

**METODOLOGIE DE
INVESTIGARE A ZIDĂRIILOR VECHE
INDICATIV MP007-99**

CUPRINS

Introducere : Obiect și conținut	7
Cap. I: Date de identificare ale obiectivului.....	9
Cap. II: Cerințe de investigație-diagnosticare.....	19
Cap. III: Metode de investigație	21
Cap. IV: Analiza și interpretarea rezultatelor încercărilor	38
Cap. V: Concluzii și recomandări	40
Bibliografie	41
ANEXA 1 Procedură minimală de investigație a mortarelor de zidărie ..	43
ANEXA 2 Procedură tehnică de lucru (carotă mare, monolit)	70
ANEXA 3 Metodă de investigație nedistructivă a mortarelor de zidărie (sclerometrul Schmidt PM PROCEQ)	73

METODOLOGIE DE INVESTIGAȚIE A ZIDĂRIILOR VECHI

Introducere

Obiectul și conținutul ghidului

Evaluarea nivelului de protecție a construcțiilor existente în vederea reducerii riscului seismic trebuie să constituie o preocupare sistematică și permanentă a tuturor deținătorilor de clădiri.

Potrivit prevederilor cap. 11 din Normativul P100-92, una din metodele de investigație pentru evaluarea nivelului de protecție a construcțiilor existente, este metoda încercărilor nedistructive, care prevede determinarea rezistențelor materialelor prin încercări directe asupra elementelor componente ale structurilor care sunt expertizate.

La construcțiile existente, la care nu sunt cunoscute caracteristicile de rezistență și deformabilitate ale materialelor, sau la care se are în vedere identificarea unor zone în care s-au creat discontinuități, degradări sau legături necontrolate, se prevede ca expertul să aprecieze necesitatea și va decide efectuarea unor încercări nedistructive. Potrivit prevederilor Normativului, aceste încercări vor fi :

- încercări asupra materialelor, pentru evaluarea caracteristicilor de rezistență ale acestora;

- măsurători dinamice pentru ansamblul construcției.

Pentru cazul construcțiilor din fondul existent, ale căror structuri sunt alcătuite din pereți portanți din zidărie, aceste prevederi prezintă o importanță deosebită, având în vedere lipsa de informații privind caracteristicile de rezistență și deformabilitate ale zidărilor vechi, alcătuite din cărămizi liate cu mortar, tencuite sau netencuite.

Starea acestor zidării este în prezent afectată de influențele factorilor de mediu specifici sitului în care este amplasată construcția respectivă, astfel încât estimarea - chiar orientativă - a rezervelor de rezistență capabile ale acestor structuri prezintă un grad ridicat de incertitudine. Pe de altă parte, amendarea-pentru calcul - a acestor rezistențe cu coeficienți subunitari reprezentând reduceri induse de uzură, oferă un câmp larg de contradicții cu privire la ponderile diferiților factori în acțiunea globală de degradare a materialelor ce

compun structura. Având în vedere că - prin concepție - zidăriile constituie un material complex, neomogen, neuniform și anizotrop, rezultat din asocierea cărămizii cu un mortar de legătură, schemele pentru determinarea rezistențelor de calcul pentru solicitările de bază au căutat să cuprindă scenariile cele mai semnificative din comportarea lor în exploatare. Ele nu au reușit - totuși - să exprime valori prea apropiate de comportarea reală în cazul zidărilor vechi, la care atât caracteristicile fizico-mecanice ale materialelor componente (cărămida și mortarul) cât și tehnologia de execuție și mai ales condițiile de exploatare, prezintă o largă arde de variație. Influențele acestor factori pot fi - cu dificultăți deosebite - exprimate prin coeficienți subunitari, tocmai datorită marii dispersii a structurii condițiilor de bază, ceea ce conduce la concluzia necesității obținerii unor răspunsuri pe baza unor încercări directe asupra calității acestor materiale.

Aceste probleme prezintă un accent mai grav pentru cazul clădirilor din clasele de importanță superioară și al clădirilor și construcțiilor din fondul de monumente istorice și de arhitectură, pentru care evaluările cât mai apropiate de realitate a caracteristicilor de rezistență și ductilitate ale materialelor componente ale structurii prezintă o importanță deosebită.

În strategia de abordare a acestor încercări urmează a se avea în vedere câteva aspecte de bază privind:

- parametrul ce urmează a fi evaluat prin utilizarea rezultatelor încercărilor;
- modelarea încercărilor într-o corespondență cât mai apropiată față de solicitările reale din operă;
- opțiunea pentru metode de încercare în situ, sau cu prelevare de probe și supunerea acestor probe la încercări de laborator care să modeleze inducerea - în probă - a stării de eforturi și deformații identice sau similare celei la care proba este supusă în lucrare;
- opțiunea obligatorie pentru metode combinate de determinare a stării de eforturi și deformații în încercările de laborator ale probelor prelevate.

Intrucât pentru realizarea acestor încercări nu este stabilit un statut pe bază de cadru normativ, experții neavând obligativitatea

disponerii unor astfel de testări în vederea precizării rezistențelor de calcul ale materialelor concrete ce compun structurile expertizate, în cele ce urmează se stabilesc condițiile obligatorii în care expertul va solicita realizarea acestor încercări.

Ghidul mai cuprinde cerințele de investigare și diagnosticare ale construcțiilor cu pereți structurali din zidărie veche, metodele de investigare ale calității acestora, modul de analiză și interpretare al rezultatelor acestor încercări de către expert, precum și concluzii și recomandări privind utilizarea lor în cuprinsul și propunerile expertizei.

CAP. I. DATE DE IDENTIFICARE ALE OBIECTIVULUI ISTORIC. STRUCTURĂ MATERIALE. DESCRIEREA STĂRII ACTUALE.

Pentru materialele ce alcătuiesc elementele construcțiilor realizate în trecut, zidăriile din cărămidă constituie un volum preponderent.

Așa cum este cunoscut, starea acestor zidării se află sub efectele diferiților factori ce au acționat în timp asupra lor, imprimându-le o stare diferită de cea inițială, prin reducerea proprietăților de rezistență și creșterea capacității de deformare. Uneori aceste efecte au condus la degradări atât de avansate încât pot impune măsuri de consolidare foarte severe.

Pentru cazul clădirilor și construcțiilor din fondul de monumente istorice și de arhitectură, această alternativă este exclusă, obiectul trebuind a fi reabilitat prin lucrări capitale care să respecte integral caracterul său inițial.

Toate aceste elemente conduc la necesitatea cunoașterii cât mai apropiate de realitate a calităților materialelor ce compun aceste zidării vechi și a naturii factorilor ce au provocat degradările care caracterizează starea lor actuală. De asemenea se impune cunoașterea evoluției în viitor a structurii (construcției) precum și modalitățile de remediere (reparare) pentru prelungirea duratei de viață.

Prezentul ghid se referă doar la punctele 1 și 2, și sugerează modul în care trebuie acționat, în scopul identificării și caracterizării materialelor folosite și a punerii unui diagnostic cât mai corect. Acest

ghid este conceput într-o manieră generalizată, astfel încât, funcție de gravitatea și posibilitățile financiare, să se poată răspunde parțial sau integral la o serie de întrebări legate de acest gen de activitate.

Încercările necesare unui diagnostic corect trebuie efectuate de laboratoare de profil și de personal competent.

I. 1. Secvența investigațiilor

Secvența logică a investigațiilor unei structuri poate fi enunțată după cum urmează:

- 1) Examinări și inspecții la fața locului, stabilirea încercărilor de laborator, efectuarea testelor propriuzise la fața locului;
- 2) Prelevarea de probe pentru analizele și încercări de laborator, efectuarea de teste la fața locului;
- 3) Încercări și investigații în laborator;
- 4) Prelucrarea rezultatelor de laborator și corelarea cu rezultatele examinărilor efectuate la fața locului.

Este de preferat această succesiune, dar există circumstanțe în care nu pot fi respectate în totalitate etapele ce vor fi detaliate în cadrul acestui capitol. Astfel, dacă costul accesului la fața locului este foarte mare, se poate consulta în prealabil laboratorul în problema probelor necesare, acestea putând să fie prelevate în același timp cu derularea încercărilor la fața locului. De asemenea, în situații precis delimitate se pot efectua analize și încercări de laborator preliminar, în baza cărora se poate stabili oportunitatea unor prelevări și analize suplimentare și de detaliu.

