

**SC ELECTRICA SA
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII DIN IAȘI**



**INSTRUCȚIUNE PRIVIND ANALIZA STĂRII TEHNICE
ȘI REPARAREA CADRELOR ȘI SUPORTURILOR DIN BETON
ARMAT CENTRIFUGAT DIN STAȚIILE DE TRANSFORMARE
110kV/mt**

3.2 RE-I 206/2004

Instrucțiune privind analiza stării tehnice și repararea cadrelor și suporturilor din beton armat centrifugat din stațiile de transformare 110kV/mt 3.2 RE-I 206/2004

DIRECTOR,

Dr. ing. Nicolae Coroiu

DECAN,

Prof. dr. ing. Nicolae Țăranu

Responsabil temă,

Ing. Constantin Stroe

Responsabil temă,

Conf. dr. ing. Ionel Gosav

INSTRUCȚIUNE PRIVIND ANALIZA STĂRII TEHNICE ȘI REPARAREA CADRELOR ȘI SUPTURILOR DIN BETON ARMAT CENTRIFUGAT DIN STAȚIILE DE TRANSFORMARE

1. PREVEDERI GENERALE

- 1.1. Domeniul de aplicare 2
- 1.2. Obligațiile șefilor de stații de transformare 2
- 1.3. Obligațiile responsabililor cu urmărirea construcțiilor 2
- 1.4. Obligațiile proiectanților 3
- 1.5. Obligațiile experților 3
- 1.6. Obligațiile constructorilor 3

2. EVALUAREA STĂRII TEHNICE 4

- 2.1. Tipuri de degradări 4
- 2.2. Cauzele degradărilor 5
- 2.3. Metodologia de evaluare a stării tehnice 6
 - 2.3.1. Investigațiile preliminare 6
 - 2.3.2. Investigațiile detaliate 6
 - 2.3.3. Expertizarea 7
- 2.4. Tehnici de evaluare a stării tehnice 7
 - 2.4.1. Examinarea vizuală 8
 - 2.4.2. Testările curente 8
 - 2.4.2.1. Sondajele 8
 - 2.4.2.2. Testările simple 8
 - 2.4.3. Investigațiile complexe 9
 - 2.4.3.1. Investigațiile in situ (metode și tehnici de investigare) 9
 - A. Metode indirecte pentru determinarea calității și omogenității betonului 9
 - B. Metode directe pentru determinarea calității betonului 10
 - C. Metode de investigare în profunzime 11
 - D. Metode pentru determinarea stării de coroziune a armăturii 11
 - E. Metode de determinare a proprietăților fizico-chimice 12
 - 2.4.3.1. Investigațiile de laborator (metode și tehnici de încercare) 13
 - A. Încercări de rezistență pe probe extrase 13
 - B. Determinări ale proprietăților fizice 13
 - C. Determinări ale proprietăților chimice 13
- 2.5. Urmărirea comportării în timp 14
- 2.6. Încercările in situ 14
- 2.7. Evaluarea duratei de serviciu 14

3. INTERVENȚII ASUPRA ELEMENTELOR 15

- 3.1. Decizia de intervenție 15
- 3.2. Tehnici de protecție, reparare și consolidare 16
 - a. Tehnici de protecție a betonului 16
 - b. Tehnici de reparare a degradărilor 16
 - c. Soluții de refacere a secțiunilor de beton și/sau armături 17
 - d. Soluții de asigurare a stabilității elementelor 17

FIȘE TEHNICE PENTRU PROTECȚIE, REPARARE ȘI CONSOLIDARE

ANEXE

Terminologie

Referințe

Dotarea minimă necesară responsabilului cu urmărirea comportării construcțiilor

Exemple de materiale aplicabile

INSTRUCȚIUNE PRIVIND ANALIZA STĂRII TEHNICE ȘI REPARAREA CADRELOR ȘI SUPORTURILOR DIN BETON ARMAT CENTRIFUGAT DIN STAȚIILE DE TRANSFORMARE

1. PREVEDERI GENERALE

1.1. Domeniul de aplicare

Instrucțiunile se referă la:

- identificarea și clasificarea, pe tipuri, a degradărilor la stâlpi, suporturi, rigle și îmbinări la structurile din stațiile de transformare;
- caracterizarea stării tehnice a structurilor din beton armat centrifugat din stațiile de transformare;
- tehnicile de evaluare a stării tehnice a structurilor din beton armat centrifugat din stațiile de transformare;
- soluțiile de protecție, reparare și consolidare a structurilor degradate, funcție de starea tehnică a acestora.

Instrucțiunile se adresează:

- șefilor stațiilor de transformare;
- responsabililor cu urmărirea comportării in situ a construcțiilor din cadrul SC Electrica SA;
- proiectanților care întocmesc proiecte de reparații pentru cadrele (stâlpi și rigle) și suporturile din stațiile de transformare;
- experților care întocmesc expertize la cadrele (stâlpi și rigle) și suporturile din stațiile de transformare;
- constructorilor care execută lucrări de întreținere, reparații și consolidări la cadrele (stâlpi și rigle) și suporturilor din stațiile de transformare.

1.2. Obligațiile șefilor de stații de transformare

- constată prezența degradărilor și le identifică conform tabelului 1;
- le semnalează responsabililor cu urmărirea comportării construcțiilor;
- urmăresc și consemnează procesele evolutive de degradare, indicate de responsabilul cu urmărirea construcțiilor.

1.3. Obligațiile responsabililor cu urmărirea construcțiilor

- identifică tipul elementului (caracteristicile de alcătuire, conform proiectului);
- identifică degradările caracteristice fiecărui element (stâlp, riglă, suport), conform tabelului 1;
- încadrează starea elementului în categoria corespunzătoare, conform tabelului 2;

- efectuează investigații simple și complexe, după caz, în vederea determinării stării tehnice a elementelor, utilizând metodologia și tehnicile prezentate în §2.3 respectiv §2.4;

- operațiile efectuate anterior se pot sistematiza în fișe tehnice ale elementelor în vederea constituirii unei bănci de date necesare proiectării și expertizării ulterioare a elementelor (un exemplu de astfel de fișă este prezentat în anexă);

- decide tipul de intervenție (întreținere curentă, protecție, investigare proprie, proiectare intervenție, expertizare, înlocuire), conform tabelului 4.

1.4. Obligațiile proiectanților

- adaptează la cazurile concrete, soluțiile de principiu pentru repararea-consolidarea elementelor (stâlpi, rigle, suporturi), conform tabelului 4 și fișelor tehnice în cazurile în care nu este necesară expertizarea;

- detaliază caietele de sarcini pentru fiecare element reabilitat cu indicarea soluției, operațiilor, materialelor, condițiilor de punere în operă, etc.;

- solicită expertiza în cazurile în care există dubii privind capacitatea portantă reziduală a elementelor;

- prevede materialele corespunzătoare fiecărei soluții sau alte materiale cu proprietăți echivalente, având autorizație de comercializare și agrement tehnic.

1.5. Obligațiile experților

- clasifică degradările în conformitate cu prevederile prezentelor instrucțiuni;

- decid amploarea investigațiilor și efectuează investigațiile aplicând, după caz, una sau mai multe din tehnicile prezentate în §2.4;

- evaluează capacitatea portantă reziduală și durata de serviciu a elementelor;

- impun decizia de intervenție și soluția de principiu pentru reparare-consolidare, pe baza căreia se va întocmi proiectul de reparare-consolidare.

1.6. Obligațiile constructorilor

- aplică tehnicile de protecție și reparare în conformitate cu prevederile prezentelor instrucțiuni;

- aplică tehnicile de reparare-consolidare în conformitate cu proiectul de reparare-consolidare;

- utilizează numai materiale cu autorizație de comercializare și agrement tehnic;

- utilizează tehnologia indicată în instrucțiuni (inclusiv echipamentele și utilajele) sau tehnologii similare pentru lucrările de reparații-consolidări.

2. EVALUAREA STĂRII TEHNICE

2.1. Tipuri de degradări

Degradările specifice la stâlpi, suporturi, rigle și îmbinări și cauzele acestora, sunt sintetizate în tabelele 1a, 1b și 1c.

În funcție de poziția pe element și în ordinea gravității, se identifică următoarele tipuri de degradări și acuzele acestora:

a. În câmpul elementelor:

- fisuri fine prin care exfiltrează hidroxidul de calciu din beton, datorită penetrării apei din interiorul stâlpilor, intrată prin capătul superior, neetanș (degradări de tip A2, A3);

- fisuri fine pe direcția armăturilor datorate tratamentului termic neadecvat (degradări de tip C1);

- fretă aflată la suprafața betonului, corodată (degradări de tip B2, B3, D4), datorită grosimii insuficiente sau inexistenței stratului de acoperire cu beton, rezultat în urma poziționării incorecte a carcasei de armătură în cofraj (lipsa distanțierilor);

- fisuri (cu deschideri până la 0,5mm) în stratul de acoperire datorate coroziunii armăturii longitudinale și transversale (degradări de tip C1, C2), cu beton de acoperire insuficient și/sau variațiilor de umiditate din beton (cicluri alternante de umezire-uscăre, la penetrarea apei din interiorul stâlpului);

- crăpături în stratul de acoperire (degradări de tip C3, C4, C5), datorate coroziunii accentuate a armăturii;

- găuri în elemente (degradări de tip C6) datorate coroziunii a armăturii, și datorită desfacerii unor porțiuni din stratul de acoperire cu beton, din interior, la oprirea centrifugării.

b. Pe direcția îmbinărilor dintre elementele de cofraj, neetanșate la execuție:

- segregări înguste, de adâncime mică (3...5mm), cu agregate la vedere (degradări de tip D2);

- fretă corodată în îmbinările segregate sau fără beton de acoperire (degradări de tip D4), care în final ajunge să corodeze în totalitate (degradări de tip D5);

- fisuri datorate coroziunii armăturii în îmbinările transversale segregate (degradări de tip E1, F2, G2);

- crăpături datorate coroziunii armăturii în îmbinările transversale segregate (degradări de tip E1, F2);

- expulzări ale stratului de acoperire cu beton a armăturilor (degradări de tip E2, F4), datorate coroziunii armăturilor;

- găuri în beton (degradări de tip E3, F6, G3) datorate coroziunii armăturii, favorizate, de cele mai multe ori, de desprinderea betonului de acoperire de la interior, la oprirea centrifugării.

c. Alte degradări sunt:

- degradări în timpul transportului și manipulării;
- strat de acoperire distrus local la manipulare și transport (degradări de tip H1, H2);
- degradări ale betonului de monolitizare dintre paratrăsnet și element;
- stâlpi înclinați, datorită fundațiilor neadecvate caracteristicilor de teren (degradări de tip J1);
- reparații neadecvate, degradate în timp (degradări de tip I1, I2, I3);
- ancore corodate (degradări de tip J2), datorită lipsei protecției;
- mușchi vegetal depus pe fața stâlpului (degradări de tip J3).

2.2. Cauzele degradărilor

Cauzele primare care conduc la aceste tipuri de degradări sunt următoarele:

a. Degradări datorate proiectării:

- acoperire cu beton insuficientă, prevăzută prin proiectare, care nu mai corespunde reglementărilor tehnice actualmente în vigoare;
- fretă cu secțiune foarte mică (2mm), care corodează și se secționează în timp scurt, în neconcordanță cu reglementările tehnice actualmente în vigoare;
- unele elemente sunt supraarmate, depășind cu mult procente maxime de armare, motiv pentru care conlucrarea beton și armături, în grosimea redusă a elementului, este deficitară;
- distribuție nerațională a barelor pe secțiune, elementele cu număr redus de bare fisurând prematur;
- detaliu de închidere a stâlpului la capăt este neadecvat și permite infiltrarea apei în interior;
- detaliile de îmbinare a riglelor cu stâlpii s-au dovedit ineficiente deoarece betonul nu asigură protecția armăturilor în zona sudurii de inelul marginal (degradările din tabelul 1c);
- inelele de fixare a armăturii reprezintă discontinuități în beton și favorizează desprinderea acestuia după oprirea centrifugării.

b. Degradări datorate execuției:

- nu se asigură etanșeitătea cofrajului la îmbinări, motiv pentru care betonul rezultă segregat iar armăturile nu mai sunt protejate;
- acoperire cu beton insuficientă datorită neutilizării distanțierilor;

- desprinderi ale betonului de acoperire la interior, după oprirea centrifugării, datorită apei în exces sau duratei insuficiente de centrifugare;
- tratament termic condus neadecvat (încălzire/răcire rapidă) care conduce la eliminarea prematură a apei și contracții ale betonului;
- închiderea stâlpului la capăt este executată neglijent.

c. Degradări apărute pe durata exploatării:

- ***carbonatarea în timp a betonului de acoperire care, astfel, nu mai protejează armătura înglobată reprezintă cauza esențială care conduce la degradarea elementelor fără defecte aparente;***

- posibila acțiune a unor agenți agresivi asupra betonului, la elemente aflate în zone industriale cu degajări de noxe;
- degradări datorate neîntreținerii curente a elementelor (vopsirea periodică a elementelor metalice înglobate, refacerea reparațiilor anterioare).

2.3. Metodologia de evaluare a stării tehnice

A. Aplicată de către responsabilul cu urmărirea comportării construcțiilor

2.3.1. Investigațiile preliminare

Se efectuează de către șeful stației de transformare și/sau responsabilul cu urmărirea comportării construcțiilor. În urma investigațiilor preliminare responsabilul cu urmărirea comportării construcțiilor stabilește dacă:

- nu sunt necesare intervenții, este suficientă urmărirea comportării (conform §2.5);
- sunt necesare protecții și reparații curente (categoria I a stării tehnice, tabel 2);
- sunt necesare investigații detaliate și solicită expertizarea elementelor;
- sunt necesare intervenții de urgență (categoria IVb a stării tehnice), ia solicită expertizarea elementelor și, după caz, impune scoaterea din funcțiune a elementelor.

2.3.2. Investigațiile detaliate

Se efectuează de către responsabilul cu urmărirea comportării construcțiilor care:

- identifică tipurile de degradări în conformitate cu tabelul 1;
- încadrează elementele în categoria corespunzătoare stării tehnice, conform tabelului 2;
- efectuează investigațiile complexe care intră în competența sa, conform prevederilor de la §2.4;
- decide aprofundarea investigațiilor în cadrul unei expertize;
- decide măsuri de urgență pentru asigurarea elementelor cu degradări foarte grave;

- elaborează un program de intervenții curente și urmărire;
- decide protecțiile și reparațiile curente, care pot fi efectuate fără proiect special.

B. Aplicată de către expert

2.3.3. Expertizarea

Se efectuează de către expert autorizat, în conformitate cu legislația și reglementările tehnice în vigoare, la solicitarea recomandarea responsabilului cu urmărirea construcțiilor, care stabilește:

- capacitatea portantă reziduală a elementelor;
- durata de serviciu în condiții date de exploatare;
- decizia de intervenție;
- soluția de principiu pentru intervenție.

2.4. Tehnici de evaluare a stării tehnice

În continuare sunt prezentate tehnicile care pot fi aplicate la evaluarea stării tehnice a elementelor din beton armat centrifugat, astfel:

(i) Tehnicile de evaluare a stării tehnice care pot fi aplicate de responsabilul cu urmărirea comportării construcțiilor sunt:

a) examinarea vizuală directă (conform §2.4.1.a), în urma căreia identifică elementul, degradările acestuia, încadrându-le conform tabelului 1 și încadrează starea elementului în categoria corespunzătoare, conform tabelului 2; pentru efectuarea examinării vizuale directe, este necesară dotarea cu aparat fotografic cu înregistrare digitală, cu teleobiectiv;

b) examinarea cu sonde optice (conform §2.4.1.b) care este rațional a fi efectuată după eliminarea apei din interiorul stâlpilor, prin găurile efectuate în acest scop; examinarea se poate efectua cu un echipament atașat aparatului foto, cu transmiterea imaginii pe computer portabil;

c) sondarea prin metoda acustică (conform §2.4.2.1.a); pentru aplicarea metodei este necesar un ciocan de 1kg;

d) examinarea în spărtură a betonului și armăturii (conform §2.4.2.1.b) presupune spargerea betonului, care se face cu o unealtă (ciocan) rotopercutoare;

e) testarea alcalinității (conform §2.4.2.2.a) betonului cu soluție de fenolftaleină.

f) Determinarea grosimii stratului de acoperire, a poziției și a diametrului armăturii (conform §2.4.3.1.C.a) este utilă în aprecierea duratei de serviciu a elementului (cf. §2.7).

(ii) Tehnicile de evaluarea aplicate de expert sunt decise de acesta, funcție de:

- tipul și alcătuirea elementului, nivelul de degradare al acestuia;
- accesul la zonele care necesită investigații complexe;

- importanța elementului în ansamblul structural și/sau funcțional;
- costul acestora în raport cu aportul în evaluarea capacității portante sau a duratei de serviciu a elementului;
- competența expertului;
- condițiile de aplicare.

Prezentele instrucțiuni enumeră tehnicile posibil a fi aplicate și particularitățile de aplicare la elemente din beton armat centrifugat utilizate în stațiile electrice, rămânând la latitudinea expertului care din aceste tehnici le va aplica.

