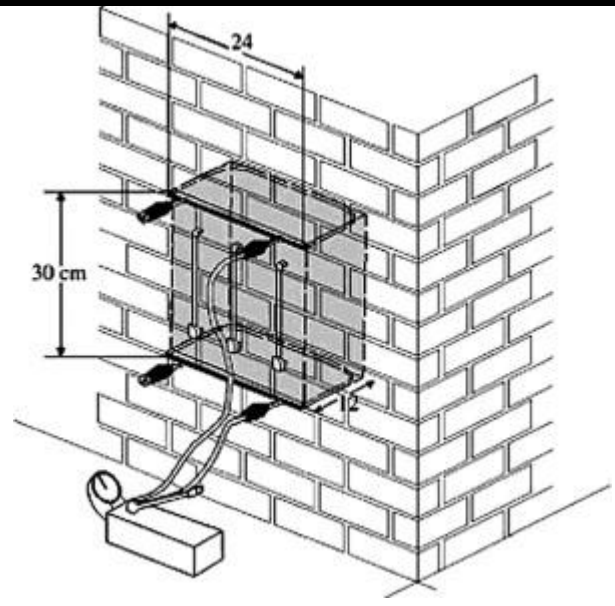


# FLAT JACK



(Boviar)

# FLAT JACKS → 3500 KN



Schmidt OS-120 Pendulum Hammers →

pt betoane ușoare  
gips carton  
mortare în rosturile zidărilor



(Proceq)

## ECQUOTIP

- Duritate - Brinell
- Rockwell
  - Shore
  - Vickers
  - Rockwell C



(Proceq)



**Dr.ing. NAGY-GYÖRGY Tamás**  
*profesor*

**E-mail:**  
[tamas.nagy-gyorgy@upt.ro](mailto:tamas.nagy-gyorgy@upt.ro)

**Tel:**  
+40 256 403 935

**Web:**  
<http://www.ct.upt.ro/users/TamasNagyGyorgy/index.htm>

**Birou:**  
A219

**MULȚUMESC FRUMOS PENTRU ATENȚIE!**