I.2. Inspecții și încercări la fața locului

I.2.1. Considerații preliminare

Atunci când investigațiile includ și identificarea deteriorărilor suferite de o structură de zidărie, procedura inspecției la fața locului nu suferă de cea de rutină efectuată de către specialiștii autorizați.

Inspecția la fața locului nu poate confirma nici infirma de una singură caracteristicile materialelor folosite și nici natura deteriorărilor. Prelevarea probelor și efectuarea încercărilor și analizelor sunt necesare pentru tragerea unor concluzii definitive.

În cazul deteriorărilor, scopul inspecțiilor la fața locului este acela de a stabili în ce măsură apar sau nu, în structura investigată, caracteristici de deteriorare, respectiv de a identifica și aprecia ce factori și în ce măsură aceștia au contribuit la deteriorarea sau distrugerea constatată. În acest scop trebuie adoptat cel mai bun plan sau strategie pentru testele la fața locului și cele de laborator necesare pentru a stabili cauza sau cauzele deteriorărilor.

Inspecția trebuie să fie completă și sistematică, evitându-se a se insista numai asupra zonelor cu deteriorări evidente și foarte grave. În același timp însă, pot exista zone de interes critic care vor fi examinate cu atenție, cum ar fi de exemplu cele care indică o arie foarte mare de deteriorare sau distrugere în zonele importante pentru rezistența și siguranța structurii, sau cele care indică deteriorări foarte grave ieșite din comun. Pentru comparare se pot alege acele zone care nu prezintă sau nu sunt afectate de deteriorări.

Unele părți din structură nu sunt vizibile, cum ar fi cazul fundațiilor sau componentele mascate de acoperiri, dar apariția unor efecte secundare cum ar fi deplasările, mișcările, etc., pot constitui un indiciu demn de luat în seamă. Consultarea evidenței documentare privind zonele ascunse ale structurii, observarea zonelor vizibile apropiate și rezultatele unor studii de caz ale unor structuri similare pot fi de folos în aprecierea oportunității examinării directe și a acestor zone nevăzute din structură.

I.2.2. Personal și expertiză

Supravegherea condițiilor efectuării inspecției de rutină va fi făcută de un personal cu experiență de profil care este calificat în efectuarea de observații și înregistrarea acestora.

Credibilitatea și corectitudinea observațiilor depinde foarte mult de pregătirea și calificarea profesională a expertului, fiind recomandat ca o astfel de activitate să fie efectuată de către un inginer proiectant sau cu profil de materiale de construcții, sau de preferat de o echipă mixtă interdisciplinară.

Este foarte important ca experții să fie familiarizați cu necesitățile și tehnicile de prelevare de probe precum și cu metodele de investigații la fața locului și încercări de laborator.

Investigarea efectuată de un inginer este uneori esențială în sugerarea posibilelor cauze ale rețelilor de fisuri vizibile. Dacă integritatea structurală este în dubiu, ea va fi evaluată de către un inginer cu calificare și experiență în domeniu construcțiilor, conform procedurilor și recomandărilor de profil existente la ora actuală.

1.2.3. Evidența documentară

Toate documentele referitoare la structură vor fi examinate și reținute înainte de efectuarea inspecției la fața locului. Ideal, acest studiu al documentelor trebuie efectuat de personalul care va participa la inspecție.

Detaliile care pot fi obținute în urma consultării datelor disponibile sunt următoarele:

- a) denumirea corectă și întreagă, sau cel puțin parțială a structurii, referințe proprii;
- b) localizarea exactă a structurii și conexiunile cu alte structuri vecine;
- c) tipul structurii și condițiile în care este expusă datorită locului sau funcționării;
- d) vârsta, inclusiv date complementare, și detalii privind lucrările minore sau majore de remediere;
- e) planuri și detalii de execuție cuprinzând poziționarea armăturilor, detalii privind moduri de îmbinare a elementelor de construcție, detalii de fundație;
- f) informații despre materialele folosite, sursa lor, etc.;
- g) rapoartele inspecțiilor sau/și a încercărilor anterioare, chiar și pentru cele de rutină sau specialitate, datele la care au fost semnalate primele semne de deteriorare sau distrugere. Astfel de rapoarte trebuie tratate cu precauție, fiind de preferat datele ce se referă la semnalarea primelor simptome de deteriorare sau/și distrugere;
- h) informații despre alte structuri similare, cu compoziții, condiții de mediu și vârste asemănătoare.

Desenele originale la scară, inclusiv planurile, releveele și secțiunile pot fi utile în această etapă. Copiile după astfel de desene sunt necesare la fața locului pentru a putea efectua observații și înregistrări corecte.

Validitatea evidenței documentelor și în mod special rezultatele încercărilor și analizelor de laborator anterioare trebuie analizate și înregistrate cu grijă, eventual verificate încă o dată înaintea efectuării observațiilor la fața locului.

1.2.4. Planificări

1.2.4.1. Echipament

Echipamentul pentru observațiile la fața locului va include:

- lupă de mână sau cu o mărime mai mare, de cca. 10, 20 ori;
- lupă binoculară, în special atunci când accesul la structură este limitat;

-oglindea;

-lanternă electrică puternică;

-aparat fotografic de calitate, prevăzut cu blitz puternic și film color pentru a obține imagini petrografice complete la fața locului;

-camera video, care se poate folosi pentru a produce imagini cu o rezoluție foarte bună;

-ciocan mic;

-cuțit;

-ruletă, de cca. 4 m;

-echer metalic;

-nivelă cu bulă de aer și fir de plumb;

-aparat de măsurat deschiderea fisurilor;

-echipament de control și teste nedistructive.

Observațiile la fața locului vor fi notate cu grijă într-un carnet. Se pot folosi de asemenea și reportofoane portabile, cu condiția unui zgomot de fond care să facă inteligibile cele înregistrate. Atunci când se poate, este de preferat ca aspectele vizibile de deteriorare sau distrugere să fie desenate pe copiiile planurilor și desenele la scară.

În anumite situații, investigarea la fața locului și prelevarea probelor trebuie efectuate în același timp, caz în care echipamentul trebuie completat și cu cel de prelevare a probelor, după cum se va prezenta în continuare. Pentru orice eventualitate, expertul trebuie să posede asupra sa atât punji de plastic cât și un marker special pentru situația în care consideră că trebuie efectuate prelevări de probe.

1.2.4.2. Accesul

De regulă, efectuarea investigației necesită permisiunea în scris, precum și programări privind data și durata efectuării lucrărilor.

Modalitățile de acces trebuie alese în funcție de situațiile specifice și de necesități. Acestea pot varia de la scări de frânghie sau cu trepte, estrade și reazeme, până la schele special construite pentru acces. Instalațiile de ridicare sau lifurile facilitează accesul, la fel și cărucioarele sau alte mijloace mecanice, care pot fi necesare pentru a facilita inspecția în zone cu accesibilitate directă redusă.

Accesul provizoriu va fi făcut în condiții de maximă securitate pentru experti.

Atunci când se execută și prelevarea de probe odată cu expertiza la fața locului, trebuie luate măsuri pentru asigurarea stabilității echipamentului și a personalului, mai ales în cazul utilizării carotezelor.

Sunt necesare de asemenea spații de parcare pentru vehicule și echipamente, provizii de apă precum și alte servicii.

În timpul expertizelor pot fi necesare de asemenea și echipamente de escavare pentru a putea accede la fundațiile structurii investigate.

1.2.5. Observații la fața locului

1.2.5.1. Considerații generale

Observațiile la fața locului trebuie efectuate în condiții de iluminare naturală foarte bună, atunci când este posibil. Starea vremii la data efectuării investigației va fi notată în măsura în care se

consideră că poate influența într-un fel observațiile efectuate. De asemenea s-a constatat că este recomandată a se efectua observațiile în condiții uscate imediat după ploaie din cauză că rețelele de fisuri foarte fine sau alte efecte sunt bine diferențiate din punct de vedere al contrastului cauzat de umezeală. Dacă se dispune de o sursă de apă, se poate produce un efect similar prin tamponarea suprafețelor în zonele incriminate sau presupus afectate.

1.2.5.2. Condiții de mediu

Condițiile de mediu la care structura investigată a fost expusă vor fi notate și analizate, inclusiv eventualele modificări notabile în timpul de funcționare până la data efectuării expertizei. Gradul de umezeală și frecvența ciclurilor de uscare-umezire sunt date importante și vor fi notate alături de cauzele umezirilor.