2.4.1. Examinarea vizuală

a. Examinarea vizuală directă

Examinarea vizuală directă reprezintă tehnica cea mai importantă de evaluare a stării tehnice a elementelor din beton armat din stațiile de transformare. Efectuată de un cadru tehnic specializat, poate conduce la decizia corectă privind intervenția. În urma examinării vizuale, degradările se clasifică în conformitate cu indicațiile din tabelele 1a, 1b și 1c. Funcție de această clasificare, se caracterizează starea tehnică în conformitate cu indicațiile din tabelul 2. În continuare se poate decide dacă și în ce fel se continuă investigațiile, utilizând tehnicile indicate în tabelul 3. În final, se pot adopta soluțiile de intervenție, în conformitate cu indicațiile din tabelul 4.

b. Examinarea cu sonde optice

Examinarea cu sonde optice este indicată pentru depistarea degradărilor din interiorul stâlpilor, situație în care se urmărește în special depistarea desprinderilor de beton survenite la oprirea centrifugării. Examinarea cu sonde optice implică practicarea unei găuri în element.

2.4.2 Testările curente

2.4.2.1. Sondajele

a. Metoda acustică constă în lovirea cu un ciocan a suprafeței betonului pentru aprecierea grosieră a calității acestuia. Astfel, se pot identifica zone segregate, fisurate având în vedere că aceste defecte amortizează șocul cât și sunetul.

b. Examinarea directă a betonului în spărtură se utilizează pentru a evalua, în special, calitatea stratului de acoperire și starea armăturilor. La elementele executate prin centrifugare, fără fisuri, betonul de acoperire se sparge foarte greu, metoda fiind adecvată pentru cazul în care se dorește examinarea armăturii în betonul fisurat.

2.4.2.2. Testările simple

a. Testarea alcalinității betonului se efectuează, prin umezirea betonului în spărtură proaspătă cu soluție de fenolftaleină 1%. Colorarea în roșu a betonului indică alcalinitatea acestuia, situație în care armătura este protejată. Prin măsurarea grosimii stratului de beton carbonatat (cel care, umezit cu fenolftaleină, rămâne necolorat), se poate evalua durata până la care întregul strat de acoperire se va carbonata.

b. Testarea adâncimii de penetrare a ionilor de clor în spărtură proaspătă se efectuează prin pulverizarea cu soluție apoasă de AgNO_3 . Prezența ionilor de clor liberi este identificată prin formarea unui precipitat alb. O testare mai exactă se poate efectua prin prelevarea de material (praf de ciment) și determinarea concentrației ionilor de clor în soluție, prin utilizarea unui electrod specializat. Pentru aplicarea metodei, este nevoie de un kit specializat. În cazul elementelor din stațiile de transformare, în principiu, nu este de așteptat ca elementele să fie afectate de prezența ionilor de clor (ca în cazul stâlpilor de pe traseul căilor de comunicații).

2.4.3. Investigațiile complexe

2.4.3.1. Investigațiile in situ (metode și tehnici de investigare):

A. *Metode indirecte pentru determinarea calității și omogenității betonului:*

a. *Metoda impulsurilor ultrasonice*

Metoda constă în măsurarea duratei de propagare a ultrasunetelor induse în beton de către un emițător și recepționate de către un receptor aflat la o distanță cunoscută. Condițiile de aplicare a metodei sunt specificate în normativul C26-85 (Normativ pentru încercarea betonului prin metode nedistructive). În ceea ce privește condițiile de aplicare la elementele din beton centrifugat, se menționează următoarele:

- măsurătorile nu se pot face decât prin poziționarea emițătorului și receptorului pe o singură față, fapt care micșorează precizia metodei;

- măsurătorile nu se pot face decât în secțiune longitudinală (emițătorul și receptorul poziționate pe aceeași verticală) pentru a diminua influența curburii și a prezenței armăturii longitudinale, care perturbă esențial măsurătorile;

- măsurătorile nu se fac în beton cu fisuri (acestea întrerup traseul direct, măsurabil, dintre emițător și receptor);

- prezența armăturilor dese (freta cu pas mic) afectează precizia măsurătorilor deoarece ultrasunetele se propagă mai rapid prin armături; în consecință, pe lângă aplicarea coeficienților de corecție specificați în normativ, este necesară calibrarea aparatului pentru situația reală (măsurători pe corpuri de probă, pentru care se cunosc caracteristicile de alcătuire și rezistență);

- viteza ultrasunetelor crește cu circa 5% în beton saturat cu apă (cazul stâlpilor cu apă în interior), fapt care poate conduce la erori cu până la 20% în estimarea rezistenței betonului.

Menționăm faptul că, la elementele realizate prin centrifugare, rezistența betonului este întotdeauna peste cea obținută la betoane vibrante (cu peste 20%), datorită compactării certe. Din acest motiv, nu se justifică aplicarea metodelor de investigare pentru determinarea rezistenței betonului.

Pentru aplicarea metodei la determinarea altor caracteristici de alcătuire (prezența zonelor de beton desprins la interior, măsurarea stratului de beton afectat) este necesară calibrarea măsurătorilor.

b. Metoda bazată pe recul

Metoda constă în măsurarea reculului unei mase care lovește betonul. Aparatul cu care se fac măsurătorile se numește sclerometru iar aplicarea metodei este reglementată în normativul C25-86. Metoda și aparatul sunt foarte simple de utilizat. În cazul elementelor expuse permanent intemperiilor, la care stratul superficial de beton este carbonatat, trebuie aplicate corecții la rezultatele obținute, atunci când se evaluează rezistența betonului. Metoda este simplă de aplicat pentru determinarea neomogenităților din beton.

c. Metoda ecoului de impact

Metoda se bazează pe recepția undelor reflectate de elemente ce întrerup neomogenitatea betonului cum sunt: armături, zone segregate, fața opusă a elementului, canale, etc. atunci când pe suprafața betonului se aplică un impuls mecanic. Metoda nu este standardizată la noi în țară. Pentru aplicarea metodei este necesar echipament și personal specializat.

Metoda poate fi aplicată cu succes la determinarea caracteristicilor de omogenitate, alcătuire și rezistență a elementelor centrifugate deoarece:

- este suficient accesul pe o singură față;
- se poate determina grosimea peretelui la elementele cu gol central (inclusiv variația acesteia și zonele cu beton desprins în interior);
- poate fi identificat traseul armăturilor și grosimea stratului de acoperire, date cu care se poate evalua durata de serviciu a elementului.

d. Metoda bazată pe penetrarea bolțurilor

Metoda constă în împlântarea prin împușcare a unor bolțuri în beton. Rezistența betonului se apreciază prin măsurarea capătului rămas în afara betonului. Metoda nu este standardizată în România. După aplicarea metodei, betonul degradat prin împlântarea bolțurilor trebuie reparat.

B. Metode directe pentru determinarea calității betonului

Caracteristicile betonului din stâlpi se poate determina prin extragerea de carote. Rezistența betonului pe carote se determină în conformitate cu prevederile instrucțiunilor C54-81 (Instrucțiuni tehnice pentru încercarea betonului cu ajutorul carotelor).

Pentru elementele de grosime mică, diametrul carotelor trebuie să fie proporțional cu aceasta, fapt care poate conduce la rezultate eronate (mărimea probei influențează rezultatele încercării de rezistență la compresiune).

Carotele extrase sunt însă foarte utile pentru determinarea caracteristicilor fizico-chimice ale betonului: densitate, porozitate, permeabilitate, coeficient de difuzie, conținut de agenți agresivi.

C. Metode de investigare în profunzime

a. Determinarea grosimii stratului de acoperire, a poziției și a diametrului armăturii

Determinarea se efectuează cu un aparat specializat numit profometru sau pahometru. Prin determinarea grosimii stratului de acoperire cu beton și corelarea cu grosimea stratului de beton carbonatat, se poate determina durata de serviciu a elementelor. Aplicarea metodei nu presupune personal specializat.

b. Determinarea neomogenităților în beton prin radiografiere

Metoda este cuprinsă în instrucțiunile C117-70 (Instrucțiuni tehnice pentru folosirea radiografiei la determinarea defectelor din elemente din beton armat). Aplicarea metodei la elemente cu secțiune inelară (cu gol central) nu a fost testată. Metoda implică echipament și personal specializat iar aplicarea ei trebuie justificată, având în vedere costurile ridicate.

c. Metoda radar

Metoda poate fi aplicată la determinarea defectelor din interiorul elementelor, dar aplicarea acesteia trebuie justificată din punct de vedere economic.

d. Metoda radiațiilor infraroșii

Metoda se bazează pe măsurarea intensității radiației infraroșii radiate de suprafața încălzită a elementului. Defectele de structură, în principiu trebuie să fie identificate prin schimbări de culoare. Aplicarea la elemente cu gol central necesită calibrarea aparaturii și experiență din partea personalului specializat.

D. Metode pentru determinarea stării de coroziune a armăturii

a. Metoda bazată pe măsurarea diferenței de potențial pe armături

Metoda se bazează pe măsurarea diferenței de potențial dintre un punct de pe armătură și un electrod de referință. Electrodele de referință este realizat dintr-o bară de cupru, introdusă într-o soluție de sulfat de cupru, contactul cu betonul

realizându-se prin intermediul unui material spongios (burete). Electroful este legat la borna pozitivă a unui milivoltmetru , în timp ce borna negativă este conectată de armătura dezgolită într-un punct. Prin măsurarea diferenței de potențial într-o rețea de puncte, se trasează harta cu liniile de potențial egal, rezultatele interpretându-se astfel:

- pentru un potențial mai mic de -350mV , indică posibilitatea ca procesul de coroziune a armăturii să fie foarte activ (cu probabilitatea de 90%);
- pentru potențial între -350mV și 200mV , există incertitudini privind coroziunea armăturii în beton (probabilitate 50%);
- pentru potențial mai mare de -200mV , este foarte probabil să nu existe procese corosive pe armătură (probabilitate 95%).

Aparatele pentru măsurarea diferenței de potențial sunt cele obișnuite (milivoltmetre) sau aparate specializate care trasează direct, sau prin intermediul unui computer, hărțile de potențial. Pentru o examinare rapidă, se folosesc baterii de electrozi, care se pot deplasa (sub formă de roți). Rezultatele obținute trebuie corelate și cu informațiile rezultate din aplicarea și a altor metode (determinarea conținutului de cloruri, a adâncimii de carbonatare, condiții de expunere, etc.).

b. Metoda bazată pe măsurarea rezistivității betonului

Viteza de coroziune poate fi determinată măsurarea rezistivității betonului utilizând un montaj cu patru electrozi., curentul indus prin electrozii laterali fiind măsurat între electrozii centrali. Rezultatele măsurărilor pot fi interpretate în felul următor:

- pentru rezistivitate mai mare de $20\text{k}\Omega\text{cm}$, viteza de coroziune este neglijabilă;
- pentru rezistivitate între 10 și $20\text{k}\Omega\text{cm}$, viteza de coroziune poate fi considerată ca fiind mică;
- pentru rezistivitate între 5 și $10\text{k}\Omega\text{cm}$, viteza de coroziune este ridicată;
- pentru rezistivitate mai mică de $5\text{k}\Omega\text{cm}$, viteza de coroziune este foarte mare.

Rezultatele măsurărilor sunt influențate de grosimea stratului carbonat, prezența sărurilor în stratul superficial, motiv pentru care se recomandă utilizarea metodei împreună cu cea a măsurării diferenței de potențial.

E. Metode de determinare a proprietăților fizico-chimice

a. Determinarea umidității betonului se face cu aparate care afișează direct umiditatea la suprafața betonului (sau în adâncime, dacă se forează găuri în beton) prin măsurarea constantelor dielectrice ale materialului, în funcție de câmpul magnetic indus între doi electrozi, ținând cont și de influența eventualelor impurități (săruri, de exemplu) conținute în apă.

b. Determinarea permeabilității la aer se determină cu echipamente speciale, înregistrându-se durata în care aerul, penetrând prin beton, determină o revenire a presiunii într-o incintă etanșă, atașată pe suprafața betonului, până la o valoare impusă apriori.

c. Determinarea permeabilității la lichide se apreciază prin măsurarea cantității de apă absorbită de beton în unitatea de timp, pe unitatea de suprafață sau prin măsurarea duratei în care un volum de apă determinat este absorbit de beton.

Criteriile de evaluare a calității betonului din punct de vedere al permeabilității sunt următoarele:

ml/m ² /s				Calitatea betonului
după 10min	după 30min	după 1 oră	absorbția	
< 0,25	< 0,17	< 0,10	mică	bună
0,25 ... 0,5	0,17 ... 0,35	0,10 ... 0,20	medie	medie
> 0,5	> 0,20	> 0,20	mare	rea

Determinarea permeabilității la lichide este un indicator pentru evaluarea duratei de serviciu a elementelor din beton armat.

2.4.3.2. Investigațiile de laborator (metode și tehnici de încercare)

A. Încercări de rezistență pe probe extrase

a. Determinarea rezistenței betonului din elemente se poate face pe carote extrase din element, în condițiile specificate de instrucțiunile C54-81.

b. Determinarea rezistenței armăturilor din elemente se face pe probe prelevate, supuse la tracțiune. Se menționează faptul că încercările pe armături cu secțiuni reduse neuniform prin coroziune nu sunt concludente în ceea ce privește rezistența la tracțiune a oțelului deoarece nu se poate aprecia exact aria secțiunii de rupere. Pe de altă parte, extragerea barelor din elemente nedegradate nu este rațională, în plus fiind foarte dificil de executat. În principiu, rezistența armăturilor se poate considera ca fiind cea dată de tipul oțelului identificat vizual (OB37, PC52, PC60).

B. Determinări ale proprietăților fizice

a. Analiza petrografică a betonului, realizată cu ajutorul microscopului electronic, conduce la identificarea compuşilor acestuia și a produşilor de coroziune.

b. Determinarea porozității densității, determinarea coeficienților de difuzie, permeabilitate la lichide și gaze se efectuează pe probe decupate (discuri) din carotele extrase din element; rezultatele acestor determinări pot fi utilizate la evaluarea duratei de serviciu a elementelor.

C. Determinări ale proprietăților chimice

Determinarea compoziției pietrei de ciment, determinarea prezenței de agenți agresivi sau a rezistenței la agenți agresivi se poate face prin mai multe metode (gravimetrie, titrimetrie, metode potențiometrice sau prin spectroscopie); Determinările de laborator se efectuează la cererea expertului, de către laboratoare specializate. Interpretarea rezultatelor se efectuează tot de expert.

2.5. Urmărirea comportării în timp

Urmărirea comportării structurilor din stațiile de transformare se organizează în conformitate cu prevederile normativului P130-99.

a. Urmărirea deplasărilor și a deformațiilor elementelor se efectuează cu mijloace topografice, de către personal specializat.

b. Urmărirea proceselor corosive se organizează astfel:

- la elementele având starea tehnică de tip Ia (tabelul 2): inspecție vizuală anuală;

- la elementele având starea tehnică de tip Ib (tabelul 2): inspecție vizuală anuală și aplicarea măsurilor de protecție și reparare după semnalarea degradărilor;

- la elementele având starea tehnică de tip II (tabelul 2): inspecție vizuală anuală sau semestrială dacă se stabilește printr-un raport de expertiză tehnică;

- la elementele având starea tehnică de tip III (tabelul 2): inspecție vizuală semestrială până la efectuarea unei expertizei tehnice;

- la elementele având starea tehnică de tip IVa (tabelul 2): inspecție vizuală trimestrială până la efectuarea expertizei tehnice și adoptarea măsurilor de reparare;

- la elementele având starea tehnică de tip IVb (tabelul 2): inspecție vizuală lunară și înlocuirea urgentă a elementelor.

2.6. Încercările in situ

Încercările in situ se organizează în conformitate cu prevederile STAS 1336-80 (Încercarea in situ a construcțiilor prin încercări statice) și instrucțiunile C205-81. Încercările in situ sunt dispuse, proiectate și urmărite de expert.

2.7. Evaluarea duratei de serviciu

Evaluarea duratei de serviciu a elementelor expuse direct acțiunii atmosferice conținând bioxid de carbon, se poate efectua, practic, astfel:

- se determină adâncimea stratului de beton carbonatat la elemente cu aceeași calitate a betonului, a căror durată de expunere se cunoaște (de exemplu, stâlpi montați în aceeași stație, în perioade diferite);

- se măsoară stratul de acoperire cu beton al armăturilor la celelalte elemente utilizând profometrul;
- se estimează durata după care stratul de acoperire se va carbonata;
- durata de serviciu se poate considera ca fiind epuizată în momentul în care întregul strat de acoperire cu beton este carbonatat; la limită, această perioadă mai poate fi prelungită cu până la 25%, perioada aproximativă după care poate apărea prima fisură datorată coroziunii armăturii în betonul carbonatat.

După epuizarea duratei de serviciu, elementele se pot menține în funcțiune până la o limită a capacității portante determinată de expert.

3. INTERVENȚII ASUPRA ELEMENTELOR

3.1. Decizia de intervenție

Decizia de intervenție constă în:

a. menținerea elementelor în starea tehnică actuală: această decizie se poate lua de către responsabilul cu urmărirea construcțiilor în condițiile în care elementele prezintă degradări acceptabile (conform tabel 2) sau de către expert în condițiile în care capacitatea portantă reziduală permite menținerea lor în funcțiune până la o limită stabilită de acesta, după care elementele se scot din funcțiune.

b. Protecția elementelor: această decizie se impune atunci când se dorește prelungirea duratei de serviciu a elementelor cu degradări superficiale (starea tehnică Ib) și prevenirea evoluției degradărilor; decizia poate fi luată de către responsabilul cu urmărirea comportării construcțiilor sau de către expert în cazul degradărilor din celelalte categorii, după repararea acestora.

c. Repararea elementelor: decizia se impune în cazul elementelor a căror stare tehnică se încadrează în categoriile II, III sau IVa; reparațiile se efectuează conform soluțiilor din tabelul 4. Responsabilul cu urmărirea comportării construcțiilor poate decide reparații numai în cazurile în care degradările se încadrează în categoria a II-a, atunci când armăturile din element nu sunt afectate de fenomene de coroziune. Pentru restul cazurilor, se solicită proiectantul sau expertul.

d. Consolidarea elementelor se impune atunci când se dorește aducerea acestora la o capacitate portantă superioară celei inițiale; decizia este luată de expert, în urma evaluării capacității portante reziduale și a noilor acțiuni.

e. *Demontarea elementelor*: decizia se impune în cazul degradărilor foarte grave (starea tehnică IVb) și poate fi luată de responsabilul cu urmărirea construcțiilor, de către proiectant sau de către expert.

3.2. Tehnici de protecție, reparare și consolidare

Soluțiile pentru protecția, repararea și consolidarea elementelor din beton armat centrifugat, funcție de tipul degradărilor, sunt prezentate în tabelul 4 și în fișele tehnice anexate.

Aplicarea oricăreia din soluțiile prezentate implică eliminarea cauzelor care au condus la apariția degradărilor, respectiv: eliminarea apei din interiorul elementelor și etanșarea stâlpului la capăt (soluția R8), refacerea stratului de acoperire cu beton (soluțiile R7).

Tipurile de materiale utilizate, condițiile de calitate, condiții de aplicare, evaluarea a eficienței în timp, uneltele și dispozitivele de aplicare precum și de asigurare a durabilității sunt date în fișele tehnice anexate, care sunt prezentate ca exemple și nu sunt obligatorii sau restrictive. Proiectantul poate decide pentru utilizarea oricărui material sau tehnici de reabilitare care răspunde cerințelor din fișele tehnice, cu condiția ca acestea să aibă agrement tehnic și autorizație de comercializare în cadrul SC Electrica SA.

a. Tehnici de protecție a betonului și armăturii

La elementele care au degradări superficiale (categoria I, tabelul 2) sau nu au degradări aparente dar statul de acoperire cu beton este carbonatat total sau parțial, se poate prelungi semnificativ durata de serviciu prin aplicarea unei protecții, realcalinizarea betonului și/sau inhibarea procesului de coroziune a armăturii.

Menționăm că o protecție care să împiedice carbonatarea betonului este indicat să se aplice și pe elemente relativ noi având în vedere grosimea sub limita admisibilă a stratului de acoperire. Soluțiile de protecție sunt prezentate în fișele R1, R2 și R3.

b. Tehnici de reparare a degradărilor

Degradările care nu afectează semnificativ capacitatea portantă a elementelor (degradările de categoria a II-a, tabelul 2) se pot repara utilizând materiale și tehnici care să refacă integritatea secțiunii de beton (continuitatea materialului) și stratul de acoperire. Soluțiile sunt prezentate în fișele tehnice R4, R5, R6 și R7. Menționăm că soluția R7 de refacere a betonului de acoperire prin turnare în cofraj implică realizarea unui set de cofraje metalice pentru tipurile de stâlpi și utilizarea unui echipament de injectare. Betonul de nisip pentru injectare se prepară conform instrucțiunilor C248-93 (Instrucțiuni tehnice pentru realizarea betoanelor de nisip). Aplicarea soluției se recomandă doar

pentru cazurile în care se repară un număr suficient de stâlpi, astfel încât să se justifice investiția în cofrajul metalic.

c. Soluții de refacere a secțiunilor de beton și/sau armături

Freta întreruptă se poate reface prin cămășuire armată cu plasă (soluția R10) sau prin bandaje (coliere) cu țesături lipite cu rășini (soluția R11). Prima soluție se aplică în condiții similare soluției R7.

Umplerea cu beton a elementelor (soluția R9) se aplică atunci când acestea prezintă degradări grave iar celelalte soluții nu se pot aplica datorită degradării excesive a suportului. Soluția poate fi adoptată și ca soluție de urgență, de asigurare a elementelor.

Pentru refacerea secțiunilor de armătură longitudinală se propun de asemenea două soluții, una clasică prin utilizarea betonului și a armăturii din oțel beton și una cu folosirea țesăturilor lipite cu rășini (soluțiile R12 și R13). În ambele soluții, este necesară ancorarea în fundații a armăturii longitudinale, ancorare care se execută mai simplu și mai eficient în cazul cămășuirii cu beton armat a elementului. În cazul utilizării țesăturilor, ancorarea acestora într-un cuzinet turnat pe fundația existentă nu este la fel de certă.

d. Soluții de asigurare a stabilității elementelor

Stâlpii înclinați se pot asigura cu ancore sau prin lestarea fundațiilor existente (soluțiile R14 și R15).

Tehnicile de protecție și reparare care pot fi decise și aplicate sub supravegherea responsabilului cu urmărirea comportării construcțiilor sunt:

a) protecția armăturii în betonul carbonat (fișa R2), fără ca acesta să fie și fisurat datorită coroziunii armăturii;

b) închiderea fisurilor fine (fișa R4) dar numai în cazul în care responsabilul cu urmărirea construcțiilor are o experiență anterioară în acest sens, cu rezultate evidente sau aplică soluții recomandate de proiectant, la cazuri similare;

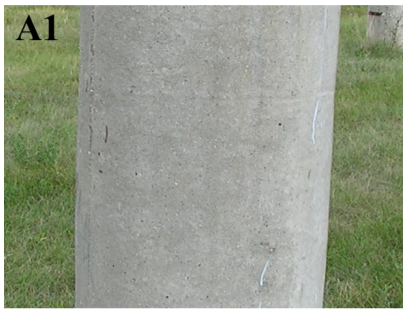
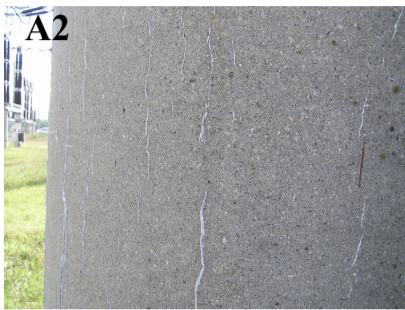
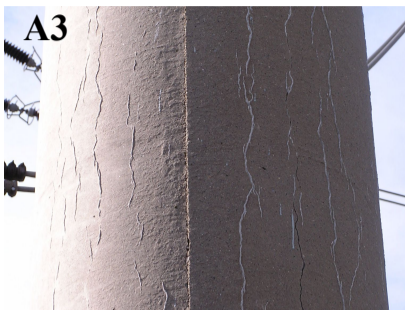

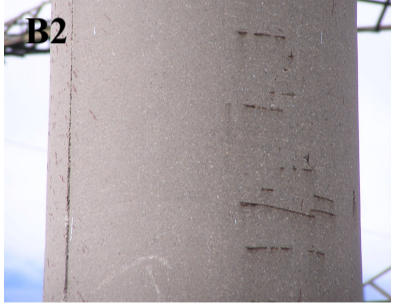

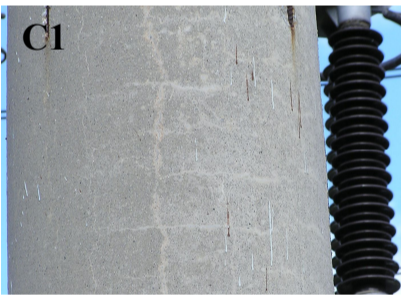


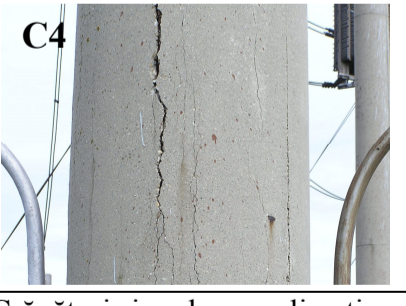
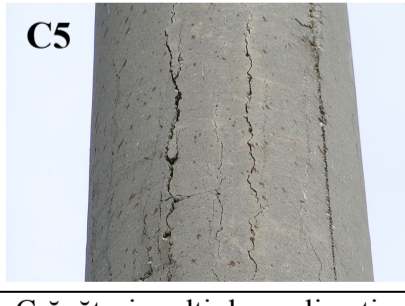

c) chituirea betonului segregat de pe direcția îmbinărilor dintre cofraje (fișa R6) dar numai în cazul în care freta nu este afectată;

d) refacerea prin tencuire a stratului de acoperire cu beton a armăturilor (fișa R7), în cazul în care betonul de acoperire este carbonat dar fără ca procesul de coroziune a armăturii să fie inițiat;







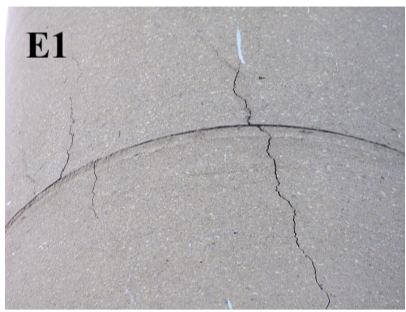


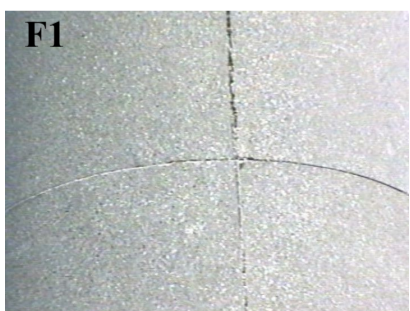
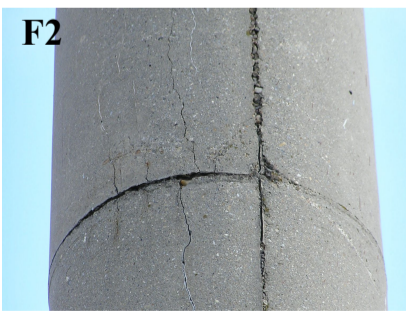
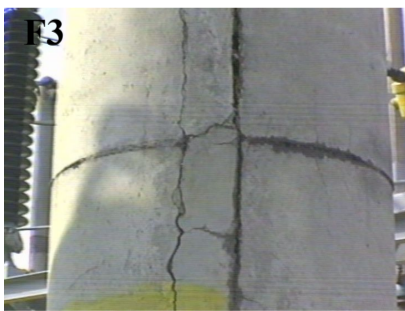
e) eliminarea apei din stâlpi și refacerea etanșeității la capăt (fișa R8).

Toate celelalte soluții se vor aplica pe baza unui proiect tehnic întocmit în conformitate cu legislația în vigoare.







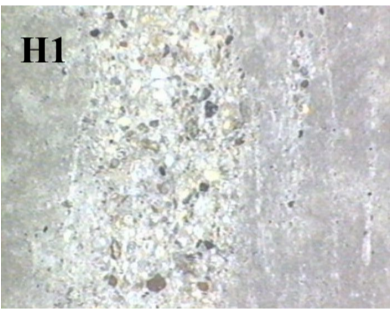
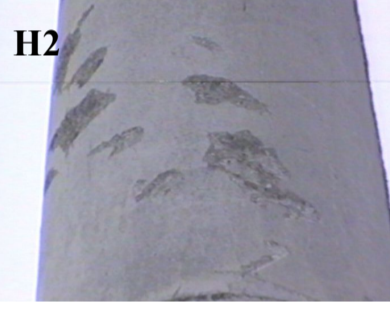





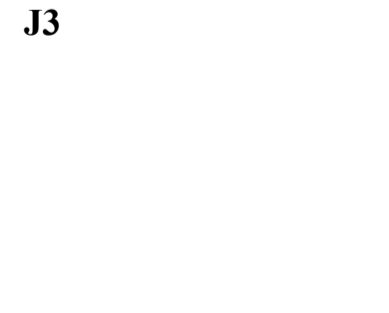
DE DEGRADĂRI LA STĂLPI DE CADRE ȘI SUPORTURI DIN BETON ARMAT CENTRIFUGAT

A - DEGRADĂRI ÎN BETON			
Aspectul degradării			
Descrierea degradării	Aspectul betonului fără degradări	Exfiltrații (decalcifierea și microfisurarea pietrei de ciment)	Exfiltrații prin beton fisurat
Efecte	-	Stâlp umplut cu apă	Stâlp umplut cu apă
Cauze	-	Stâlp neetanșat la capăt	Stâlp neetanșat la capăt
B - DEGRADĂRI ALE ARMĂTURII TRANSVERSALE			
Aspectul degradării			
Descrierea degradării	Distanțieri metalici aparenti	Fretă fără acoperire cu beton	Beton de acoperire expulzat de pe fretă
Efecte	Coroziunea armăturii (se transmite prin distanțier)	Coroziunea armăturii	Coroziunea armăturii
Cauze	Defect de execuție	Lipsă distanțieri	Beton de acoperire insuficient
C - DEGRADĂRI ALE ARMĂTURII TRANSVERSALE ȘI LONGITUDINALE			
Aspectul degradării			
Descrierea degradării	Fisuri fine pe direcția armăturilor (cu deschideri de până la 0,1mm)	Fisuri pe direcția armăturilor (cu deschideri între 0,1 și 0,5mm)	Crăpături pe direcția armăturilor (cu deschideri de peste 0,5mm)
Efecte	Contrații la tratarea termică Decalcifierea betonului Coroziunea armăturilor	Coroziunea armăturii în beton	Coroziunea armăturii în beton
Cauze	Tratament termic inadecvat Stâlp umplut cu apă Beton carbonatat	Beton cu microfisuri din contracție la Beton cu microfisuri din decalcifiere Beton carbonatat	Armături expuse în betonul fisurat
Aspectul degradării			
Descrierea degradării	Crăpături singulare pe direcția armăturilor longitudinale	Crăpături multiple pe direcția armăturilor longitudinale	Strat de acoperire expulzat la interior și exterior, găuri în beton
Efecte	Coroziunea armăturilor Beton de acoperire local degradat	Coroziunea armăturilor în beton Beton de acoperire local degradat	Coroziunea armăturilor Armături fără beton de acoperire la interior și/sau exterior
Cauze	Strat de acoperire insuficient Beton carbonatat	Strat de acoperire insuficient și/sau beton carbonatat	Strat de acoperire insuficient și/sau beton carbonatat


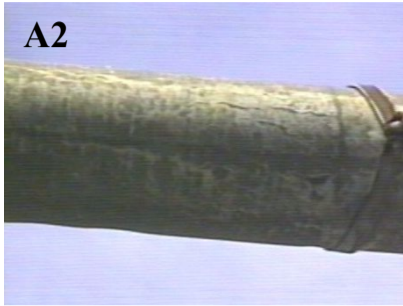
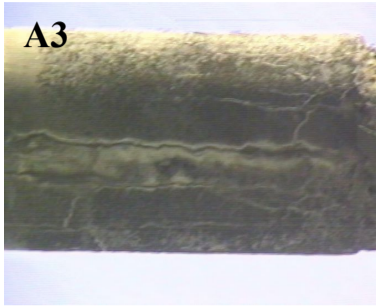
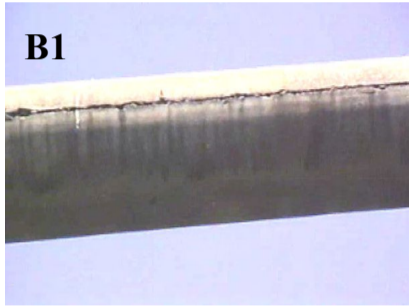
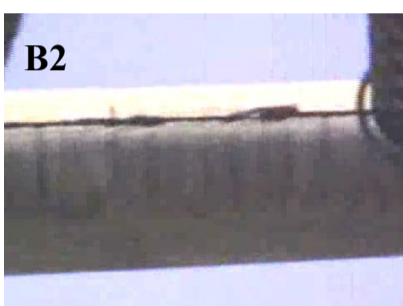