Dacă se inspectează fundațiile, trebuie avut în vedere faptul că expunerea mortarului care a stat acoperit, poate conduce la uscări și modificări ale suprafețelor expuse liber prin modificarea mediului în care au stat până la data investigației. În aceste condiții, interpretările observațiilor efectuate nu vor ține seama de modificările ulterioare ale suprafețelor dezgropate. Suprafețele care vin în contact cu soluții de săruri, cum ar fi apa de mare, săruri de topire a zăpezii, agenți industriali, vor fi examinate cu grijă, iar suprafețele afectate vor fi definite clar, notând orice variație a gradului de deteriorare în zonele respective.

1.2.5.3. Caracteristici de suprafață care indică prezența

unor posibile deteriorări

Această procedură nu intenționează să furnizeze un catalog atotcuprinzător al tuturor caracteristicilor care trebuie înregistrate în timpul investigației de rutină. Investigația și observațiile făcute se vor axa în mod special în direcția amplitudinii și a gravității frecărilor dintre simptomele specifice de mai jos.

a) Fisurarea

Vor fi notate cu grijă pozițiile și figurile formate de fisurile depistate. Fotografarea este o metodă rapidă și eficientă de

înregistrare a rețelilor formate de fisuri, dar crăpăturile vor fi desenate la scară, notând parametrii de celabii cum ar fi lungimea, deschiderea fisurii, adâncimea aparentă, continuitatea, suprafața pe care se întinde, traseele (de-a lungul sau prin cărămidă) precum și asocierile cu alte caracteristici, cum ar fi orientarea tensiunilor, decoări ale suprafețelor sau strat insuficient de acoperire.

Atunci când fisurarea se produce în zone structurale critice, sunt necesare mult mai multe desene și schițe ale fisurilor întâlnite. Trebuie acordată o mare atenție în diferențierea crăpăturilor de fisurile capilare cauzate de uscarea mortarului de acoperire.

Descrierea deschiderii fisurilor se va face folosind notații standard, de genul celor indicate mai jos.

Tabelul 1. Clasificarea deschiderii crăpăturilor-fisurilor

Deschiderea fisurii(mm)	Descriere	Abreviere
0,1-0,5*	Foarte Fină	FF
0,5-1,0	Fină	F
1,0-2,0	Moderată	M
2,0-5,0	Largă	L
5,0-10,0	Foarte Largă	FL
10,0	Extrem de Largă	EL

Observație: Crăpături-fisuri mai mici decât 0,1 mm vor fi descrise ca fiind foarte fine, clasificarea sub această valoare necesitând examinări microscopice.

b) Modificările de culoare ale suprafețelor pot fi uneori o indicație utilă legată de :

- tipuri diferite de lianți, cel mai probabil folosiți pentru reparații ulterioare;
- degradări cauzate de acțiunea unor agresivități climatice, chimice, bacteriologice, etc.

Întinderea suprafeței afectate de acest simptom va fi înregistrată pe pelicula color prin fotografiere, cu observația că, de regulă, culorile nu vor fi cele reale.

c) Eflorescențe și exudat

Vor fi notate poziția, întinderea și cantitatea de material concomitent cu o descriere a culorii, texturii, umidității și a consistenței depunerilor la suprafață. Se recomandă prelevarea de probe pentru investigații ulterioare.

1.2.5.4. Mișcări, deplasări și deformații

Vor fi notate orice mișcări diferențiale, la nivel de îmbinări, plane de separație, deflecții excesive, curbări ale suprafețelor inițial plane. Corespondența cu alte posibile cauze de deteriorare va fi de asemenea semnalate.

1.2.5.5. Înregistrări și prelucrări preliminare a rezultatelor investigației la fața locului

Toate observațiile efectuate la fața locului vor fi efectuate cu grijă din momentul demarării procedurii de investigație.

Vor fi efectuate desene clare pentru a ilustra întinderea și gravitatea fiecărei caracteristici în parte. Aceste desene permit corelarea caracteristicilor observate cu condițiile de mediu variabile în care se află structura, în scopul delimitării zonelor din care se vor executa prelevări de probe pentru investigații ulterioare.

Diferite părți din structură pot fi luate în considerare pentru examinări suplimentare de detaliu, înainte de efectuarea prelevărilor de probe propriu-zise, atunci când apar simptome certe, ca de exemplu fisurarea caracteristică.

Observațiile și înregistrările făcute servesc la realizarea raportului de expertiză la fața locului.

1.2.6.Evaluarea și interpretarea observațiilor la fața locului

1.2.6.1.Direcții generale

Observațiile detaliate vor fi evaluate și prelucrate preliminar pentru a se putea stabili care vor fi observațiile de detaliu și încercările ce vor fi efectuate în completarea investigației principale.

Observațiile la fața locului sunt interpretate folosind notițele observațiilor vizuale fotografii, desene și schițe, precum și rezultatele încercărilor efectuate la fața locului. Nici una din observațiile la fața locului nu pot fi considerate exclusivist pentru caracterizarea materialelor folosite, ale naturii deteriorării, etc.

Totuși, chiar dacă sunt acceptate aspecte, simptome, considerate tipice pentru deteriorările produse de acțiunea anumitor factori specifici, vina exclusivă a acestora se va decide doar pe baza analizelor și încercărilor de laborator, uneori cu probe provenind din interiorul structurii de zidărie.

Tabelul 2. Caracteristici vizuale, indici de apreciere pentru amploarea și gravitatea deteriorărilor

Clasificare	Index
Amplizarea caracteristicii	
Slabă, cel mult 5% din suprafață, arie sau alt parametru	1
Moderată, între 5 și 20%	2
Extinsă, mai mult de 20%, dar nu tot	3
Totală, toată suprafața afectată	4
Caracteristici minore, neurgente sau de natură pur cosmetică	1
Caracteristici inacceptabile necesitând însă atenție și analiză	2
Defecte grave sau probleme ce necesită o atenție imediată	3
Structură nesigură	4

CAP. II. CERINȚE DE INVESTIGARE - DIAGNOSTICARE

În acțiunea de investigare a construcțiilor din fondul existent care comportă structuri din pereți portanți din zidărie, expertul trebuie să utilizeze criterii de evaluare a caracteristicilor reale ale construcției vechi, prin care să pună la dispoziția beneficiarului soluții viabile și eficiente pentru reabilitarea obiectivului expertizat.

Principalele cerințe ce urmează a fi avute în vedere la investigarea structurilor din zidărie vor fi:

1. Evaluarea calitativă a stării generale a obiectivului supus investigației;

■ inspecție vizuală, relevee arhitecturale și de degradări și avarii, analiză istoric, identificarea tipurilor principale de zidării (forme și dimensiuni caracteristice) și a tehnologiilor de execuție utilizate.

2. Analizarea stării de degradare a structurilor de zidărie investigate și evaluarea principalelor cauze ale degradărilor

■ inventarierea principalelor tipuri de degradări și deteriorări identificate

■ inventarierea naturii solicitărilor (mecanice, chimice, biologice)

3. Evaluarea capacității de rezistență a structurilor din zidărie pe baza metodelor de calcul și a datelor obținute pe baza rezultatelor încercărilor fizico-mecanice efectuate în situ și în laboratoare.

Din aceste rațiuni, se recomandă ca încercările și analizele de laborator să fie grupate pe specialități (mecanice, fizice, chimice, biologice sau de altă natură).

Expertul va alcătui tematic de investigare pentru diferitele specialități, selectate, care vor cuprinde în principal următoarele puncte:

-caracteristicile fizice, mecanice și chimice ale materialelor componente ale zidăriei (cărămidă și mortar), caracteristicile ansamblului de zidărie;

-factori de influență chimici, biologici, mineralogici asupra degradărilor constatate;

-soluții de remediere pentru degradările cauzate de factori specifici (în afara celor de ordin mecanic).

Cu privire la caracteristicilor materialelor componente ale zidăriei, expertul poate solicita :

-marca, densitatea aparentă, porozitatea aparentă, raportul agregat/liant (pentru mortar), natura liantului, structura granulometrică a agregatului din mortar. Caracteristicile ansamblului de zidărie vor fi solicitate în conformitate cu normativele și standardele specifice, în vigoare.

Cu privire la starea de degradare a structurii, expertul poate solicita cercetarea cauzelor atacului chimic sau biologic asupra elementelor constructive, structurale sau nestructurale , stabilirea naturii acestor cauze și factorii determinanți precum și soluții de combatere din domeniul respectiv. Sunt indicate, în aceste cazuri, consultările celor mai buni specialiști în domeniu.

În scopul obținerii răspunsurilor în problemele ce fac obiectul încercărilor, este necesară o selecție a metodelor de investigație ce poate fi realizată numai după precizarea parametrilor de evaluare solicitați prin tema elaborată de expert. Pe această bază se delimitează orizontul programului de încercări, care - în general - se acoperă în domeniul încercărilor nedistructive și distructive. În acest sens, în programul propus se includ încercările în situ și în laborator cu sau fără prelevare de probe, pe baza cărora sunt obținute valori ale rezistențelor care - cu un grad redus de aproximare - pot fi utilizate pentru calculul de verificare a structurii.

În scopul obținerii unei eficiențe maxime a acestor activități pentru investigație, este necesar ca pe parcursul desfășurării ei să existe o legătură permanentă între responsabilități tehnici de încercări și expert, acesta monitorizând și orientând permanent sensul încercărilor în direcția obținerii răspunsurilor de care are nevoie la elaborarea investigației. Această legătură trebuie să funcționeze și la etapa de selecție a metodelor de încercare, pentru evitarea unor răspunsuri de care nu este neapărată nevoie la faza de investigație și - deasemeni - evitarea unor lipsuri de date care sunt absolut necesare fazei de investigație.

CAP. III. METODE DE INVESTIGARE

GENERALITĂȚI

Metodele de laborator disponibile variază de la caz la caz, fiind specifice fiecărui laborator în parte. Trebuie făcută precizarea că este destul de greu ca un singur laborator să poată acoperi toată gama de metode și încercări de laborator specifice necesare în principiu acestui gen de activitate, ținând cont de costul unor astfel de dotări.

Metodele de investigație de laborator sunt clasificate în două categorii, și anume:

- 1) Metode distructive
- 2) Metode nedistructive.

Fiecare dintre categoriile de metode indicate mai sus cuprinde diverse proceduri analitice, bazate mai mult sau mai puțin pe norme și standarde, de regulă activitatea analitică desfășurându-se pe baza unor specificații tehnice sau proceduri proprii laboratorului sau experienței de profil.

Opțiunea pentru una sau mai multe metode analitice este de competența coordonatorului lucrărilor de diagnosticare a structurii în ansamblul ei, care, este de preferat să se consulte periodic cu responsabilul sau responsabilii delegați din partea laboratorului.

În categoria analizelor distructive intră determinările de rezistențe mecanice de orice fel, metodele chimice sau fizico-chimice.

Metodele de analiză chimică nu este cazul să fie comentate, ele trebuind să se realizeze atât pe probe medii , cât și pe părțile solubile și insolubile obținute din proba medie atacată cu acid, precum și pe probe speciale prelevate în diverse etape. Trebuie menționat că în afară de compozițiile chimice, se pot obține informații despre liantul folosit, cu anumite rezerve, natura agregatului, raportul ciment-agregat, raport ciment-agregat cu anumite rezerve, legat de corecțiile necesare cu rezultatele metodelor de analiză fizico-chimică.

Metodele de analiză fizico-chimică pot fi realizate prin următoarele:

- a)microscopie optică;
- b)analiză mineralogică prin difracție de raze x;
- c)analize structurale de benzi de vibrație moleculară în infraroșu;
- d)analize termice neizoterme;
- e)microscopie electronică cu baleiaj;
- f)microanalize electronice cuplate cu microscopia electronică cu baleiaj;
- g)analize chimice prin spectrometrie cu raze x de fluorescență.

Ordinea acestor tehnici este dată nu atât de importanța fiecărei tehnici analitice în parte, cât mai ales din punct de vedere al etapelor procedurale și al informațiilor furnizate. De exemplu, microscopia electronică cu baleiaj necesită date obținute anterior pentru a ști ce anume să se urmărească, în timp ce microanaliza electronică urmează firesc după o investigație morfostructurală.

Analizele prin fluorescență de raze x reprezintă o alternativă la analizele chimice clasice care sunt de durată , dar se pot aplica mai degrabă prelevărilor speciale, geluri, exudat, etc., efectuate în diferite etape ale procedurii de diagnosticare.

Metodele de analiză indicate se pot folosi la caracterizarea mortarelor de zidărie și a elementelor ceramice de zidărie.

Cap. III.1 a. ANALIZE (ÎNCERCĂRI) DISTRUCTIVE PE MORTARE

Analize chimice si fizico-chimice

- 1.Scopul investigarilor
- 1.1.Caracterizarea materialelor folosite la punerea in opera:
 - 1.1.1.Tipul de mortar
 - 1.1.2.Natura agregatului
 - 1.1.3.Natura adaosurilor folosite
 - 1.1.4.Estimarea raportului mortar/liant

- 1.2. Identificarea factorilor de deteriorare chimica:
 - 1.2.1. Dupa natura produsilor de reactie formati
 - 1.2.2. Dupa aspectul deteriorarilor semnalate la nivel mediu si microstructural
 - 1.2.3. Dupa natura agresivitatii mediului exterior asupra structurii investigate

- 1.3. Aprecierea degradarilor sub forma de fisurare la nivel mediu si microstructural:

- 1.3.1. In pasta de mortar
- 1.3.2. La interfața mortar intarit-granule de agregat
- 1.3.3. La interfața mortar intarit-caramida

- 2. Clasificarea metodelor chimice si fizico-chimice

- 2.1. Dupa natura informatiei furnizate:

- 2.1.1. Cantitative
- 2.1.2. Semicantitative
- 2.1.3. Calitative

- 2.2. Dupa principiul general de functionare:

- 2.2.1. Metode analitice propriu-zise:
 - 2.2.1.1. Analize chimice, care furnizeaza compozitia chimica elementara/oxidica
 - 2.2.1.2. Analize mineralogice prin difracție de raze X, care furnizeaza compozitia mineralogica, (pentru fazele-compuși care au o structura cristalina);
 - 2.2.1.3. Analize termice neizoterme, ATD, TG, DTG, care identifica si quantifica prezenta efectelor termice si a pierderilor de masa in timpul incalzirii unei probe de mortar;
 - 2.2.1.4. Analiza spectrala de benzi de vibrație moleculara in infrarosu, care pune in evidenta benzile specifice ale unor grupari moleculare din structura produsilor prezenti in mortar;
 - 2.2.1.5. Microanaliza electronica, care furnizeaza compozitia chimica punctuala la nivel microstructural.

2.2.2. Metode vizuale:

- 2.2.2.1. Examinarea vizuala, cu ochiul liber, sau cu lupa, pina la marii de 10-20 de ori;
- 2.2.2.2. Examinarea microscopica in reflexie, in lumina naturala sau polarizata, la marii de pina la 200 de ori;
- 2.2.2.3. Examinarea microscopica prin transmisie prin sectiuni subtiri, in lumina naturala sau polarizata, si care permite caracterizarea mineralogica si petrografica a mortarului, la marii de pina la 800-1000 de ori;
- 2.2.2.4. Examinarea micro-morfostucturala prin microscopie electronica cu baleiaj, la marii mai mari de 1000 de ori.

3. Tipuri de probe ce pot fi investigate

3.1. Dupa modul de prelevare din structura:

- 3.1.1. Carote, intregi sau sfarimate, resturi de carote
- 3.1.2. Probe prelevate prin desprindere mecanica, sub probei medii
- 3.3.1.2. Fractia solubila obtinuta prin atac chimic asupra probei medii
- 3.3.1.3. Fractia insolubila recuperata dupa atacul chimic asupra probei medii de mortar;
- 3.3.1.4. Straifuri cilindrice sau paralelipedice;
- 3.3.1.5. Sectiuni subtiri;
- 3.3.1.6. Bucati de proba;
- 3.3.2. Pentru identificarea naturii agresivitatii chimice:
- 3.3.2.1. Probe imbogate in mortar
- 3.3.2.2. Probe imbogate in agregat
- 3.3.2.3. Microprelevari din zone deteriorate, bucati sau granular

4. Mod de utilizare

Desi nu fac obiectul unor standarde, metodele de analiza chimica si fizico-chimica sunt indispensabile in caracterizarea materialelor folosite si a factorilor de deteriorare chimica a unei structuri din mortar de zidarie.