DE DEGRADĂRI LA STĂLPI DE CADRE ȘI SUPORTURI DIN BETON ARMAT CENTRIFUGAT

D - DEGRADĂRI PE DIRECȚIA ÎMBINĂRII VERTICALE A COFRAJULUI			
Aspectul degradării			
Descrierea degradării	Aspectul îmbinării longitudinale fără degradări	Îmbinare longitudinală cu segregare îngustă (3...5mm)	Îmbinare longitudinală segregată
Efecte	-	Coroziunea armăturii transversale	Coroziunea armăturii transversale și longitudinale
Cauze	-	Cofraj neetanș la îmbinare	Cofraj neetanș la îmbinare
Aspectul degradării			
Descrierea degradării	Fretă secționată, Armătură longitudinală corodată	Beton de acoperire expulzat, armături longitudinale corodate, fretă secționată	Găuri în beton
Efecte	Beton de acoperire insuficient Coroziunea armăturii	Beton de acoperire segregat Coroziunea armăturii	Coroziunea armăturilor Armături aparente la interior
Cauze	Lipsă distanțieri Cofraj neetanș la îmbinare	Cofraj neetanș la îmbinare	Cofraj neetanș la îmbinare Beton desprins la interior la centrifugare (apă în exces)
E - DEGRADĂRI PE DIRECȚIA ÎMBINĂRII TRANSVERSALE A COFRAJULUI			
Aspectul degradării			
Descrierea degradării	Fisuri în beton pe direcția armăturii longitudinale	Beton de acoperire expulzat, armături longitudinale și transversale corodate	Găuri în beton
Efecte	Îmbinare segregată Coroziunea armăturii	Îmbinare segregată, armături longitudinale și transversale corodate	Îmbinare transversală segregată Beton de acoperire desprins la interior
Cauze	Cofraj neetanș	Cofraj neetanș	Cofraj neetanș
F - DEGRADĂRI PE DIRECȚIA INTERSECȚIEI ÎMBINĂRIILOR COFRAJULUI			
Aspectul degradării			
Descrierea degradării	Aspectul intersecției dintre îmbinările fără degradări	Fisuri și crăpături pe direcția armăturilor longitudinale, îmbinări segregate	Crăpături pe direcția armăturilor longitudinale adiacente îmbinării longitudinale
Efecte	-	Coroziunea armăturii Îmbinări segregate	Coroziunea armăturii Beton de acoperire expulzat
Cauze	-	Cofraj neetanș	Cofraj neetanș



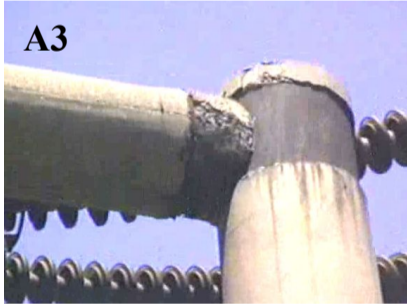


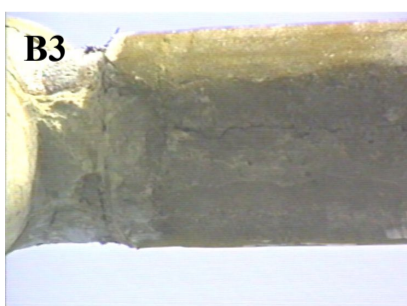
DE DEGRADĂRI LA STĂLPI DE CADRE ȘI SUPTURTURI DIN BETON ARMAT CENTRIFUGAT

Aspectul degradării			
Descrierea degradării	Beton de acoperire expulzat, armături corodate, freta întreruptă	Beton dislocat, armături corodate, freta întreruptă	Gaură în beton
Efecte	Coroziunea armăturii Îmbinare segregată	Coroziunea armăturii Îmbinare segregată	Coroziunea armăturii Îmbinare segregată
Cauze	Cofraj neetanș Beton carbonatat	Cofraj neetanș Beton carbonatat	Cofraj neetanș Beton de acoperire căzut la interior
G - DEGRADĂRI LA PIESELE METALICE ÎNGLOBATE			
Aspectul degradării			
Descrierea degradării	Fisuri inițiate la îmbinarea cu piesa metalică	Crăpături	Gaură în beton
Efecte	Coroziunea armăturii	Coroziunea armăturii	Coroziunea armăturii
Cauze	Beton de acoperire insuficient	Beton segregat	Beton segregat
H - DEGRADĂRI LA TRANSPORT ȘI MONTAJ			
Aspectul degradării			
Descrierea degradării	Beton de acoperire distrus	Știrbituri în betonul de acoperire	
Efecte	Beton de acoperire distrus	Beton de acoperire distrus	
Cauze	Transport	Loviri	
I - DEGRADĂRI LA REPARAȚII			
Aspectul degradării			
Descrierea degradării	Fisuri și crăpături în mortarul de reparații	Mortar de reparație expulzat, fretă întreruptă	Mortar de reparație expulzat
Efecte	Coroziunea armăturii	Coroziunea armăturii	Coroziunea armăturii
Cauze	Beton de acoperire distrus	Beton de acoperire distrus	Beton segregat în îmbinare
J - ALTE DEGRADĂRI			
Aspectul degradării			
Descrierea degradării	Stâlpi înclinați	Ancore corodate	Mușchi vegetal
Efecte	Înclinarea stâlpilor	Coroziunea ancorelor	Carbonatarea betonului
Cauze	Fundații neadecvate	Ancore neprotejate	Umiditate permanentă

TIPURI DE DEGRADĂRI LA RIGLE DIN BETON ARMAT CENTRIFUGAT

A – DEGRADĂRI LA BETON ȘI ARMĂTURI			
Aspectul degradării			
Descrierea degradării	Fisuri din contracție	Fisuri în beton pe direcția armăturilor transversale și longitudinale	Armături aparente
Efecte	Coroziunea armăturii	Coroziunea armăturilor	Coroziunea armăturilor
Cauze	Tratament termic neadecvat	Microfisuri/Beton carbonatat	Beton de acoperire insuficient
B – DEGRADĂRI PE DIRECȚIA ÎMBINĂRILOR COFRAJULUI			
Aspectul degradării			
Descrierea degradării	Îmbinări segregate	Îmbinări segregate	Beton de acoperire expulzat, freta întreruptă
Efecte	Coroziunea armăturii	Beton expulzat, armături corodate	Beton expulzat, armături corodate
Cauze	Cofraj neetanș	Cofraj neetanș	Cofraj neetanș

TIPURI DE DEGRADĂRI LA ÎMBINĂRILE RIGLĂ - STÂLP

A – DEGRADĂRI LA ÎMBINĂRILE METALICE			
Aspectul degradării			
Descrierea degradării	Tencuiala de protecție expulzată parțial	Tencuiala de protecție expulzată	Carcasa metalică ruginită
Efecte	Desprindere tencuială	Desprindere tencuială	Coroziune metal
Cauze	Tencuială neaderentă	Tencuială neaderentă	Lipsă protecție
B – DEGRADĂRI LA ÎMBINAREA RIGLEI			
Aspectul degradării			
Descrierea degradării	Mortar de protecție degradat	Armături corodate	Fisuri și crăpături la capătul grinzii
Efecte	Degradarea mortarului de protecție	Coroziunea armăturii	Coroziunea armăturilor
Cauze	Detaliu neadecvat	Detaliu neadecvat	Beton carbonatat

CARACTERIZAREA STĂRII TEHNICE LA STĂLPII DE CADRE ȘI SUPORTURILE DIN BETON ARMAT CENTRIFUGAT

Categoria	Caracterizarea stării tehnice	Tipul degradării	Observații
I	Ia FĂRĂ DEGRADĂRI - degradări care nu afectează capacitatea portantă; - unele trebuie reparate după execuție sau constatare; - unele elemente necesită protecție.	A1 – dacă betonul este carbonatat până în preajma armăturilor transversale,	Carbonatarea este de preferat să fie stopată înainte de declanșarea procesului de coroziune al armăturilor
		A2 – în cazul în care exfiltrațiile sunt stopate	Se evacuează apa din interiorul stâlpului și se etanșează capătul
		B1 – în cazul în care procesul de coroziune este stopat la nivelul distanțierului	Se înlătură distanțierul și se repară betonul de acoperire
		C1 – în cazul fisurilor de contracție	Se repară după execuție sau înainte de declanșarea procesului de coroziune al armăturilor
		B2 – în cazul degradărilor locale, izolate	Se repară după constatare
		D1 – dacă betonul este carbonatat fără ca armăturile să fie afectate	Carbonatarea este de preferat să fie stopată înainte de declanșarea procesului de coroziune al armăturilor
		D2 – locale, pe lungimi sub 1/5 din îmbinare	Se repară după execuție sau cel mai târziu înainte de declanșarea procesului de coroziune al armăturilor
		F1 – dacă betonul este carbonatat numai pe grosimea stratului de acoperire a armăturile transversale	Carbonatarea este de preferat să fie stopată înainte de declanșarea procesului de coroziune al armăturilor
		G1 – nu prezintă degradări, betonul este carbonatat cel mult pe grosimea stratului de acoperire a armăturile transversale	Carbonatarea este de preferat să fie stopată înainte de declanșarea procesului de coroziune al armăturilor
		H1, H2 – fără astfel de degradări	
		I1, I3 – numai în cazul efectuării unor reparații și protecții eficiente	Necesită urmărirea comportării în timp și refacerea protecției
		DEGRADĂRI CUMULATE A2+B1, A2+C1,	Se repară după constatare sau efectuarea unei expertize tehnice
	Ib DEGRADĂRI SUPERFICIALE - diminuează capacitatea portantă sub 10%; - trebuie înlăturată cauza apariției; - trebuie reparate și/sau protejate după constatare.	A3, J3 – exfiltrații locale	Se evacuează apa din interiorul stâlpului și se etanșează capătul, se curăță suprafața
		B3 – în cazul degradărilor locale, în afara 1/3 inferioare	Se repară după constatare
		C1 – în cazul fisurilor datorate coroziunii armăturii	Se repară după constatare
		C2 – locale, sub 1/2 din secțiune, pe înălțimi de maxim 1/5 din înălțime	Se evacuează apa din interiorul stâlpului și se repară fisurile Se recomandă consultarea expertului
		E1 – în cazul degradărilor singulare, la o îmbinare, pe circa 1/2 din secțiune	Se repară după constatare
		D2 – extinse pe toată lungimea îmbinărilor	Se repară după constatare, dacă freta nu este afectată
		D3 – dacă sunt reparate imediat după execuție	Se pot repara după constatare, dacă nu este afectată freta
		D4 – restrânse la maxim 1/5 din lungimea unei îmbinări, dacă sunt reparate imediat după execuție	Se pot repara după constatare, dacă nu este afectată freta
G1 – dacă fisurile au deschiderea mai mică de 0,5mm		Se repară după constatare	
H1, H2 – dacă nu este afectat întreg stratul de acoperire		Se repară după apariție	
I1, I3, J3 – dacă nu sunt afectate armăturile		Se repară după constatare	
J1 – dacă înclinarea este stabilizată și nu depășește h/2000		Se urmărește evoluția în timp	
J2 – dacă coroziunea este superficială (maxim 5% din secțiune)	Se protejează		
DEGRADĂRI CUMULATE A1+B1, A2+B2, A2+B3, C1+D2,	Se evaluează de către expert Se repară după expertizare		

CARACTERIZAREA STĂRII TEHNICE LA STĂLPII DE CADRE ȘI SUPORTURILE DIN BETON ARMAT CENTRIFUGAT

Categoria	Caracterizarea stării tehnice	Tipul degradării	Observații
II	<p>DEGRADĂRI ACCEPTABILE - diminuează capacitatea portantă sub 20%; - în unele cazuri, pentru evaluarea stării de degradare și a capacității portante reziduale este necesară consultarea expertului; - necesită reparare și protecție.</p>	A3 – dacă sunt locale (sub 1/5 din înălțimea stâlpului)	Se evacuează apa din interiorul stâlpului și se etanșează capătul Se evaluează de către expert
		B3 – în cazul localizării degradărilor la baza stâlpului (1/3 inferioară)	Se repară după constatare
		C3 – în cazul în care degradările sunt izolate, restrânse și nu afectează freta în 1/3 inferioară	Se repară după constatare Pentru evaluare este necesară consultarea expertului
		C4 – în cazul a maxim două fisuri, localizate în 2/3 superioară a stâlpului și nu este afectată freta pe 2/3 inferioară	Se repară după constatare
		D4 – restrânse la maxim 1/5 din lungimea unei îmbinări, dacă nu este afectată freta și armătura longitudinală	Se acceptă încadrarea numai după consultarea expertului
		D5 – singulare (în suprafață de maxim 30cm ²)	Se acceptă încadrarea numai după consultarea expertului
		E1 – fisuri multiple, dacă freta nu este afectată	Se repară după constatare
		E2 – izolate, singulare și restrânse ca suprafață (sub 25...30cm ²), dacă nu este afectată freta în 1/3 inferioară a stâlpului	Se repară după constatare
		F2 – dacă nu este afectată freta și armătura longitudinală	Se repară după constatare
		G2 – dacă sunt singulare	Se repară după constatare
		I1, I3 – dacă betonul de acoperire este carbonatat dar nu sunt afectate armăturile	Se repară după constatare
		J1 – dacă înclinarea este stabilizată și nu depășește h/1500	Se urmărește evoluția în timp
		J2 – dacă coroziunea este superficială (maxim 10% din secțiune)	Se protejează
		DEGRADĂRI CUMULATE A2+C2, C1+D3, D2+E1, ... C1+D4, ...	Se evaluează de către expert Se repară după constatare
		III	<p>DEGRADĂRI GRAVE - diminuează capacitatea portantă între 20% și 40%; - necesită consultarea expertului pentru evaluare; - necesită reparare urgentă.</p>
B3 – dacă sunt generalizate la întregul stâlp iar freta este întreruptă	Se evaluează de către expert		
C3 – dacă sunt localizate la 1/3 inferioară a stâlpului	Se evaluează de către expert		
C5 – izolate, în 2/3 superioară, fără ca freta să fie afectată	Se evaluează de către expert		
D5 – extinse pe înălțime sau la baza stâlpului	Se evaluează de către expert		
D6 – afectează numai betonul dintre două armături longitudinale și local întrerup freta, cu suprafața mai mică de 25cm ²	Se evaluează de către expert		
E2 – dacă sunt generalizate	Se evaluează de către expert		
E3 – dacă sunt locale, restrânse între două armături longitudinale (dacă aceasta nu este mai mare de 10cm)	Se evaluează de către expert		
F3 – dacă sunt localizate în lungul îmbinărilor, freta și armăturile longitudinale sunt afectate	Se evaluează de către expert		
G3 – freta și armăturile sunt afectate	Se evaluează de către expert		
H1, H2 – degradare generalizată, sunt afectate armăturile	Se evaluează de către expert		
I2 – freta este secționată	Se evaluează de către expert		
J1 – înclinarea evoluează și depășește h/1500	Se impun măsuri urgente de asigurare		
J2 – ancoraj corodat cu peste 10% din secțiune	Se evaluează de către expert		
DEGRADĂRI CUMULATE C3+E3, C4+D5, C5+F3, ...	Se evaluează de către expert		

CARACTERIZAREA STĂRII TEHNICE LA STĂLPII DE CADRE ȘI SUPORTURILE DIN BETON ARMAT CENTRIFUGAT

Categoria	Caracterizarea stării tehnice	Tipul degradării	Observații
IV	IVa DEGRADĂRI FOARTE GRAVE - se pot repara; - diminuează capacitatea portantă peste 40%; - necesită consultarea expertului pentru evaluare.	B3 – freta secționată în îmbinările verticale	Se evaluează de către expert
		C5 – dacă nu sunt generalizate	Se evaluează de către expert
		C6 – dacă sunt singulare, cu suprafața mai mica de 25cm ²	Se evaluează de către expert
		D5 – dacă sunt generalizate, la baza stâlpilor	Se evaluează de către expert
		D6 – dacă sunt singulare, cu suprafața mai mare de 25cm ²	Se evaluează de către expert
		F6 – dacă sunt singulare, afectează sub 1/3 din secțiune, armăturile sunt expuse pe o lungime mai mică decât cea de flambaj	Se evaluează de către expert Se repară imediat după constatare
		G3 – este afectată până la 1/3 din secțiune, armături corodate	Se evaluează de către expert
		H1, H2 – degradări generalizate, freta întreruptă, armături corodate	Se evaluează de către expert
		I2, I3 – fretă secționată, armături corodate	Se evaluează de către expert
		DEGRĂDRI CUMULATE D3+E3, C5+F4, ...	Se evaluează de către expert
	IVb DEGRADĂRI FOARTE GRAVE - elementele se înlocuiesc; - necesită consultarea expertului pentru evaluare; - necesită intervenții de urgență (asigurare împotriva cedării).	C3 – generale, la întregul stâlp	Se evaluează de către expert
		C5 – generalizate la întregul stâlp	Se evaluează de către expert
		C6 – generale, la întregul stâlp	Se evaluează de către expert
		D6 – dacă afectează peste 1/3 din secțiune	Se evaluează de către expert
		E3 – dacă sunt la mai multe îmbinări pe același stâlp	Se evaluează de către expert
		F5 – dacă se regăsesc la mai multe îmbinări	Se intervine de urgență
		F6 – dacă este afectată peste 1/3 din secțiune sau dacă armaturile sunt corodate cu peste 20% din secțiune	Se intervine de urgență
		G3 – dacă este afectată peste 1/3 din secțiune, armături corodate, fretă întreruptă	Se intervine de urgență
		H1, H2 – în cazul în care se ajunge la degradări de tip D6, E3, F6	Se intervine de urgență
		I2, I3 – în cazul în care se ajunge la degradări de tip D6, E3, F6	Se intervine de urgență
J1 – înclinări care evoluează rapid	Se intervine de urgență		
J2 – în cazul în care este afectată peste 20% din secțiune	Se intervine de urgență		
DEGRĂDRI CUMULATE C5+F6, ...	Se intervine de urgență		