Tinind cont de datele si informatiile din literatura de specialitate, in cazul metodelor de analiza chimica si de microscopie optica, se pot folosi sau adapta proceduri dezvoltate pentru betoane,

fie se pot utiliza proceduri specifice de lucru fiecarui laborator, in conformitate cu manualul propriu de asigurarea calitatii.

Exista in prezent trei metode indicate ca fiind cel mai frecvent folosite, fie ca atare, fie cuplate, si anume:

- Analiza chimica:

Se poate realiza pe baza urmatoarelor metode:

- (ASTM C 1084-92 "Test for Portland Cement Content of Hardened Hydraulic-Cement Concrete";
- (BS 1881-Part 124:1989 "Methods for Analysis of Hardened Concrete"
- (CEPROCIM "Mortare-Procedura specifica de lucru pentru analiza chimica a probelor complete, proba medie, fractie solubila si fractia insolubila".

- Analiza mineralogica si petrografica prin microscopie optica:

Se poate lucra conform urmatoarelor metode:

- (ASTM C 295-90 "Guide for Petrographic Examination of Aggregates for Concretes";
- (ASTM C 457-90 "Test for Microscopical Determination of Parameters of the Air-Void System in Hardened Concrete"
- (ASTM C 856-83 (1988) "Petrographic Examination of Hardened Concrete"
- (BS 812:Part 104:1994 "Method for Qualitative and Quantitative Petrographic Examination of Aggregates"

(CEPROCIM "Mortare-Procedura specifica de lucru pentru microscopia optica prin reflexie pe straiuri cilindrice sau paralelipedice"

(CEPROCIM "Mortare-Procedura specifica de lucru pentru microscopia optica prin transmisie prin sectiuni subtiri"

- Analiza mineralogica prin difractie de raze X.

- Analiza calitativa-identificarea fazelor cristaline se pot realiza dupa cum urmeaza:

- (Conform procedurii descrise in lucrarea : "Index (inorganic) to the Powder diffraction File 1971", Publication PD1S-21i, Joint Committee on Powder Diffraction Standard"
- (Cu ajutorul unor softuri speciale, ce includ si colectiile de spectre de difractie

- () Analiza cantitativa-identificarea compozitei procentuale a fazelor cristaline, se poate efectua după cum urmează:
- () Metode care folosesc etaloane specifice
- () Metoda teoretică fără etaloane

5. Procedura minimală de diagnosticare-investigare a mortarelor de zidărie

Se definește drept procedura minimală de diagnosticare-investigare a mortarelor de zidărie prin metode chimice și fizico-chimice procedura care utilizează:

- Analiza chimică + Analiza mineralogică prin difracție de raze X + Analiza mineralogică și petrografia prin microscopie optică-conform anexă nr. 1.

Această procedură este definită ca procedură analitică minimală ce face apel la un minim de tehnici analitice și poate răspunde cerințelor activității de investigare a unui mortar.

Altfel spus, prin această procedură, cu un minim de tehnici analitice se poate obține un maxim de informații privind mortarul utilizat.

Această procedură se completează cu alte tehnici analitice (prezentate în capitolul III.1.a) în cazul prezenței în mortar de un număr de reacții atipice formați în urma acțiunii unor factori agresivi chimici.

CAP. III.1.b. ÎNCERCĂRI DISTRUCTIVE PE ELEMENTE

CERAMICE – CĂRĂMIZI

ÎNCERCĂRI MECANICE ȘI FIZICO-MECANICE

1. Scopul investigațiilor
 - determinarea "mărcii" materialului ceramic
 - degradările sub formă de fisuri și crăpături.
2. Clasificarea încercărilor și procedura folosită
 - 2.1. După natura informației furnizate
 - 2.1.1. Rezistențe mecanice
 - Rezistența la compresie, cf. STAS 456
 - Rezistența la întindere prin încovoiere, cf. STAS 456.

2.1.2. Rezistențe la atacul temperaturilor pozitive- negative (cicli de temperaturi), pierderea de rezistență (și pierderea de masă).

- Rezistența la îngheț-dezghet, cf. STAS 456.

2.1.3. Penetrarea apei (porozitate aparentă)

- Absorbția de apă, cf. STAS 456.

CAP. III.1.c. ÎNCERCĂRI DISTRUCTIVE PE ELEMENT DE ZIDĂRIE

(Carotă mare, monolit)

Aceste încercări se fac pe elemente de zidărie (monolit), prelevate printr-o metodă specifică, din structura de zidărie analizată. Metoda de prelevare, dimensiunile monolitului, modul de încercare și interpretarea rezultatelor sunt prezentate în anexa nr.2. Metoda aparține unui grup de specialiști în coordonarea dr. ing. Coșovliu O.

CAP. III.2. ÎNCERCĂRI NEDISTRUCTIVE PENTRU

DETERMINAREA CARACTERISTICILOR MECANICE

ALE PERETILOR PORTANȚI DIN ZIDĂRIE.

2.1. Generalități

Încercările nedistructive care au ca scop determinarea caracteristicilor mecanice ale peretilor portanți din zidărie necesită o aparatură pretentioasă cu o durată de execuție scurtă dar cu un cost ridicat.

Zidăria este un material compus, ale cărei proprietăți sunt determinate de proprietățile materialelor componente - cărămida și mortarul - dar care prezintă și noi proprietăți, ca orice material compus. Interpretarea rezultatelor încercărilor nedistructive efectuate pe elemente portante de zidărie necesită cunoașterea caracteristicilor mecanice ale materialelor primare (cărămida și mortarul), ca și ale materialului compus, zidăria propriu-zisă.

Încercările nedistructive ale elementelor de zidărie pot fi utilizate în următoarele scopuri:

- determinarea proprietăților elasto-dinamice ale zidăriei

-defectoscopia elementelor de zidarie prin punerea în evidență a zonelor degradate structural (existența golurilor, fisurilor, crapăturilor).

-determinarea caracteristicilor mecanice - rezistența la compresie - pentru caramida și mortarul de zidarie ce intră în alcătuirea elementului portant de zidarie.

Metodele nedistructive pot avea de încercare a elementelor de zidarie necesare pentru furnizarea de informații asupra proprietăților de rezistență cât și a stării ansamblului elementului de zidarie se pot clasifica după ramura fizicii din care deriva în următoarele clase:

a) metode acustice, care se bazează pe propagarea undelor elastice în elemente de zidarie și din care fac parte:

-metodele cu impuls ultrasonic

-metoda emisiei acustice

b) metode mecanice sau de duritate superficială, care se bazează pe măsurarea proprietăților mecanice ale stratului de suprafață a elementelor de zidarie și din care fac parte:

-metodele de recul (metoda sclerometrului Schmidt)

-metoda prin penetrare

-metodele prin smulgere

În acest capitol se prezintă succint metodele experimentale ce pot fi utilizate pentru determinarea caracteristicilor mecanice atât ale materialelor componente - caramida și mortar - cât și a elementului de zidarie în ansamblu, pe baza prescripțiilor românești în vigoare.

2.2. Principiile metodelor

2.2.1. Metode acustice

2.2.1.1. Metoda ultrasonica de impuls

În principiu metoda se bazează pe explorarea cu ultrasunete în secțiune transversală a elementului, pe ambele direcții atunci când

acest lucru este posibil și pe realizarea unor diagrame de variație a vitezei de propagare rezultate, în secțiune presupunând ca elementul de zidarie este omogen. O asemenea diagramă permite realizarea unei cartografieri a elementului de zidarie din punct de vedere al determinării vitezei de propagare măsurate în diverse zone ale elementului portant de zidarie.

Toate aceste informații sunt fundamentale pentru evaluarea gradului de omogenitate al structurii de zidarie investigate - punerea în evidență a eventualelor degradări structurale de tipul fisurilor, crapăturilor (degradări ascunse).

Metoda în principiu este similară celei descrise în Cap. IX (Determinarea degradărilor structurale, produse de solicitările seismice, în elementele construcțiilor de beton armat) din Normativul C26-85, Normativ pentru încercarea betonului prin metode nedistructive, cu excepția faptului că vitezele înregistrate sunt cu mult mai mici decât cele caracteristice vitezei de propagare prin beton. Viteza de propagare a ultrasunetelor în elemente de zidarie este cuprinsă în intervalul 400 - 2200 m/sec.-valorile minime punând în evidență elemente de zidarie degradate structural (afiate în stare de fisurare).

Metoda ultrasonica de impuls poate fi folosită și pentru pre-determinarea marcii caramizilor ca elemente independente cât și pentru prisme de mortar confecționate conform rețetelor de mortar utilizate în lucrare. Principiul metodei este identic cu cel prezentat în Normativul mai sus menționat la Capitolul 2 - Încercarea betonului prin metode ultrasonice de impuls. Încercarea se efectuează numai pe baza curbelor de referință (curba viteza de propagare a ultrasunetelor - rezistența la compresie) pentru tipul de caramida și marca de mortar încercat. Curba viteza - rezistența se trasează pe baza unor încercări executate în paralel prin metode nedistructive și distructive la vârste de încercare prevăzute pentru fiecare tip de material (caramida și mortar).

Aparatura necesară pentru executarea încercărilor atât în teren cât și în laborator va fi compusă din următoarele:

a) -betonoscop cu ultrasunete, având următoarele caracteristici:

-frecvența impulsurilor 40-100 KHz

- domeniu de aplicare: minim 80 dB
- tensiunea de alimentare: 220 V
- scara de timp cuprins între 30 ± - 15 µs
- precizia măsurării timpului : ± 1 %

Etalonarea aparatului se execută conform prospectului.

- b) Instrumente de măsurare a distanței care să asigure o precizie de măsurare de ± 1

2.2.1.2. Metoda emisie acustice

Este posibil să se folosească ca tehnică pentru măsurarea impulsului ultrasonic în structurile de zidărie tehnicile de măsurare utilizate la încercările folosite la terenuri de fundare (pământ și roci). Dacă fiind lipsă datelor din domenii precum și a reglementărilor este necesară completarea cu informații și extinderea acestor tehnici de încercare și pentru elementele de zidărie.

Se poate utiliza ca metodă de încercare și tehnica de control a calității structurilor de zidărie prin metoda carotașului sonic descrisă în

Normativul C200/81. Această metodă poate fi utilizată numai pentru elementele care permit crearea unor goluri strict necesare glisării palpatoarelor de emisie recepție pe înălțimea elementului.

2.2.2. Metode mecanice sau de duritate superficială

2.2.2.1. Metodele de recul

Principiul metodei constă din măsurarea reculului liniar sau unghiular al unui dispozitiv mobil sub acțiunea unui sistem de resorturi în urma ciocnirii acestuia cu suprafața materialului ce face obiectul încercării - caramida sau rostul din mortar - ce intră în alcătuirea elementului portant de zidărie. Principala aplicație a metodelor mecanice de suprafață este determinarea rezistenței la compresie atât pentru caramida cât și pentru mortarul ce intră în alcătuirea elementului portant de zidărie.

Tipul cel mai reprezentativ de aparat și în final de metodă pentru determinarea nedistructivă atât a rezistenței la compresie a caramizii cât și pentru mortarul de zidărie este sclerometrul Schmidt.

Acest aparat datorită caracteristicilor sale de manevrabilitate ușoară, citire și interpretare relativ simplă a datelor obținute în urma efectuării măsurătorilor este recomandat pentru efectuarea de încercări ce au ca scop evaluarea rezistențelor la compresie, atât pentru caramida cât și pentru mortarul folosit la realizarea elementului de zidărie în ansamblu.

Încercările trebuie făcute pe elemente de zidărie ce au în general în structura lor aceleași tipuri de caramizi și mortar, iar acolo unde acestea sunt diferite (constatare făcută în urma examinării vizuale) în câmpul (alcătuirea) lor zonele respective vor fi identificate și tratate separat în etapa de interpretare a rezultatelor.

Pe suprafața unui element de zidărie vor fi alese pentru încercări zone distincte alcătuite din caramizi și mortar ce pot permite realizarea în condiții normale a încercării cu ajutorul sclerometrului (caramizi sanatoase fără degradări vizibile și roșturi de mortar care să permită acțiunea resortului directă asupra suprafeței de mortar).

Numărul minim de lovituri ce vor fi aplicate va fi atât pentru caramizi cât și pentru rostul de mortar de circa 6 - 10 măsurători.

Frecvența loviturilor mai sus specificată va fi aplicată pentru cele două tipuri de materiale astfel: verificarea a minimum 15 caramizi pentru 10 metri lungime maximă de perete (circa 36 m² perete) și minimum a 3 m de rost de mortar verificat la diferite cote de înălțime (baza, mijloc, vârf perete).

Modul de lucru și interpretarea rezultatelor va fi în conformitate cu prevederile Normativului C26/85 - Normativ pentru încercarea betonului prin metode nedistructive - cap. I. - încercarea betonului cu sclerometrul Schmidt.

Există și aici ca și la metodele ultrasonice de impuls mai multe cai, de precizii diferite, pentru transformarea măsurătorilor de recul în rezistențe mecanice, în funcție de condițiile de lucru, și anume:

- metoda curbei de calibrare
- metoda coeficienților de influență corectati

-metoda curbei unice (prospect aparat)

Metoda de interpretare a rezultatelor va fi aleasa de responsabilul tehnic al incercarii.

Aparatura necesara realizarii incercarii va fi urmatoarea:

-Sclerometru tip Schmidt (cu afisaj electronic sau clasic) cu energie de impact cuprinsa in intervalul 0,09-0,075 Kgf·m destinat verificarii controlului materialelor cu o rezistenta scazuta;

2.2.2.2. Metoda prin penetrare sau smulgere

Metodele mai sus specificate sunt folosite pe plan international cu bune rezultate dar din lipsa reglementarilor specifice din tara noastra si nu in ultimul rand a lipsei de aparatura ele nu pot fi recomandate in stadiul actual ca metode alternative din lipsa experientei de lucru a specialistilor in acest domeniu.

III.3. Prelevarea de probe

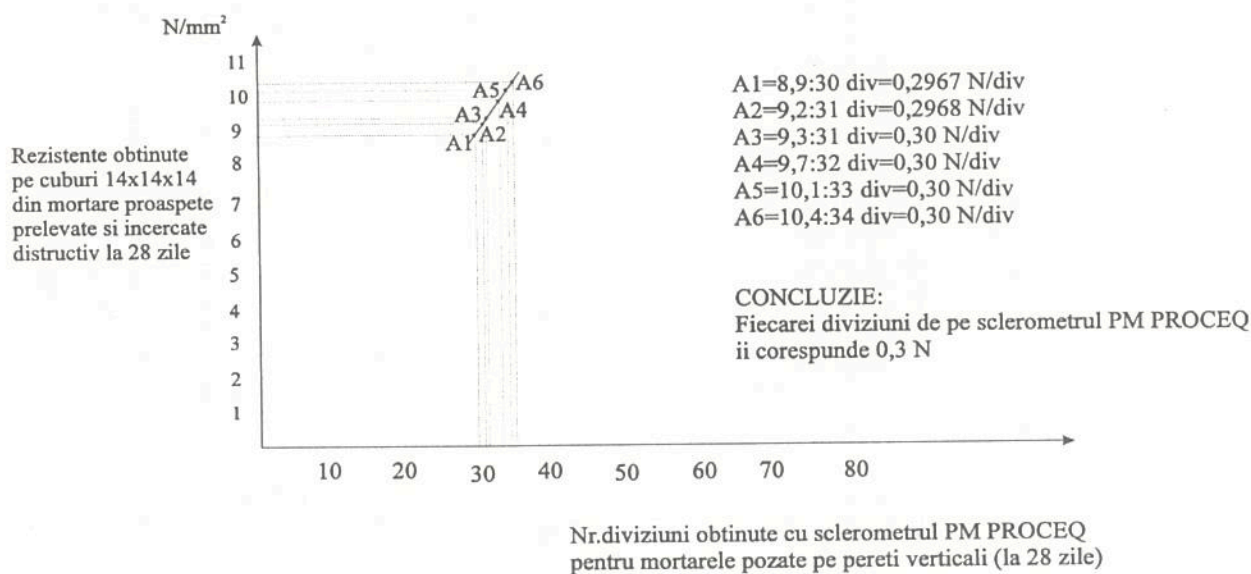
III.3.1. Directii si obiective

Scopul programului de prelevare depinde de obiectivele urmarite prin incercările si analizele de laborator, (de exemplu, dacă se urmărește elucidarea cauzelor, a amplitudinii deteriorărilor sau amândouă la un loc).