CARACTERIZAREA STĂRII TEHNICE PENTRU RIGLELE DIN BETON ARMAT CENTRIFUGAT

Starea tehnică	Caracteristici	Tipul degradării	Observații
I	Ia FĂRĂ DEGRADĂRI - degradări care nu afectează capacitatea portantă; - unele trebuie reparate imediat după execuție sau constatare; - unele elemente necesită protecție.	A1 – dacă betonul este carbonatat până în preajma armăturilor transversale	Carbonatarea se recomandă a fi stopată înainte de declanșarea procesului de coroziune al armăturilor
		B1 – în cazul în care nu există segregări ale betonului în dreptul îmbinării cofrajelor	
	Ib DEGRADĂRI SUPERFICIALE - diminuează capacitatea portantă sub 10%; - trebuie înlăturată cauza apariției; - trebuie reparate și/sau protejate imediat după constatare.	DEGRADĂRI CUMULATE A1+B1	Nu necesită intervenții
		A1 – fisuri din contracție B1 – în cazul segregărilor sub 2mm lățime, în afara 1/3 centrale, reparate imediat după execuție	Se repară prin peliculizare după constatare Se repară după constatare
II	DEGRADĂRI ACCEPTABILE - diminuează capacitatea portantă sub 20%; - în unele cazuri, pentru evaluarea stării de degradare și a capacității portante reziduale este necesară consultarea expertului; - necesită reparare și protecție.	A2 – dacă sunt locale și cu deschiderea mai mică de 0,5mm B2 – în cazul segregărilor sub 5mm lățime, dacă freta nu este afectată	Se repară după constatare. Se recomandă evaluarea de către expert Se repară după constatare
		DEGRADĂRI CUMULATE A2+B2	Se evaluează de către expert
III	DEGRADĂRI GRAVE - diminuează capacitatea portantă între 20% și 40%; - necesită consultarea expertului pentru evaluare; - necesită reparare imediată.	A3 – crăpături în beton, indică coroziunea armăturilor, fretă corodată B3 – beton expulzat, fretă întreruptă	Se evaluează de către expert Se evaluează de către expert
		DEGRADĂRI CUMULATE C3+E3, C4+D5, C5+F3, ...	Se evaluează de către expert
IV	IVa DEGRADĂRI FOARTE GRAVE - se pot repara; - diminuează capacitatea portantă peste 40%; - necesită consultarea expertului pentru evaluare.	A3 – crăpături multiple în beton, armături corodate B3 – fretă întreruptă, armături corodate	Se evaluează de către expert Se evaluează de către expert
		DEGRADĂRI CUMULATE D3+E3, C5+F4, ...	Se evaluează de către expert
	IVb DEGRADĂRI FOARTE GRAVE - elementele se înlocuiesc; - necesită consultarea expertului pentru evaluare; - necesită intervenții de urgență (asigurare împotriva cedării).	A3 – crăpături generale în beton B3 – generalizate la întregul element	Se intervine de urgență Se intervine de urgență
		DEGRADĂRI CUMULATE C5+F6, ...	Se intervine de urgență

CARACTERIZAREA STĂRII TEHNICE PENTRU ÎMBINĂRILE DINTRE RIGLE ȘI STÂLPI

Starea tehnică	Caracteristici	Tipul degradării	Observații	
I	Ia FĂRĂ DEGRADĂRI - degradări care nu afectează capacitatea portantă; - unele trebuie reparate imediat după execuție sau constatare; - unele elemente necesită protecție.	A1 – dacă mortarul este aderent		
		A2 – îmbinarea metalică este protejată prin vopsire		
		B1 – mortar de protecție fără degradări		
	Ib DEGRADĂRI SUPERFICIALE - diminuează capacitatea portantă sub 10%; - trebuie înlăturată cauza apariției; - trebuie reparate și/sau protejate imediat după constatare.	DEGRADĂRI CUMULATE A1+B1		Se repară după constatare
		A2 – mortar de protecție exfoliat în totalitate		Se protejează prin peliculizare în momentul constatării
		A3 – coroziune superficială a piesei metalice		Se repară pelicula de protecție
II	DEGRADĂRI ACCEPTABILE - diminuează capacitatea portantă sub 20%; - în unele cazuri, pentru evaluarea stării de degradare și a capacității portante reziduale este necesară consultarea expertului; - necesită reparare și protecție.	B1 – mortar de protecție cu fisuri fine	Se repară după constatare	
		DEGRADĂRI CUMULATE A1+B1		Se repară după constatare
		A3 – piesa metalică ruginită cu până la 5% din secțiune		Se reface protecția
		B1 – fisuri până la 0,5mm în mortar		Se repară după constatare
		DEGRADĂRI CUMULATE A3+B1		Se evaluează de către expert
		DEGRADĂRI GRAVE - diminuează capacitatea portantă între 20% și 40%; - necesită consultarea expertului pentru evaluare; - necesită reparare imediată.		
III	DEGRADĂRI GRAVE - diminuează capacitatea portantă între 20% și 40%; - necesită consultarea expertului pentru evaluare; - necesită reparare imediată.	A3 – piesă metalică ruginită cu peste 5% din secțiune	Se evaluează de către expert	
		B2 – mortar exfoliat, armături corodate	Se evaluează de către expert	
		B3 – fisuri în capătul grinzii produse de coroziunea armăturii aparente	Se evaluează de către expert	
		DEGRADĂRI CUMULATE A3+B2, A3+B3		Se evaluează de către expert
		A3 – piesă metalică puternic corodată (cea de susținere a riglei)		Se evaluează de către expert
		B3 – armături corodate, beton crăpat		Se evaluează de către expert
IV	DEGRADĂRI FOARTE GRAVE - unele se pot repara; - diminuează capacitatea portantă peste 40%; - necesită consultarea expertului pentru evaluare.	DEGRADĂRI CUMULATE A3+B3		Se evaluează de către expert. Se repară sau se înlocuiește elementul.

Tabel 3a

METODE SIMPLE DE INVESTIGARE IN SITU A ELEMENTELOR DIN BETON ARMAT

	Metoda	Principiul metodei	Utilizări	Avantaje	Limitări	Observații
1	EXAMINAREA VIZUALĂ	se vizionează toate elementele, cu preponderență în zonele sensibile la coroziune (îmbinări)	se efectuează în cadrul procesului de depistare a degradărilor, investigare, expertizare și/sau de urmărire a comportării în timp a elementelor	simplic de aplicat, concluziile fiind hotărâtoare pentru continuarea investigațiilor	nu pot fi vizionate zone inaccesibile, uneori, evaluările sunt aproximative	se utilizează pentru stabilirea tipurilor de degradări, cf. tab. 1...3 și caracterizarea stării tehnice, cf. tab. 4...6
2	IMPACT ACUSTIC	sunetul emis la lovirea suprafeței betonului este atenuat de prezența defectelor	detectarea zonelor cu segregări, fisuri, delaminări ale betonului	ușor de aplicat	depinde esențial de experiența expertului	
3	SONDAJE LA ARMĂTURI	se creează un șliț în stratul de acoperire cu beton, până la armături	identificarea armăturilor și a stării acestora	se vizualizează direct starea armăturilor, se poate măsura diametrul acestora	nu se poate aplica în orice zonă a elementului deteriorează elementul	se aplică numai atunci când există dubii la aplicarea metodelor indirecte
4	TESTAREA ALCALINITĂȚII	se pulverizează soluție de fenolftaleină (1%) pe beton în spărtură proaspătă	se determină adâncimea stratului de beton carbonatat	foarte simplu de aplicat	se distruge local betonul	este esențială în evaluarea stadiului de protecție al armăturilor
5	TESTAREA PREZENȚEI IONILOR DE CLOR	cu soluție de AgNO ₃ (0,1 N) sau în soluție, utilizând un electrod specializat	se determină adâncimea de penetrare a ionilor de clor	simplic de aplicat, necesită un kit specializat	se distruge local betonul	este esențială în evaluarea stadiului de protecție al armăturilor

Tabel 3b

METODE COMPLEXE DE INVESTIGARE IN SITU A ELEMENTELOR DIN BETON ARMAT

	Metoda	Principiul metodei	Utilizări	Avantaje	Limitări	Observații
6	EXAMINAREA VIZUALĂ CU SONDE CU FIBRE OPTICE	prin intermediul sondei cu fibre optice se luminează spațiul închis și se captează imaginea	EXAMINAREA VIZUALĂ A SPAȚIILOR INACCESIBILE	ușor de aplicat	adâncimea de penetrare este limitată de lungimea tijei	este necesară realizarea unei găuri în element
7	RECOL C25-86	recolul unei mase la impactul cu suprafața betonului depinde de rezistența și omogenitatea acestuia	DETERMINAREA REZISTENȚEI ȘI OMOGENITĂȚII BETONULUI	echipament ieftin, ușor de aplicat	rezultatele depind de mai mulți parametri care trebuie cunoscuți (cf. C25-86)	
8	IMPULS ULTRASONIC C25-86	viteza de propagare a ultrasunetelor între imitator și receptor depinde de calitate și omogenitatea betonului și prezența defectelor de structură	DETERMINAREA REZISTENȚEI, LOCALIZAREA DEFECTELOR	echipament ieftin, ușurință în operare	necesită experiență și discernământ în evaluarea rezultatelor care depind de mai mulți parametri, prezența armăturii afectează rezultatele	necesită calibrare pentru elemente cu secțiuni reduse și armături dese
9	ECOUL DE IMPACT	caracteristicile undelor (frecvența și amplitudinea) induse în beton prin impact se modifică funcție de rezistența și omogenitatea acestuia, prezența defectelor structurale, a golurilor, a armăturii	DETERMINAREA REZISTENȚEI, LOCALIZAREA DEFECTELOR, LOCALIZAREA ARMĂTURII, DETERMINAREA GROSIMII STRATULUI DE ACOPERIRE	operează pe o singură față și rezultă o imagine a interiorului elementului	necesită experiență și cunoștințe din partea operatorului pentru utilizarea aparatului și interpretarea datelor	metodă completă pentru localizarea defectelor, necesită calibrare pentru elementele investigate
10	PENETRARE A BOLTURILOR	adâncimea de penetrare a unui bolt, înglobat în beton printr-un șoc controlat este proporțională cu caracteristicile acestuia	DETERMINAREA OMOGENITĂȚII ȘI REZISTENȚEI STRATURILOR SUPERFICIALE DE BETON	simplic de aplicat, nu necesită personal specializat, rezultate imediate	este necesar un număr mare de determinări, interpretarea rezultatelor depinde de mai mulți parametri	
11	SMULGEREA UNEI ANCORE C236-91	măsurarea forței necesare smulgerii unei ancore fixate în beton	DETERMINAREA REZISTENȚEI BETONULUI	măsoară direct rezistența betonului	nu este clar elucidat mecanismul de rupere a betonului în jurul ancorei	echipamentul și tehnica propuse de instrucțiunile C236-91 sunt dificil de aplicat

Tabel 3b (continuare)

	Metoda	Principiul metodei	Utilizări	Avantaje	Limitări	Observații
12	SMULGEREA UNUI DISC C231-89	măsurarea forței necesare smulgerii unui disc fixat de suprafața betonului (eventual delimitată prin forare)	DETERMINAREA REZISTENȚEI BETONULUI	simplic de aplicat	indică rezistența betonului la suprafață, delimitarea în adâncime a suprafeței modifică rezultatele	echipamentul și tehnica propuse de instrucțiunile C231-89 sunt dificil de aplicat
13	CAROTE EXTRASE	se extrage prin forare o probă cilindrică	DETERMINAREA REZISTENȚEI BETONULUI ȘI A CARACTERISTICILOR FIZICO-CHIMICE	se obțin direct rezistențele betonului, se analizează direct proprietăți fizice și chimice	determinările pe carote se efectuează în laborator	rezistența betonului pe probe de dimensiuni reduse poate fi diferită de cea reală
14	INDUCȚIA ELECTRO-MAGNETICĂ	prezența armăturilor din beton modifică câmpul electromagnetic indus în beton	DETERMINAREA POZIȚIEI, A DIAMETRULUI ARMĂTURII ȘI A ADÂNCIMII LA CARE SE AFLĂ ÎN BETON	nu necesită specializare	dificil de aplicat la elemente cu armături dese (cazul fretei cu pas mic)	trebuie aplicate corecții pentru prezența armăturilor dese
15	RAIOGRAFIERE	absorbția undelor X și γ este afectată de densitatea betonului, prezența neomogenităților și a armăturilor în beton	DEPISTAREA ARMĂTURII ȘI A NEOMOGENITĂȚILOR DIN BETON	necesită aparatură complexă și personal calificat	este costisitoare, necesită calibrare pentru elemente cu secțiuni inelare	se poate efectua numai de către laboratoare specializate
16	RADAR	impulsurile electromagnetice induse în beton sunt reflectate diferit de armăturile și neomogenitățile din beton	LOCALIZAREA ARMĂTURII, MĂSURAREA GROSIMII STRATURILOR CU DENSITĂȚI DIFERITE, DEPISTAREA NEOMOGENITĂȚILOR DIN BETON	este suficientă o față accesibilă a elementului	este costisitoare, necesită echipament adecvat și personal calificat	se poate efectua numai de către laboratoare specializate
17	TERMICA	căldura radiată în beton după însorire este funcție de neomogenitățile din beton	DEPISTAREA NEOMOGENITĂȚILOR, SEGREGĂRIILOR ȘI GOLURILOR DIN BETON	se poate aplica pe suprafețe întinse în timp scurt	necesită echipament special de măsurare a temperaturilor și prelucrare a datelor	trebuie calibrată pentru elemente cu gol central
18	DETERMINAREA UMIDITĂȚII PRIN MASURAREA REZISTENȚEI ELECTRICE	proprietățile dielectrice ale betonului se modifică în prezența apei	DETERMINAREA UMIDITĂȚII ÎN BETON	aparat portabil simplu de utilizat	proprietățile dielectrice sunt afectate de prezența sărurilor	
19	PERMEABILITATE LA APA	se măsoară cantitatea de apă absorbită de beton în unitatea de timp, pe unitatea de suprafață	DETERMINAREA PERMEABILITĂȚII LA APĂ A BETONULUI	în general, simplu de aplicat	nu poate fi controlată direcția fluxului de apă, determinările sub presiune necesită echipament adecvat	este importantă pentru determinarea caracteristicilor de durabilitate a betonului
20	PERMEABILITATE LA AER	se măsoară durata în care aerul penetrând în beton conduce la revenirea presiunii, într-o incintă atașată de element până la o valoare impusă	DETERMINAREA PERMEABILITĂȚII LA AER A BETONULUI	în general, simplu de aplicat	rezultă valori relative ale permeabilității, care depind de tehnica aplicată	este importantă pentru determinarea caracteristicilor de durabilitate a betonului
21	DEFERENȚA DE POTENȚIAL PE ARMĂTURI	prezența ruginii pe armături produce o diferență de potențial într-un curent indus prin elementul de beton armat	DEPISTAREA ZONELOR CU ARMĂTURI POTENȚIAL CORODATE	aparatura portabilă simplă	nu se evidențiază viteza de coroziune	este esențială pentru depistarea din timp a stării de coroziune a armăturii
22	REZISTIVITATEA BETONULUI	rezistivitatea betonului se modifică dacă procesul de coroziune a armăturii este în curs de desfășurare	DETERMINAREA STĂRII DE COROZIUNE A ARMĂTURII	se poate evidenția viteza de coroziune	este necesară testarea metodei prin dezvoltarea cercetărilor	este importantă pentru depistarea stării de coroziune a armăturii

METODE DE INVESTIGARE ÎN LABORATOR A PROBELOR PRELEVATE

	Metoda	Principiul metodei	Utilizări	Avantaje	Limitări	Observații
1	ÎNCERCĂRI DE REZISTENȚĂ PE BETOANE	se încearcă la compresiune epruvetele extrase (carote) din element	determinarea rezistenței la compresiune și a modului de elasticitate	rezultă direct rezistența betonului	necesită calibrări cu probe standardizate	
2	ÎNCERCĂRI DE REZISTENȚĂ PE ARMĂTURI	se încearcă la tracțiune proba prelevată din element	determinarea rezistenței la întindere a armăturii	se obține valoarea reală a rezistenței	nu este relevantă pentru armături corodate	
3	ÎNCERCĂRI PE ELEMENTE	se încearcă elemente degradate scoase din funcțiune	determinarea capacității portante reziduale a elementelor cu degradări	oferă o imagine a comportării reale a elementelor din degradări	nu pot fi orice tipuri de elemente	sunt foarte utile pentru acumularea de date pentru decizia de intervenție
4	DETERMINAREA POROZITĂȚII ȘI DENSITĂȚII	se pot aplica metodele clasice (prin măsurare gravimetrică)	determină volumul de goluri în beton	metodele sunt standardizate și se pot efectua comparații	necesită probe prelevate	sunt importante pentru determinarea duratei de serviciu
5	ANALIZA PETROGRAFICĂ	probele adecvat prelucrate, se examinează cu microscopie de diferite tipuri	se vizualizează caracteristicile pietrei de ciment și a agregatelor, afectate de coroziune	se identifică componenții pietrei de ciment și cei nou formați (decalcifierea)	necesită specializare din partea operatorului	
6	MĂSURAREA DIFUZIEI	se determină cantitatea de substanță penetrată prin unitatea de suprafață, în unitatea de timp	se determină coeficientul de difuzie pentru diverse substanțe agresive	simplu de aplicat	probele trebuie să fie relevante pentru calitatea betonului din element	esențiale pentru determinarea duratei de serviciu a elementelor din beton armat și precomprimat
7	MĂSURAREA PERMEABILITĂȚII LA LICHIDE	se măsoară cantitatea de lichid penetrată printr-o probă (plăcuță) la diferite intervale de timp	se determină permeabilitatea betonului din elemente	simplu de aplicat	probele trebuie să fie relevante pentru calitatea betonului din element	utile pentru determinarea caracteristicilor de durabilitate
8	MĂSURAREA PERMEABILITĂȚII LA GAZE	se cronometrează timpul necesar scăderii presiunii gazului aplicată pe o față a probei, până la o valoare dată	se determină permeabilitate la gaze a betonului din elemente	se poate studia pe mai multe tipuri de probe	necesită instalații adecvate pentru crearea și măsurarea presiunilor	utile pentru determinarea caracteristicilor de durabilitate
9	SPECTROSCOPIA	moleculele și atomii absorb și emit energie (spectru) funcție de natura substanței	identificarea substanțelor formate în urma atacului chimic	se relevă clar produșii formați	necesită aparatură specializată și personal calificat	
10	ANALIZA CHIMICE PRIN METODE DIVERSE	prin metoda gravimetrică prin titrimetrie prin metoda potențimetrică	determinarea naturii și concentrației compușilor formați prin coroziune	oferă informații cantitative precise	necesită aparatură specializată și personal calificat	