Programul de incercări va include de asemenea si investigarea altor factori posibili de deteriorare, cum ar fi de exemplu carbonatarea si penetrabilitatea clorurilor. Este posibil ca in timpul investigatiilor initiale, sa fie solicitate probe doar pentru a descoperi cauza sau cauzele, deteriorărilor depistate vizual. In aceste conditii, se vor extrage carote intr-un numar limitat din zonele afectate, pentru efectuarea de analize chimice si petrografice de specialitate.

Pe baza acestor rezultate initiale, se va decide asupra extinderii si completării programului de incercări si analize de laborator pentru a stabili extinderea si gravitatea problemelor.

Grafic de etalonare a sclerometrului PM PROCEQ prin compararea incercarilor distructive (pe cuburi la 28 zile) cu valorile in diviziuni (sclerometrul PM PROCEQ)



III.3.2. Numărul și distribuția probelor

Numărul de probe necesar este legat de complexitatea atât a structurii investigate, cât și a fenomenelor implicate în acțiunea de deteriorare.

Schema de prelevare trebuie să furnizeze o serie de probe reprezentative a elementelor structurii aflate în investigație. Datorită neomogenității majorității probelor din componența unor structuri mari, trebuie alese 3 zone diferite pentru fiecare element în parte, reprezentând atât proba tipică, nealterată, cât și cea cu urme de deteriorare.

În condiții practice însă, accesul limitat precum și considerentele practice, sunt factorii decisivi în selectarea locurilor de prelevare, precum și a numărului de probe în sine. După cum se cunoaște, precizia rezultatelor încercărilor și analizelor crește proporțional cu numărul de probe investigate prelevate din locuri diferite, ceea ce permite tragerea unor concluzii cât mai relevante.

III.3.3. Tipuri de probe

III.3.3.1. Carote

Folosirea carotezelor reprezintă modalitatea de prelevare cel mai des folosită și recomandată, fiind singura tehnică capabilă să obțină probe reprezentative și posibile de analizat prin aproape orice metodă de laborator, fizico-mecanice, chimice și fizico-chimice. Localizarea locului de extragere este stabilit de comun acord cu inginerul responsabil al structurii investigate, pentru a se evita situațiile în care, în necunoștință de cauză, poate fi afectată structura de rezistență.

În cazul în care se prelevează probe care vor fi supuse încercărilor mecanice, se va acorda multă atenție la extragerea carotelor pentru a evita inducerea de fisuri, crăpături sau chiar ruperi ale catotelor. Se recomandă ca raportul lungime/diametru să fie de $2,5 : 1 \dots 3,0 : 1$.

Sunt de preferat carotele cu un diametru de 100 mm, dar în practică se preferă carotele mai mici, de cca. 75 mm pentru a permite pătrunderea în structură.

Este foarte important ca dispozitivul de carotare să fie fixat rigid, pentru a se evita vibrațiile sau deplasările laterale, respectiv evitarea unor tăieri neuniforme, sau deteriorări ale carotelor. Calitatea carotei depinde foarte mult de echipamentul disponibil, precum și de experiența operatorului în obținerea unei probe cilindrice cu bazele paralele, și o suprafață exterioară netedă, lipsită de fisuri produse în timpul extragerii.

III.3.3.2. Probe prelevate prin sfredelire

Cu ajutorul unui dispozitiv care permite realizarea unei mișcări de rotație, în același timp cu una de percute cu frecvență variabilă, se pot preleva probe de la diferite adâncimi față de suprafața mortarului.

Aceste probe sunt recomandate în special pentru determinarea clorului și a penetrabilității sale în mortar, dar paleta investigațiilor se poate extinde și pentru alți factori de deteriorare. Diametrele găurilor practice sunt de 10 mm, iar probele colectate de la mai multe găuri și până la o aceeași adâncime trebuie amestecate pentru a se obține o mai bună reprezentativitate.

III.3.3.3. Probe sub formă de bucăți

Probele sub formă de bucăți se pot obține prin lovire mecanică cu un ciocan, sau prin dăltuire. Aceste probe nu se recomandă a fi examinate petrografic prin microscopie optică, în primul rând datorită inducerii și producerii de fisuri în timpul prelevării și în al doilea rând, deoarece, probele provenind de regulă de la suprafața structurii, ele nu ar putea fi reprezentative pentru interior.

Probele mai pot fi obținute și cu ajutorul polizoarelor putând fi detașate bucăți din mortar. Bucățile obținute în acest fel pot fi folosite pentru diagnosticări inițiale, în anumite situații, dar nu sunt recomandate pentru etapele analitice de bază.

III.3.3.4. Probe speciale

Uneori sunt necesare prelevări de depuneri din soluri și ape de la suprafața expusă a mortarului. Ocazional, unități complete de mortar de zidărie trebuie înălturate pentru testări structurale.

Aceasta se realizează în special în timpul operațiilor de remediere, și nu este o practică curentă de obținere de probe.

III.3.4. Tratamente ale probelor

III.3.4.1. Observații și înregistrări la fața locului

Descrierea și înregistrarea detaliilor privind operațiile de pregătire a probelor trebuie făcută la fața locului. Fiecărei probe i se va preciza locul de prelevare ce va fi numerotată și i se vor înregistra toate informațiile legate de modul de prelevare.

Descrierea completă și în detaliu a carotelor, se realizează de regulă în laborator, dar la fața locului vor fi înregistrate o serie de observații, de genul celor redată în continuare :

- a) localizarea carotei, diametrul, lungime și orientare;
- b) fracturi, rosturi sau dezintegrări ale carotelor;
- c) numărul de bucăți, în cazul carotelor fragmentate;
- d) prezența armăturii, incluzând mărimea, poziția, etc.;
- e) alte caracteristici, cum ar fi prezența gelului proaspăt în goluri și fisuri, existența zonelor de culoare întunecată, etc.

Se poate efectua o descriere petrografică a locului în care s-a efectuat prelevarea carotei, precum și a cilindrului obținut în probă în urma extragerii carotei din structură.

Se recomandă ca, imediat după scoaterea carotei, aceasta să fie fotografiată.

De asemenea, tot imediat după extragere, carota va fi notată cu un marker rezistent la apă, dându-i-se un număr și indicându-se orientarea ei în zona din care provine suprafața exterioară, direcția spre suprafață, etc.

În cazul în care carotele rezultă fragmentat, bucățile componente vor fi notate secvențial.

Înregistrările se vor face pe formulare pregătite în prealabil.

III.3.4.2. Păstrarea și depozitarea probelor

Imediat după efectuarea observațiilor și înregistrarea lor probele vor fi închise, pentru a se evita uscarea și carbonatarea lor.

Carotele vor fi înfășurate în folii de plastic bine mulate, preferabil autocolante, după care se vor introduce suplimentar în pungi de plastic, de asemenea bine închise.

Se recomandă utilizarea pentru transportul lor a unor cutii speciale, mai ales în cazul celor fragmentate.

Probele prelevate prin sfredelire, desprindere, sau probele speciale vor fi închise în pungi de plastic ermetizate sau depuse în containere speciale, de genul cutiilor de plastic de la filme fotografice.

Cap.IV.ANALIZA SI INTERPRETAREA REZULTATELOR ÎNCERCĂRILOR

Interpretarea semnificației și importanței rezultatelor investigațiilor efectuate la fața locului, oarecum și celor de laborator trebuie efectuate de către un specialist cu experiență în domeniu.

Inspecțiile la fața locului pot cuantifica evidența deteriorărilor unei structuri, dar nu pot confirma în totalitate starea structurii analizate, fără investigații și încercări de laborator. Este foarte dificil, iar uneori imposibil, să se demonstreze legături cauzale între simptomele deteriorărilor depistate în probele prelevate pentru analizele de laborator, și fenomenele de fisurare, crăpare, sau și deteriorări evidente observate la fața locului.

Presupusele corelații sunt uneori bazate pe noțiunea de "implicare prin asociere", iar gradul de justificare al extinderii acestei presupunerii poate fi controlat doar prin ponderea simptomelor caracteristice deteriorărilor presupuse și existența altor factori, cauze și mecanisme de deteriorare, ca alternative la observațiile efectuate.