METODE DE URMĂRIRE IN SITU A COMPORTĂRII ELEMENTELOR DIN BETON ARMAT

	Metoda	Principiul metodei	Utilizări	Avantaje	Limitări	Observații
1	METODE TOPOGRAFICE	se monitorizează periodic deplasările unor martori montați pe element	măsurarea deplasărilor elementelor (de la poziția inițială)	se pot reproduce periodic, nu depind de condiții atmosferice	necesită execuția unor puncte stabile în timp	sunt cele mai adecvate
2	METODE FOTOGRAMETRICE	se fotografiază periodic, din aceeași poziție elementele	evaluarea deplasărilor la stâlpi și cadre	se pot efectua prelucrări tridimensionale	necesită puncte stabile pentru camerele de luat vederi pentru o perioadă îndelungată	
3	CU TRADUCTORI ELECTRO-MAGNETICI	modificările poziției sunt înregistrate prin modificarea câmpului electro-magnetic în traductori	monitorizarea deplasărilor la elemente	monitorizarea se poate efectua permanent	depind de variațiile de mediu și necesită reazeme fixe, independente de element	se pot aplica doar pentru perioade scurte de timp
4	CU TRADUCTORI MECANICI	modificările poziției elementelor sunt înregistrate mecanic	măsurarea deplasărilor la elemente	sunt mai puțin influențate de condițiile de mediu	necesită reazeme independente de structură	se pot aplica doar pentru perioade scurte de timp
5	CU SENZORI ELECTRICI	penetrarea agentului agresiv sau modificările electrochimice sunt înregistrate prin modificarea curentului între un anod și un catod înglobați în element	măsurarea adâncimii de penetrare a agenților agresivi	se previne coroziunea armăturilor	este necesară înglobarea senzorilor la execuția elementelor	se recomandă pentru culegerea de informații privind durata de serviciu

Tabelul 4

TEHNICI DE REPARARE A ELEMENTELOR DIN BETON ARMAT CU DEGRADĂRI

	Metoda	Principiul metodei	Utilizări	Limitări	Condiții de aplicare	Tipul degradărilor la care se aplică
1	REALCALINIZAREA BETONULUI	se introduce o soluție alcalină în beton prin procesul de electro-osmoză	previne coroziunea armăturii dacă stratul de acoperire este carbonatat	necesită echipament și tehnologie speciale	este necesară testarea metodei în condițiile specifice stațiilor de transformare	- A1, D1, F1, J3 cu beton de acoperire carbonatat - după repararea defectelor de tip B1, B2, C2, D2, D3
2	PROTECȚIA BETONULUI	se împiedică carbonatarea betonului	previne coroziunea armăturii dacă stratul de acoperire este carbonatat		se aplică pe suprafața netedă și curată a betonului sau după repararea degradărilor	- A1, D1, F1, J3 cu beton de acoperire carbonatat - după repararea defectelor de tip B1, B2, C2, D2, D3
3	PROTECȚIA ARMĂTURII	aplicarea de inhibitori pe suprafața betonului sau a armăturii dezgolite	stopează procesul de coroziune al armăturii	eficiența procesului trebuie testată prin prelevări de probe		A1, D1, F1, G1 cu betonul de acoperire carbonatat - după repararea degradărilor de tip B1, B2, C2, D2, D3 - A2, C1, în cazul fisurilor fine de contracție
4	ÎNCHIDEREA FISURILOR FINE (CU DESCHIDERI PÂNĂ LA 0,5mm)	se pasivează armătura și se aplică un strat de protecție pe betonul cu microfisuri	previne coroziunea armăturilor dacă stratul de acoperire este fisurat		se aplică pe suprafața netedă și curată a betonului sau după repararea degradărilor	- A3, C1 - C2 și G2, dacă fisurile nu sunt generalizate
5	CHITUIREA FISURILOR MAI MARI DE 0,5mm ȘI A SEGREGĂRILOR ÎNGUSTE DIN ÎMBINĂRI (3...5mm)	se aplică un chit de protecție în fisurile deschise prin șanfrinare sau pe lungimea segregărilor din îmbinări	reface continuitatea betonului, împiedică coroziunea armăturii	se aplică în cazul armătura nu este afectată		- C2, E1, F2, C4, dacă betonul de acoperire nu se desprinde de armătură - D2, D3, când armătura transversală nu este afectată
6	COMPLETAREA BETONULUI DE ACOPERIRE ȘI A BETONULUI SEGREGAT DIN ÎMBINĂRI	se aplică un chit de protecție pe zonele cu beton expulzat, după curățire și pasivare armături	reface continuitatea betonului, împiedică coroziunea armăturii			- B2, B3, E2, F3, H2, I1, I3, - - D4, D5, F4, I2 dacă freta nu este întreruptă pe mai mult de 10spire - C3, C5, dacă degradările nu sunt generalizate
7	REFACEREA STRATULUI DE ACOPERIRE PRIN TENCUIRE SAU INJECTARE ÎN COFRAJ	se aplică un mortar de protecție pe armăturile curățate și pasivate sau beton de nisip aplicat prin injectare în cofraj	refacerea stratului de acoperire al armăturilor	- tencuirea aplicată manual nu este omogenă - injectarea betonului de nisip necesită cofraj special		- B2, B3, E2, F3, H2, I1, I3 și D4, D5, F4, I2 dacă freta nu este întreruptă pe mai mult de 10 spire - D2 și D3 dacă armătura transversală nu este întreruptă pe mai mult de 10 spire - C3, C5 dacă elementul are capacitatea portantă acceptabilă
8	ELIMINAREA APEI DIN STĂLPI ȘI REFACEREA ETANȘEITĂȚII	apa se elimină printr-o gaură practică la baza stâlpului se etanșează capul stâlpului			se introduce un mortar pe înălțimea fundației	- A2, A3, C1, C2, C3
9	UMPELREA GOLULUI	se injectează microbeton în golul din stâlp	refacerea secțiunii de beton degradate			- C6, D6, E3, F6, G3
10	REFACEREA FRETEI PRIN CĂMĂȘUIRE	se aplică o armătură transversală suplimentară	se reface armătura transversală degradată (întreruptă)	necesită cofraj special pentru injectare		- B3, C3, C5, D3, D4, D5, F4, F5, F4, I2
11	REFACEREA FRETEI PRIN BANDAJARE	se aplică bandaje din țesătură, fixate cu rășini	se reface continuitatea fretei întrerupte prin coroziune			- D3, D4, în cazul în care freta este întreruptă pe mai mult de 10 spire
12	REFACEREA/ SUPLIMENTAREA ARMĂTURII LONGITUDINALE PRIN CĂMĂȘUIRE	se reface secțiunea de beton și armătură prin cămășuire	repararea stâlpilor cu armături degradate sau creșterea capacității portante	necesită cofraj special	se aplică la degradări localizate în treimea inferioară a stâlpilor și dacă stâlpul nu poate fi înlocuit	- B3, C3, C5, D3, D4, D5, F4, F5, F4, I2
13	REFACEREA ARMĂTURII PRIN BANDAJARE	se reface armătura longitudinală și transversală prin țesături din materiale compozite			se aplică la degradări localizate în treimea inferioară a stâlpilor și dacă stâlpul nu poate fi înlocuit	- B3, C3, C5, D3, D4, D5, F4, F5, F4, I2
14	CONSOLIDAREA FUNDAȚIILOR	se mărește suprafața prin adaos de beton				- J1, în cazul rotirii fundațiilor
15	ANCORAREA	se înlocuiesc ancorele existente				- J2
16	REPARAREA ÎMBINĂRILOR	se refac sudurile și se protejează	asigurarea îmbinărilor	necesită eșafodaj de lucru		-B1, B2, B3

**FIȘELE TEHNICE PENTRU SOLUȚIILE DE PROTECȚIE,
REPARARE, CONSOLIDARE LA ELEMENTE DIN BETON ARMAT
CENTRIFUGAT**

R1. Realcalinizarea stratului de acoperire cu beton al armăturilor

R1.1. Prin electro-osmoză

Principiul metodei

Metoda constă în introducerea în beton a unei soluții alcaline prin procesul de electro-osmoză care ia naștere între electrozodul constituit din armătura din beton (catodul) și un electrozod (anodul) din plasă metalică introdus într-un electrolit alcalin aplicat pe suprafața betonului, atunci când între aceștia se introduce un curent electric.

Soluția alcalină care pătrunde în beton refacă alcalinitatea acestuia și pasivează suprafața armăturii. În același timp, rugina (hematita), atunci când este prezentă în cantități mici, devine magnetită, transformarea având loc prin reducerea de volum, ceea ce conduce la diminuarea presiunii exercitate asupra betonului și reduce pericolul de fisurare a betonului de acoperire.

Domeniu de aplicare

Metoda se aplică în cazul în care stratul de acoperire cu beton a armăturilor este carbonatat iar procesul de coroziune al armăturilor a fost inițiat, fără ca betonul de acoperire să fie fisurat datorită coroziunii armăturii (degradări de tip A1, D1, F1 la care betonul de acoperire este carbonatat). În cazul în care metoda se aplică la elemente deja degradate prin coroziunea armăturii (fisuri, beton de acoperire expulzat), degradările se repară în prealabil (degradări de tip B1, B2, C2, D2, D3).

Tehnologia de aplicare

Se parcurg, succesiv, următoarele operații:

1. Se curăță suprafața ce urmează a fi tratată prin periere mecanică sau cu jet de apă sub presiune;
2. Se repară zonele cu defecte structurale (știrbituri, segregări, agregate neaderente, beton expulzat etc.) utilizând un mortar de reparație;
3. Se aplică pe suprafața betonului o incintă cu electrolit, etanșată față de element, în care este introdusă și plasa metalică care constituie anodul. Incinta etanșă cu electrolit poate fi înlocuită cu un strat de material poros îmbibat cu electrolit și fixat de element cu o rețea de șipci din lemn lipite cu rășini (nu se folosesc piese metalice). Materialul poate fi pulpa de celuloză obținută prin înmuierea deșeurilor de hârtie. Peste primul strat de celuloză, în grosime de 20...25mm se aplică plasa metalică, care constituie anodul, peste care se aplică din nou un strat de celuloză. Impregnarea celulozei cu electrolit se face prin pulverizare sau înmuiere înainte de aplicare. Ca electrolit se utilizează carbonatul de sodiu sau hidroxidul de calciu. Plasa care formează anodul se execută din titan.
4. Se conectează armăturile din element la catodul unei surse de curent (transformator) și plasa la anodul aceleiași surse. Sursa de curent trebuie să furnizeze un curent de circa 240A pe oră și o densitate de curent de aproximativ 3A/m² de suprafață.
5. Procesul se monitorizează pe un computer, sub forma vizualizării diagramei timp-densitate de curent. Dacă valoarea potențialului se menține constantă, intensitatea curentului variază funcție de rezistența electrică. Atunci când, în final, electrolitul, pătrunzând în pori, ajunge la suprafața armăturii, rezistența electrică a betonului devine minimă. Rezistența poate scădea și în cazul în care electrolitul se consumă complet, caz în care suportul acestuia (pulpa de celuloză) trebuie din nou impregnat cu electrolit.

Condiții de aplicare

Metoda se va aplica numai de către personal sau firme specializate. Metoda trebuie testată în condițiile specifice de aplicare din stațiile de transformare (câmpurile electromagnetice ar putea perturba fenomenul de electro-osmoză).

Metoda se aplică în condițiile în care nu există apă în interiorul elementului.

R1.2. Prin peliculizare

Principiul metodei

Recalculizarea betonului se face prin peliculizare a suprafeței betonului cu o soluție specială

Domeniu de aplicare

Metoda se aplică în cazul în care stratul de acoperire cu beton a armăturilor este carbonatat iar procesul de coroziune al armăturilor a fost inițiat, fără ca betonul de acoperire să fie fisurat datorită coroziunii armăturii (degradări de tip A1, D1, F1 la care betonul de acoperire este carbonatat). În cazul în metoda se aplică la elemente deja degradate prin coroziunea armăturii (fisuri, beton de acoperire expulzat), degradările se repară în prealabil (degradări de tip B1, B2, C2, D2, D3).

Tehnologia de aplicare

Soluția se aplică prin pensulare pe suprafața de beton curățată prin suflare cu aer comprimat sau spălare cu jet sub presiune.

Condiții de aplicare

Soluția se aplică pe suprafața curățată.

Produse recomandate

Sika FERROGARD 903, THORO TECT CR

R2. Protecția betonului

Principiul metodei

Fenomenul de carbonatare poate fi încetinit sau oprit prin aplicarea pe suprafața betonului a unui strat de protecție.

Domeniu de aplicare

Metoda se aplică în cazul în care stratul de acoperire cu beton este carbonatat iar procesul de coroziune al armăturilor a fost inițiat, fără ca betonul de acoperire să fie fisurat datorită coroziunii armăturii (degradări de tip A1, D1, F1 la care betonul de acoperire este carbonatat). În cazul în care metoda se aplică la elemente deja degradate prin coroziunea armăturii (fisuri cu deschideri de peste 0,5mm, beton de acoperire expulzat), degradările se repară în prealabil (degradări de tip B1, B2, C2, D2, D3).

Metoda se poate aplica și pentru protecția betonului cu fisuri fine (sub aproximativ 0,2mm deschidere) datorate contracției sau decalcifierii betonului în fază incipientă (degradări de tip A2 și C1 în cazul fisurilor din contracție).

Tehnologia de aplicare

1. Suprafața betonului se curăță de praf sau alte impurități (mușchi vegetal) prin periere mecanică sau cu jet de apă.
2. Se repară betonul degradat (beton de acoperire expulzat, segregat, etc.) aplicând una din metodele de reparare R5, R6, R7.
3. Stratul de protecție se aplică prin pensulare, cu rola sau prin pulverizare.

Condiții de aplicare

Este de preferat ca materialul de protecție să fie realizat pe bază de ciment cu adaosuri și să fie aplicat umed (sistemul adăugat trebuie să fie compatibil cu cel existent).

Stratul de protecție se aplică numai pe suprafața netedă și curată a betonului.

Este esențial ca întreaga suprafață să fie acoperită (să nu existe puncte de discontinuitate a stratului de acoperire).

Metoda se aplică în condițiile în care apa din interiorul elementului este înlăturată iar capătul se etanșează.

Produse recomandate

Pentru tencuire: SIKAGARD 552W, SIKAGARD 550W, MAXSEAL FLEX, D1-PAGELASTIC, D3-PAGEL

R3. Protecția armăturii

Principiul metodei

Armătura poate fi protejată în betonul carbonatat prin inhibitori de coroziune aplicați pe suprafața betonului.

Domeniu de aplicare

Metoda se aplică în cazul în care stratul de acoperire cu beton este carbonatat iar procesul de coroziune al armăturilor a fost inițiat, fără ca betonul de acoperire să fie fisurat datorită coroziunii armăturii (degradări de tip A1, D1, F1 și G1, la care betonul de acoperire este carbonatat).

În cazul în metoda se aplică la elemente deja degradate prin coroziunea armăturii (fisuri, beton de acoperire expulzat), degradările se repară în prealabil (degradări de tip B1, B2, C2, D2, D3), armăturile putând fi pasivate direct, utilizând același inhibitor.

Metoda se poate aplica și pentru protecția armăturii în beton cu fisuri fine (aproximativ 0,2mm) datorate contracției sau decalcifierii betonului în fază incipientă (degradări de tip A2 și C1 în cazul fisurilor din contracție), caz în care, protecția se aplică în mai multe straturi.

Tehnologia de aplicare

1. Suprafața betonului se curăță de praf sau alte impurități prin periere mecanică sau cu jet de apă.
2. Se repară betonul degradat (beton de acoperire expulzat, segregat, etc.) aplicând una din metodele de reparare R5, R6, R7.
3. Inhibitorii se aplică prin pulverizare, printr-una sau mai multe treceri, conform specificațiilor producătorului.

Condiții de aplicare

Inhibitorii se aplică numai pe suprafața netedă și curată a betonului.

Metoda se aplică în condițiile în care apa din interiorul elementului este înlăturată iar capătul etanșat.

Produse recomandate

PROTECTOSIL, THORO STRUCTURE PRIMER

R4. Închiderea fisurilor cu deschideri de până la 0,5mm

Principiul metodei

Fisurile cu deschideri între 0,2 și 0,5mm, se pot închide prin aplicarea unui strat de mortar de reparație numai după ce, în prealabil, pe traseul fisurilor, suprafața betonului a fost tratată cu inhibitori de coroziune pentru armături.

Domeniu de aplicare

Metoda se aplică în cazul fisurilor provenite din exfiltrații sau din coroziunea armăturii (degradări de tip A3, C1 și eventual C2 și G2, dacă fisurile nu sunt generalizate).

Tehnologia de aplicare

1. Suprafața betonului se curăță de praf sau alte impurități prin periere mecanică sau cu jet de apă sub presiune. În cazul în care se folosește apa ca agent de curățare, inhibitorii se vor aplica numai după zvântarea apei de pe suprafața betonului și din fisuri.
2. Se repară betonul degradat (beton de acoperire expulzat, segregat, etc.) aplicând una din metodele de reparare R5, R6 și R7.
3. Inhibitorii se aplică prin pulverizare sau pensulare, prin una sau mai multe treceri, conform specificațiilor producătorului.
4. Stratul de protecție se aplică prin pensulare, cu rola sau prin tencuire.

Condiții de aplicare

Atât straturile de reparație cât și inhibitorii se aplică numai pe suprafața curată a betonului. Metoda se aplică în condițiile în care apa din interiorul elementului este înlăturată iar capătul etanșat. Metoda se poate aplica în același timp cu reparația prin chituire a fisurilor cu deschideri mai mari de 0,5mm (R5), pe porțiunile în care aceste fisuri deschiderea acestor fisuri se micșorează.

Produse recomandate

SIKAGARD 550, MAXSEAL FLEX, THOROSEAL FX, D3 PAGEL

R5. Chituirea fisurilor cu deschideri de peste 0,5mm și a segregărilor înguste (3...5mm) din îmbinări

Principiul metodei

Fisurile cu deschideri de peste 0,5mm, se pot închide prin aplicarea unui chit de reparație după ce traseul fisurii se șanfrenează iar armăturile se pasivează. Metoda se poate aplica și în cazul segregărilor înguste (3...5mm) din lungul îmbinărilor .

Domeniu de aplicare

Metoda se aplică în cazul fisurilor provenite din coroziunea armăturii (degradări de tip C2, E1, F2 și C4, dacă betonul de acoperire nu se desprinde de pe armătură) și a segregărilor din lungul îmbinărilor (degradări de tip D2 și D3 atunci când armătura transversală nu este afectată). Metoda nu se poate aplica în cazul fisurilor și crăpăturilor dese, apărute după ambele direcții (de tipul C3).

Tehnologia de aplicare

1. Se practică pe traseul fisurii un șanfren de 1...2cm lățime, până în preajma armăturii utilizând un polizor cu disc sau o unealtă rotopercutoare. În îmbinările segregate se înlătură tot agregatul neaderent, fără a afecta integritatea armăturii transversale.
2. Suprafața betonului se curăță de praf sau alte impurități prin periere mecanică sau cu jet de apă sub presiune.
3. Se aplică pe traseul fisurii sau a îmbinării curățate, inhibitorul de coroziune. În cazul în care se folosește apa ca agent de curățare, inhibitorii se vor aplica numai după zvântarea apei de pe suprafața betonului și din fisuri.
4. Se aplică chitul de reparație prin presare cu șpaclul.

Condiții de aplicare

De cele mai multe ori, în această situație se impune și protejarea restului suprafeței prin una din metodele anterioare, funcție de natura degradărilor (în principiu, dacă o parte din armături corodează și expulzează betonul, este de așteptat ca fenomenul să continue și la celelalte armături, motiv pentru care metoda trebuie întrebuințată împreună cu una de protecție a betonului și armăturilor). O metodă de protejare a restului suprafeței este hidrofobizarea (aplicată conform ghidului GE 030-97).

Metoda se aplică în condițiile în care apa din interiorul elementului este înlăturată iar capătul etanșat.

Produse recomandate

SIKA REPAIR 10, SIKA REPAIR 20, MAXREST, MAXRITE 700, THORO STRUCTURITE 10, THORO STRUCTURITE 300, D3-PAGEL, EH192-PAGEL, MS20-PAGEL

R6. Completarea betonului de acoperire expulzat și a betonului segregat de la îmbinările cofrajelor

Principiul metodei

Betonul de acoperire expulzat și betonul segregat din îmbinări se pot reface prin completare cu mortar, după ce se înlătură agregatele neaderente, se curăță și se pasivează armătura.

Domeniu de aplicare

Metoda se aplică în cazul betonului expulzat datorită coroziunii armăturii coroziunea armăturii (degradări de tip B2, B3, E2, F3, H2, I1, I3 și D4, D5, F4, I2 în cazul în care freta nu este întreruptă pe mai mult de 10 spire) și a segregărilor din lungul îmbinărilor (degradări de tip D2 și D3 atunci când armătura transversală nu este întreruptă pe mai mult de 10 spire). Metoda se poate aplica și în cazul în care betonul de acoperire este crăpat și fisurat (degradări de tipul C3, C5), după înlăturarea acestuia, dacă degradările nu sunt generalizate. Dacă degradările menționate anterior sunt generalizate, metoda se poate aplica numai la recomandarea expertului, în cazul în care nivelul de degradare al armăturilor nu afectează capacitatea portantă a stâlpului cu mai mult de 20%.

Tehnologia de aplicare

1. Se înlătură betonul de acoperire și agregatele neaderente utilizând un polizor cu disc, o unealtă cu percuție, prin sablare sau cu jet de apă sub presiune. În cazul curățirii betonului cu polizorul sau prin percuție, este necesară curățarea suplimentară a armăturii prin periere mecanică.
2. Înainte de aplicarea mortarului, suprafața betonului și a armăturii se curăță de praf sau alte impurități prin suflare cu aer comprimat (operația nu este necesară în cazul curățirii cu jet de apă).
3. Se aplică mortarul de reparație. Deoarece, în cazul acestor degradări este de așteptat ca și armăturile din vecinătatea zonei cu beton de acoperire expulzat sau segregat să fie afectate de coroziune, se recomandă aplicarea unui inhibitor de coroziune pe armăturile aparente și pe o suprafața de beton de circa 15...20cm în afara zonei cu armături aparente.
4. Pe restul stâlpului se aplică celelalte soluții de protecție și/sau de reparare (R1...R5, R7).

Condiții de aplicare

Metoda se aplică în cazul degradărilor locale (expulzări ale betonului de acoperire și segregări ale îmbinărilor). În cazul în care aceste degradări sunt generalizate, se vor aplica soluțiile R7 sau R8. Decizia pentru aplicarea acestor metode se ia de către expert, în urma evaluării nivelului de asigurare al elementului. În cazul în care freta este afectată pe lungimi mai mari de 5 spire sau în mai multe zone, se vor aplica soluțiile care implică refacerea armăturii transversale, decizia fiind luată tot pe baza evaluării capacității portante reziduale a elementului.

Produse recomandate

SIKA REPAIR 10, SIKA REPAIR 20, MAXREST, MAXRITE 700, THORO STRUCTURITE 10, THORO STRUCTURITE 300, D3-PAGEL, EH192-PAGEL, MS20-PAGEL, R20-PAGEL

R7. Refacerea prin tencuire sau injectare în cofraj a betonului de acoperire

Principiul metodei

Betonul de acoperire expulzat, betonul segregat din îmbinări și betonul de acoperire cu grosime mică sau carbonatat se poate reface prin tencuire sau prin injectarea într-un cofraj a unui strat de beton de nisip.

Domeniu de aplicare

Metoda se aplică în cazul degradărilor generalizate care se extind dinspre bază spre capătul stâlpului. Metoda se aplică pentru repararea aceluiași tipuri de degradări ca și cea anterioară (degradări de tip B2, B3, E2, F3, H2, I1, I3 și D4, D5, F4, I2 în cazul în care freta nu este întreruptă pe mai mult de 10 spire) și a segregărilor din lungul îmbinărilor (degradări de tip D2 și D3 atunci când armătura transversală nu este întreruptă pe mai mult de 10 spire). Metoda se poate aplica și dacă betonul de acoperire este crăpat și fisurat (degradări de tipul C3, C5) dacă elementul are capacitatea portantă acceptabilă.

Tehnologia de aplicare

1. Se înlătură betonul de acoperire și agregatele neaderente utilizând un polizor cu disc, o unealtă cu percuție, prin sablare sau cu jet de apă sub presiune. În cazul curățirii betonului cu polizorul sau prin percuție, este necesară curățarea suplimentară a armăturii prin periere mecanică.
2. Înainte de aplicarea mortarului, suprafața betonului și a armăturii se curăță de praf sau alte impurități prin suflare cu aer comprimat (operația nu este necesară în cazul curățirii cu jet de apă). Mortarul se aplică de la baza stâlpului, situație în care acesta trebuie dezgolit până la nivelul fundației.
3. Este de preferat ca, înainte de aplicarea mortarului, să se aplice un inhibitor de coroziune.
4. Se aplică mortarul de reparație pe suprafața stâlpului, pe întreaga circumferință, de la bază, pe înălțimea pe care se extind degradările. Stratul de mortar, aplicat prin tencuire, se poate arma cu o plasă din sârmă (plasă rabbit).

Injectarea în cofraj a mortarului presupune realizarea următoarelor operații:

- aplicarea cofrajului metalic format din două părți, centrarea și etanșarea acestuia la bază (cu mortar de ciment);
 - injectarea betonului de nisip (preparat conform instrucțiunilor C248-93) pe la partea inferioară a cofrajului;
5. Dacă este cazul, pe restul stâlpului se aplică celelalte soluții de protecție și/sau de reparare (R1...R6).

Condiții de aplicare

Metoda se aplică în cazul degradărilor generalizate (expulzări ale betonului de acoperire și segregări ale îmbinărilor), în cazul în care acestea se extind dinspre baza stâlpului, spre vârf (nu se recomandă astfel de bandaje izolate, pe înălțimea stâlpului). Stratul de mortar va avea o grosime de 5-20mm, funcție de tipul mortarului folosit. Decizia pentru aplicarea acestei metode se ia de către expert, în urma evaluării nivelului de asigurare al elementului.

Produse recomandate

Pentru tencuire: SIKA REPAIR 10, SIKA REPAIR 20, MAXREST, MAXRITE 700, THORO STRUCTURITE 10, THORO STRUCTURITE 300, B1-PAGEL, MS02-PAGEL, MS20-PAGEL, R20-PAGEL

Pentru turnare în cofraj: SIKA GROUT 311/314, THORO STRUCTURITE FR, V1/50-PAGEL, V14-PAGEL

R8. Eliminarea apei și refacerea etanșeității

Principiul metodei

Se practică o gaură la baza stâlpului prin care este eliminată apa. Apa din zona fundației se elimină cu o pompă iar spațiul se umple cu mortar de ciment.

Domeniu de aplicare

Toți stâlpii în care s-a infiltrat apă prin capătul neetanș. Prezența apei în stâlp poate fi identificată prin urmele decalcifierii (degradările de tip A2, A3) și microfisuri, fisuri și/sau crăpături prin care exfiltrează apa (degradările de tip C1, C2, C3). Eliminarea apei din stâlp trebuie asociată cu etanșarea capătului stâlpului.

Tehnologia de aplicare

1. Se practică o gaură la baza stâlpului cu caroteza, de 30mm diametru.
2. După scurgerea apei se recomandă injectarea unui mortar de ciment în stâlp, până la nivelul găurii, pentru a se elimina și apa din stâlp, de pe înălțimea fundației.
3. Gaura se închide prin turnarea de mortar în exces într-o pâlnie atașată la gaură (astfel, nivelul mortarului din interior va fi peste cel al găurii).
4. Capătul stâlpului se etanșează aplicând una din soluțiile:
 - se desface betonul de etanșare existent și se aplică un element de închidere prefabricat (soluția se aplică atunci când betonul de etanșare este puternic degradat);
 - se curăță de tencuială capul stâlpului și se aplică un strat impermeabil de mortar;
 - se aplică provizoriu un manșon termocontractabil, până la montarea unui paratrăsnet baionetă.În cazul în care la capătul stâlpului este un paratrăsnet, acesta etanșează astfel:
 - se demontează paratrăsnetul și se remontează în soluție baionetă;
 - capătul stâlpului se remediază în una din soluțiile anterioare.

Condiții de aplicare

Eliminarea apei din stâlpi este prima operațiune care trebuie făcută, înainte de aplicare a oricăreia din soluțiile de reparare.

Produse recomandate

Beton de nisip, SIKA ANCORFIX, V1/50-PAGEL

R9. Umplerea golului central

Principiul metodei

Se practică o gaură la baza stâlpului prin care se introduce microbeton în golul stâlpului.

Domeniu de aplicare

Soluția se aplică atunci când elementul este perforat motiv pentru care nu se poate aplica un mortar de completare (degradările de tip C6, D6, E3, F6, G3). În general este suficientă umplerea golului cu circa 40...50cm deasupra zonei degradate.

Tehnologia de aplicare

1. Se practică o gaură la baza stâlpului cu caroteza, de 30...50mm diametru, funcție de diametrul furtunului de la pompa de injectare. Gaura trebuie practicată între armăturile longitudinale (poziția acestora se determină cu profometrul).
2. Se cofrează gaura din stâlp.
3. Se introduce microbetonul (beton de nisip) sub presiune. În cazul în care nu se injectează decât o porțiune din gol, înălțimea acesteia se controlează prin cantitatea de material injectată sau printr-o gaură de 2cm diametru făcută la nivelul până la care se dorește umplerea stâlpului.
4. Se etanșează golul de injectare cu un cofraj.

Condiții de aplicare

Soluția se aplică împreună cu soluțiile de reparare anterioare.
Soluția poate fi aplicată ca și soluție de asigurare, de urgență.

Produse recomandate

Beton de nisip, V1/160-PAGEL, V14-PAGEL

R10. Refacerea fretei prin cămășuire

Principiul metodei

Freta, întreruptă în dreptul îmbinării, se reface prin cămășuirea stâlpului (se mulează pe stâlp o plasă sudată care se înglobează în beton).

Domeniu de aplicare

Metoda se aplică în cazul degradărilor generalizate care se extind dinspre bază spre capătul stâlpului, atunci când freta este întreruptă pe porțiuni mari (peste 10 spire), în special la îmbinarea verticală (degradări de tip B3, C3, C5, D3, D4, D5, F4, F5, F4, I2). Metoda se poate aplica și dacă se îndepărtează betonul de acoperire crăpat și fisurat iar armăturile longitudinale rămân aparente. Metoda se recomandă pentru repararea degradărilor de la baza stâlpului (maxim 1/3 inferioară).

Tehnologia de aplicare

1. Se înlătură betonul de acoperire și agregatele neaderente utilizând un polizor cu disc, o unealtă cu percuție, prin sablare sau cu jet de apă sub presiune. În cazul curățirii betonului cu polizorul sau prin percuție, este necesară curățarea suplimentară a armăturii prin periere mecanică.

2. Înainte de aplicarea betonului, suprafața betonului existent și a armăturii se curăță de praf sau alte impurități prin suflare cu aer comprimat (operația nu este necesară în cazul curățirii cu jet de apă). Betonul se aplică de la baza stâlpului, situație în care acesta trebuie dezgolit până la nivelul fundației.

3. Este de preferat ca, înainte de betonare să se aplice un inhibitor de coroziune.

4. Se montează plasa metalică cu ochiuri pătrate sau dreptunghiulare, la care diametrul barelor orizontale să fie de 6mm. Plasa se petrece cu 25cm (2,5 ochiuri). Montarea plasei se face prin fixarea de beton la un capăt (cu ancore expandate M6) și mularea pe suprafața stâlpului.

5. Aplicarea betonului prin injectare în cofraj sau torcretare.

Injectarea în cofraj a betonului de nisip presupune realizarea următoarelor operații:

- aplicarea cofrajului metalic format din două părți, centrarea și etanșarea acestuia la bază (cu mortar de ciment);

- injectarea betonului de nisip (preparat conform instrucțiunilor C248-93) pe la partea inferioară a cofrajului;

Aplicarea prin torcretare a betonului se face cu utilaj specializat.

6. Dacă este cazul, pe restul stâlpului se aplică celelalte soluții de protecție și/sau de reparare (R1...R6).

Condiții de aplicare

Metoda se aplică în cazul fretei întrerupte în zonele de îmbinare în special și în cazul degradărilor generalizate (expulzări ale betonului de acoperire și segregări ale îmbinărilor), de la baza stâlpului. Grosimea stratului de acoperire cu beton a armăturii va fi de 20mm iar grosimea cămășuiei nu va depăși 40mm. Decizia pentru aplicarea acestei metode se ia de către expert, în urma evaluării nivelului de asigurare al elementului.

Observații

Soluția se justifică în cazul în care metoda R11 se consideră prohibitivă din punctul de vedere al costurilor sau se aplică la un număr suficient de mare de stâlpi astfel încât să justifice realizarea unui cofraj metalic pe dimensiunile stâlpilor de reparat.

Produse recomandate

Beton de nisip (C248-93), betoane cu agregat mărunț (NE012-99), SP20-PAGEL

R11. Refacerea fretei prin bandajare

Principiul metodei

Freta, întreruptă în dreptul îmbinării, se reface prin bandajare cu fâșii din țesături aplicate prin lipire cu rășini epoxidice. Lățimea bandajelor și distanțele dintre bandaje se stabilesc funcție de poziția degradărilor (fretei întrerupte).

Domeniu de aplicare

Metoda se aplică în cazul când freta este întreruptă pe porțiuni mari (peste 10 spire), în special la îmbinarea verticală (degradări de tip D3, D4). În cazul în care elementul prezintă degradări generalizate, acestea trebuie reparate folosind metodele anterioare (bandajul nu se aplică pe betonul fisurat sau crăpat datorită coroziunii armăturii).

Tehnologia de aplicare

1. Se fac reparațiile la element în funcție de natura degradărilor, urmând una din soluțiile anterioare (R1...R6).
2. Se aplică un strat de rășină pe circumferința elementului, de circa 1,3 ori mai lat ca banda de țesătură.
3. Se aplică banda de țesătură și se petrece pe o lungime de circa 1/3 din perimetrul secțiunii.
4. Se aplică unul sau mai multe straturi de rășină pentru impregnarea țesăturii.
5. Bandajul se poate vopsi în aceeași culoare cu stâlful.

Condiții de aplicare

Distanța dintre bandaje rezultă în funcție de lungimea pe care este întreruptă freta. În principiu, pe 1m lungime de fretă întreruptă într-o îmbinare verticală sunt suficiente 4 benzi de 10cm lățime, dispuse la intervale de 20cm. În cazul utilizării de benzi din țesătură din fibră de sticlă, acestea se vor aplica în conformitate cu prevederile instrucțiunilor C149-87. În cazul utilizării benzilor din țesătură din fibră de carbon, se vor aplica instrucțiunile producătorului, inclusiv pentru alegerea rășinii de amorsare și impregnare.

Observații

Soluția se poate utiliza și ca soluție de urgență pentru asigurarea elementelor cu degradări foarte grave.

Produse recomandate

SIKA CARBO-DUR SISTEM, SIKA WRAP SISTEM, DRIZORO WRAP

R12. Refacerea/suplimentarea armăturii longitudinale prin cămășuire

Principiul metodei

Se realizează o cămășuire prin adăugarea de bare longitudinale uniform distribuite pe circumferință și o armătură transversală sub formă de plasă.

Domeniu de aplicare

Metoda se aplică în cazul degradărilor generalizate de la baza stâlpului, atunci armătura longitudinală este corodată sau insuficientă și când freta este întreruptă pe porțiuni mari (peste 10 spire), în special la îmbinarea verticală (degradări de tip B3, C3, C5, D3, D4, D5, F4, F5, F4, I2). Metoda se poate aplica și dacă se îndepărtează betonul de acoperire crăpat și fisurat iar armăturile longitudinale rămân aparente. Metoda se recomandă pentru repararea degradărilor de la baza stâlpului (maxim 1/3 inferioară) și pentru consolidarea acestuia (creșterea capacității portante).

Tehnologia de aplicare

1. Se înlătură betonul de acoperire și agregatele neaderente utilizând un polizor cu disc, o unealtă cu percuție, prin sablare sau cu jet de apă sub presiune. În cazul curățirii betonului cu polizorul sau prin percuție, este necesară curățarea suplimentară a armăturii prin periere mecanică.
2. Se dezgolește fundația stâlpului și se curăță betonul pe fața acesteia. Se forează găuri de 50cm lungime și 30mm diametru în blocul de fundație, pentru ancorarea barelor de armătură (Ø12 sau Ø14 PC52, la distanțe de maxim 15cm).
3. Se introduce în găuri un mortar de ciment fluid (se pot folosi și ancore chimice) și apoi se introduc barele de armătură.
4. Se montează plasa în jurul stâlpului (ca și la soluția R10).
5. Înainte de turnarea betonului, suprafața betonului existent și a armăturii se curăță de praf sau alte impurități prin suflare cu aer comprimat (operația nu este necesară în cazul curățirii cu jet de apă).
6. Turnarea betonului în grosime de 10cm, pe tronsoane de 50cm înălțime.
Betonul Se poate aplica și prin torcretare.
5. Dacă este cazul, pe restul stâlpului se aplică celelalte soluții de protecție și/sau de reparare (R1...R6).

Condiții de aplicare

Metoda se aplică, în primul rând, în cazul în care se impune consolidarea stâlpului (creșterea capacității portante) iar înlocuirea acestuia nu este posibilă. Decizia pentru aplicarea acestei metode se ia de către expert, în urma evaluării nivelului de asigurare al elementului.

Observații

Turnarea betonului într-un spațiu de grosime redusă implică utilizarea de adaosuri pentru mărirea fluidității.

Produse recomandate

Beton de nisip (C248-93), betoane cu agregat mărunț (NE012-99)

R13. Refacerea/suplimentarea armăturii prin bandajare

Principiul metodei

Armătura longitudinală și freta, întreruptă în dreptul îmbinării, se pot reface prin bandajare cu țesătură aplicată prin lipire cu rășini epoxidice. Țesătura se înglobează în beton, la partea inferioară, pe o înălțime de minimum 25cm. Metoda se aplică pe treimea inferioară a stâlpului.

Domeniu de aplicare

Metoda se aplică în cazul când armătura longitudinală este degradată și freta este întreruptă pe porțiuni mari (peste 10 spine). În cazul în care elementul prezintă degradări generalizate, acestea trebuie reparate folosind metodele anterioare (bandajul nu se aplică pe betonul fisurat sau crăpat datorită coroziunii armăturii).

Tehnologia de aplicare

1. Se fac reparațiile la element în funcție de natura degradărilor, urmând una din soluțiile anterioare (R1...R6).
2. Se aplică un strat de rășină pe circumferința elementului, pe înălțimea ce urmează a se repara.
3. Se aplică țesătura și se petrece pe o lungime de circa 1/3 din perimetrul secțiunii.
4. Se aplică unul sau mai multe straturi de rășină pentru impregnarea țesăturii.
5. Se execută cuzinetul din beton armat de la baza stâlpului
6. Bandajul se poate vopsi în aceeași culoare cu stâlpul.

Condiții de aplicare

În cazul utilizării de țesături din fibră de sticlă, acestea se vor aplica în conformitate cu prevederile instrucțiunilor C149-87. În cazul utilizării de țesături din fibră de carbon, se vor aplica instrucțiunile producătorului, inclusiv pentru alegerea rășinii de amorsare și impregnare.

Observații

Soluția se poate utiliza și ca soluție de urgență pentru asigurarea elementelor cu degradări foarte grave.

Produse recomandate

SIKA CARBO-DUR SISTEM, SIKA WRAP SISTEM, DRIZORO WRAP

R14. Consolidarea fundațiilor

Principiul metodei

Fundațiile care s-au rotit de pot consolida prin lestare.

Domeniu de aplicare

La fundații care s-au rotit din cauza diminuării capacității portante a terenului de fundare sau suprasolicitării stâlpilor cu sarcini orizontale.

Tehnologia de aplicare

1. Se descarcă stâlpul de sarcina orizontală (cablurile).
2. Se sapă în jurul fundației, pe o adâncime de maxim $\frac{1}{4}$ din înălțimea acesteia.
3. Se execută o dală din beton armat, extinsă înspre partea opusă înclinării stâlpului.

Condiții de aplicare

Soluția se proiectează în funcție de condițiile locale de teren

R15. Ancorarea stâlpilor

Principiul metodei

Cablurile de ancorare degradate se înlocuiesc iar bucelele de ancorare se protejează. Stâlpii fără ancore dar cu tendințe de înclinare se ancorează în aceleași condiții ca și stâlpii prevăzuți inițial cu ancore

Domeniu de aplicare

Soluția se aplică în cazul înclinării stâlpilor.

Tehnologia de aplicare

1. Se realizează fundația ancorei.
2. Se descarcă stâlpul de sarcina orizontală (cablurile).
3. Se montează ancora.

Condiții de aplicare

Soluția se proiectează în funcție de condițiile locale de teren și încărcările orizontale.

R16. Repararea îmbinărilor

Principiul metodei

Se îndepărtează mortarul de protecție și se reface cu mortar aderent sau se protejează prin vopsire.

Domeniu de aplicare

Soluția se aplică la îmbinările stâlp riglă.

Tehnologia de aplicare

1. Se desface mortarul
2. Se curăță elementele metalice
3. Se aplică vopseaua sau mortarul de protecție.

Condiții de aplicare

Curățirea suprafeței pieselor metalice trebuie să asigure îndepărtarea completă a vechii protecții.

Produse recomandate

SIKA REPAIR 20, THORO STRUCURITE 100, R20-PAGEL

ANEXE

Terminologie

Referințe

Dotarea minimă necesară responsabilului cu urmărirea comportării
construcțiilor

Exemple de materiale aplicabile

TERMINOLOGIE

Carbonatare: procesul de transformare a hidroxidului de calciu din piatra de ciment în carbonat de calciu, sub acțiunea bioxidului de carbon din atmosferă. În beton, armăturile sunt protejate de mediul alcalin dat de prezența hidroxidului de calciu. După carbonatarea stratului de acoperire cu beton, se inițiază procesul de coroziune al armăturilor. Alcalinitatea stratului de acoperire se măsoară prin indicele pH. Se consideră că armăturile din beton sunt protejate de alcalinitatea acestuia dacă indicele pH este în jurul valorii de 9...9,5. Acest indice se poate măsura cu soluție de fenolftaleină 1%, cu care se stropește betonul în spărtură proaspătă. Betonul alcalin se înroșește, în timp ce betonul carbonatat nu își schimbă culoarea. Termenul este echivalent cu cel de dezalcalinizare.

Agent agresiv: compus chimic care conduce la degradarea betonului și/sau armăturii din elementele de construcții. În mediul natural, agentul agresiv este bioxidul de carbon din atmosferă. În mediul industrial, agenții agresivi sunt diverși, practic toate substanțele chimice pot ataca betonul și/sau armătura.

Defect: definește starea elementului care nu corespunde condițiilor de execuție specificate în reglementările tehnice în vigoare. Defectul poate apărea la fabricație sau pe parcursul exploatarei. În cazul elementelor de construcție, pentru definirea defectelor apărute pe parcursul exploatarei este de preferat noțiunea de *degradare* având în vedere că aceasta exprimă mai relevant faptul că defectele apar și se agravează treptat, în timp, ca urmare a unor acțiuni pe care le suportă elementul.

Degradare: definește starea în care ajunge elementul care, în urma unor acțiuni suferite, își pierde din caracteristicile de rezistență, durabilitate sau formă, proiectate și rezultate în urma execuției. În cazul în care proiectarea s-a dovedit deficitară și a condus la apariția degradărilor în exploatare, noțiunea s-ar putea extinde și în sensul de a defini prin *degradări inițiale* neconformitățile cu prescripțiile tehnice în vigoare sau nivelul cunoștințelor la data analizării. Tot ca degradări inițiale pot fi considerate și cele de execuție, având în vedere că elementul își începe durata de viață cu aceste degradări.

Avarie: definește acea stare a elementului în care acesta nu mai poate fi utilizat în condiții acceptabile de siguranță. Avaria poate fi considerată ca etapa finală a stării de degradare.

Durata de serviciu: durata după care un element de construcție își diminuează capacitatea portantă sub un grad de asigurare acceptabil, impus de reglementările în vigoare sau considerat de expert. De asemenea noțiunea poate fi legată și de alte criterii de scoatere din uz a elementului, cum sunt: adâncimea pe care betonul este afectat, procentul de reducere a secțiunii de armătură, funcțiunea, etc.

Capacitatea portantă reziduală: reprezintă capacitatea portantă a elementului cu degradări. Evaluarea capacității portante reziduale este un proces complex, având în vedere că nu se poate face cu exactitate cuantificarea degradărilor și considerarea acestora în calcule. De exemplu, capacitatea portantă reziduală a unui stâlp centrifugat cu goli în beton și armături aparente corodate poate fi dată de lungimea barelor de armătură aparente, care, dacă depășește o anumită lungime, flambează datorită eforturilor de compresiune (armătura nemaifiind înglobată în beton).

Grad de asigurare: noțiunea este definită în normativul P100-92, iar pentru stâlpii și riglele din stațiile de transformare acesta poate fi definit ca fiind raportul dintre efortul capabil și cel efectiv dintr-un element. Efortul capabil de determină funcție de alcătuirea elementului și degradările relevate (în principiu, secțiunile de armătură și beton rezultate în urma

degradărilor) iar efortul efectiv, funcție de încărcările evaluate în conformitate cu reglementările tehnice în vigoare. Se mai poate utiliza și termenul de nivel de asigurare.

Protecție: procedeul prin care un element de construcție este protejat împotriva acțiunii mediului agresiv natural sau industrial sau unor acțiuni de tip șoc.

Remediere: operația prin care se reface integritatea unui element de construcție cu defecte inițiale datorate, în principal, execuției, defecte care nu afectează capacitatea portantă a elementului și/sau durabilitatea acestuia.

Reparare: procedeul prin care unui element de construcție i se reface capacitatea portantă inițială, diminuată ca urmare a degradărilor sau avariilor suferite pe parcursul exploatării. Un element de construcție ajunge în stadiul de a necesita reparații în urma unor degradări survenite ca urmare a acțiunii agenților agresivi din mediul natural sau industrial și/sau acțiunilor de tip mecanic (încărcări).

Consolidare: procedeul prin care unui element de construcție i se mărește capacitatea portantă inițială, diminuată ca urmare a degradărilor sau avariilor suferite.

Reabilitare: termen care definește într-un cuvânt, cele procedee anterioare (protecție, remediere, reparare și consolidare) dar, termenul se poate extinde și la reabilitarea funcțională, de exemplu.

Mortar de reparație: toate tipurile de mortare prezentate în instrucțiuni preparate pe bază de rășini sintetice sau polimerice (termenul nu include mortarele de zidărie sau tencuieli care conțin var)

REFERINȚE

1. Regulament privind urmărirea comportării în exploatare, intervențiile în timp și postutilizarea construcțiilor (aprobat prin HCR nr. 766/1997).
2. NE 012-1999 – Cod practică pentru executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat
3. C 248-1993 – Instrucțiuni tehnice pentru realizarea betoanelor de nisip
4. GM 017-2003 – Ghid privind urmărirea comportării în exploatare a construcțiilor situate în medii agresive.
5. GE 030-1997 – Ghid privind execuția protecțiilor prin hidrofobizare a materialelor de construcție aparente (lemn, beton, cărămidă, piatră naturală și artificială) BC8/2001
6. GP 033-1998 – Ghid de proiectare și execuție pentru realizarea intervențiilor cu betoane polimerice armate la elemente din beton armat degradate prin coroziune.
7. C 170-1987 – Instrucțiuni tehnice pentru protecția elementelor din beton armat și beton precomprimat supraterane în medii naturale și industriale.
8. C 149-1987 – Instrucțiuni tehnice privind procedeele de remediere a defectelor pentru elemente de beton armat și beton armat.
9. GP 047 – Ghid de proiectare, execuție și exploatare privind protecția anticorozivă a elementelor din beton armat și beton precomprimat supraterane, situate în medii agresive.
10. P130-1999 – Normativ privind urmărirea comportării în timp a construcțiilor.
11. C 244-1993 – Ghid pentru inspecție și diagnosticare privind durabilitatea construcțiilor din beton armat și precomprimat
12. C 26-1985 – Normativ pentru încercarea betonului prin metode nedistructive
13. C 117-1970 – Instrucțiuni tehnice pentru folosirea radiografei la determinarea defectelor din elementele de beton armat
14. C 205-1981 – Instrucțiuni tehnice privind încercarea in situ prin încercări statice, conform STAS 1336-980 a construcțiilor civile și industriale
15. C 222-1985 – Instrucțiuni tehnice privind utilizarea metodelor acustice prin șoc la controlul calității elementelor prefabricate
16. C 231-1989 – Instrucțiuni tehnice privind folosirea metodei semidistructive prin smulgere de pe suprafață de determinare a rezistenței betonului în lucrare
17. C 236-1991 – Instrucțiuni tehnice privind folosirea metodei semidistructive prin smulgere din profunzime la determinarea rezistenței betonului din lucrare.
18. C54-1981 – Instrucțiuni tehnice pentru încercarea betonului cu ajutorul carotelor.
19. SR 13380-1997 – Betoane și mortare de ciment. Determinarea adâncimii de penetrare a ionilor de clor pe elemente de construcție.
20. SR 13381-1997 – Betoane și mortare de ciment. Determinarea adâncimii de carbonatare pe elemente de construcții.
21. STAS 10107/0-90 – Construcții civile și industriale. Calculul și alcătuirea elementelor structurale din beton, beton armat și beton precomprimat
22. C130 1978 – Instrucțiuni tehnice pentru aplicarea prin torcretare a mortarelor și betoanelor.
23. C56-1985 – Normativ pentru verificarea calității și recepția lucrărilor de construcții și instalații.

**DOTAREA MINIMĂ NECESARĂ RESPONSABILULUI
CU URMĂRIREA COMPORTĂRII CONSTRUCȚIILOR**

1. Aparat foto digital, dotat cu teleobiectiv (zoom min x10).
2. Unealtă rotopercutoare (dotată cu șpiț, daltă, burghie și adaptor pentru colectare praf).
3. Soluție de fenolftaleină, 1%.
4. Profometru (sau pahometru, sau cover-meter).
5. Computer portabil cu programe de prelucrare imagini.