Sinteza întregii activități de investigare a structurilor de zidărie se face prin aprecierea stării de degradare a elementelor de zidărie pe baza rezultatelor cercetărilor efectuate atât în situ cât și în laboratoare.

Pentru încadrarea structurii de zidărie într-o anumită categorie a stării de degradare, expertul va avea în vedere următoarele criterii:

- A. zona seismică în care este amplasată construcția;
- B. numărul de cutremure prin care a trecut construcția;
- C. vechimea construcției;

D. regimul de înălțime;

E. conformarea generală a elementelor structurale de zidărie din punct de vedere al respectării cerințelor impuse de normativele în vigoare (normativ P 100-92 și P 2-85);

F. degradările structurale înregistrate în urma cutremurelor și altor tipuri de sollicitări și acțiuni ale unor agenți agresivi (agenți chimici corozivi);

G. rezistențele principalelor materiale (cărămidă, mortar) și alcătuirea elementelor de construcție din zidărie.

La analiza rezistențelor materialelor -cărămidă și mortar, expertul va aprecia și degradările fizico-chimice suferite de acestea pentru încadrarea lor în una din următoarele categorii de uzură (U %):

- uzură normală în timp $15\% \leq U \leq 30\%$
- uzură avansată în timp $30\% \leq U \leq 70\%$
- uzură exagerată (ruină) $U \geq 70\%$

În funcție de ponderea criteriilor de evaluare (A+G) mai sus specificate expertul va încadra elementele de construcție în următoarele categorii de stare de degradare.

Categoria stării de degradare
I - degradări superficiale ale elementului
II- degradări care nu afectează semnificativ siguranța în exploatarea elementului
III- degradări care afectează semnificativ siguranța în exploatarea elementului
IV- degradări majore- risc de prăbușire

Stabilirea stării de degradare a elementelor structurale din zidărie furnizează date suplimentare expertului pentru încadrarea construcțiilor din care fac parte elementele de zidărie în cele 4 clase de risc seismic, definite conform Normativului P 100.

CAP.V. CONCLUZII ȘI PROPUNERI

Prezentă lucrare intitulată "Metodologie de investigare a zidărilor vechi" reprezintă o primă încercare de sintetizare a informațiilor existente în domeniu, informații furnizate de institute de specialitate, instituții abilitate (inspecțiile în construcții) experți autorizați în construcții. Prezentată în faza Redactare I, lucrarea dorește să ofere expertului tehnic modalitatea în care trebuie acționat, în scopul identificării și caracterizării materialelor folosite și a punerii unui diagnostic cât mai corect în ceea ce privește starea tehnică a unei zidări din ceramică.

Această metodologie este concepută într-o manieră generalizată, astfel încât, funcție de gravitatea și posibilitățile financiare, să se poată răspunde parțial sau integral la o serie de întrebări legate de acest gen de activitate.

Metodologia a fost structurată de colectivul de elaborare pe 5 capitole, cu accent pe capitolele care tratează identificarea obiectivului (istoric, structură, evoluția stării tehnice, etc.) cerințele de investigare-diagnosticare, metodele de încercare distructive și nedistructive.

În cadrul capitolului "Metode de încercare", au fost analizate, în mod deosebit, metodele care oferă informații clare asupra materialelor componente ale zidărilor ceramice - mortar, cărămidă, și au fost prezentate, informativ, metodele care pot oferi informații utile asupra materialului compozit (zidăria în ansamblu).

Această abordare a fost generată de volumul mare de informații privind dezvoltarea unor complexe metode de încercări distructive a materialelor din zidărilor ceramice și a elementelor de zidărie (carote care includ mai multe materiale).

Volumul de informații privind metodele nedistructive pentru testarea materialelor compozite de genul zidărilor ceramice este insuficient. Problemele legate atât de tehnicile de măsurare (metodologii) cât și de interpretare a datelor și găsirea unor relații matematice finale pentru exprimarea unor caracteristici mecanice sunt destul de dificile.

Informațiile privind nivelul actual pe plan internațional sunt sumare, separate și se referă la tehnici individuale și nu la o

metodologie complexă de investigare-diagnosticare a zidărilor ceramice.

Metodologia prezentată în faza Redactare II a fost supusă anchelei instituțiilor și experților implicați în acest gen de activități, în vederea perfecționării.

Se propune continuarea investigațiilor pentru extinderea bazei de date care să permită interpretarea măsurătorilor efectuate cu instrumentele (aparatele) din domeniul încercărilor nedistructive.

Aria încercărilor paralele, distructive-nedistructive, trebuie extinsă pe materialele aparținând unor structuri de zidări ceramice din perioade istorice cât mai largi, pentru realizarea unei bănci de date utile expertului tehnic.

REFERINTE BIBLIOGRAFICE

1. Noica N., Dan E., Szekeley M., Munteanu M., Ionescu S.
- Cercetări pe materiale de construcții din perioada Evului mediu. Materiale de construcții nr.3/1989.
2. Bujor A., Bujor M., Coșovliu O., Noica N., Trefenciu I., Văjălanu T., Ilie N.
- Încercări fizico-mecanice asupra unor zidării vechi. S.E.L.C.-Cluj -Napoca oct. 1991
3. Budescu M., ș.a. -Încercarea materialelor. Vol.II. Ed. Tehnică, (red.prof.A.Negoiță) Buc. 1982
4. Diaconu D., Diaconu A.- C., Grumăzescu I.- P.
- Considerații privind determinarea caracteristicilor fizico-mecanice ale zidăriei din construcțiile afectate de cutremure. Bul.A.I.C.P.S.nr.2-3/1996

5. Diaconu D.,
Vasilescu D.,

- Evaluarea caracteristicilor dinamice ale
construcțiilor. Calitatea
construcțiilor nr. 3/1991

6. Mironescu M.

- Teste și metode de încercare utilizate în
diagnoza construcțiilor existente. Calitatea
construcțiilor nr. 6/1992.

7. M.L.P.A.T. - INCERC

- Metodologii de determinare a rezul-
tatorilor în mod unitar. Experimentări pentru
determinarea caracteristicilor de rezisten-
ță și deformabilitate ale zidărilor. Contract
nr. 129/1994 (coordonare prof. dr. ing. Dan
Lungu)

8. Nestor A., Iliescu E.,
Iliescu M.

- Proiectarea antisismică a structurilor cu
pereți structurali din zidărie. Gazeta AICR
Nr. 21-22/1994

9. Building
Construction under
Seismic Conditions in
the Balkan Region -
UNDP/NNIDO
PROJECT
RER/79/105

- Repair and Strengthening of Historical
Monuments and Buildings in Urban
Nuclei, Vol. 6, Wienn, 1984

Io. Yokel F. Y., Fattal
S. G..

Ultimate Load Capacity of Masonry
Bearing Walls. A.S.C.E. National
Conference New-Orleans. April 1975

CUPRINS

ANEXA 1

Cap. I. SCOP SI DOMENIU DE APLICARE	44
Cap. II. DOCUMENTE DE REFERINTA	45
Cap. III. TERMENI SI DEFINITII	46
Cap. IV. PRINCIPIUL PROCEDURII ANALITICE MINIMALE SCHEMA LOGICA	47
Cap. V. RECEPTIA PROBELOR DE LA BENEFICIAR	49
Cap. VI. PREGATIREA PROBELOR	50
Cap. VII. PROCEDURA ANALITICA MINIMALA DE INVESTIGARE A MORTARELOR	53
VII. 1. Analiza chimică clasică	54
VII. 2. Analiza mineralogică prin difracție de raze X	63
VII. 3. Analiza petrografică prin microscopie optică	65
ANEXA - Algoritm analitic general de investigare a mortarelor	67

CAPITOLUL I

SCOP SI DOMENIU DE APLICARE

Starea zidărilor ce alcătuiesc elementele de construcții realizate în trecut este diferită de cea inițială, ca urmare a diferiților factori de mediu ce au acționat în timp asupra lor. Reducerea proprietăților de rezistență și creșterea celor de deformare, au condus la degradări avansate ale clădirilor și construcțiilor cu importanță specială asupra acestora din fondul de monumente istorice și de arhitectură. Pentru construcțiile din această categorie este necesară reconstituirea cât mai aproape de realitate a materialelor componente ale structurii.

Prezenta lucrare are ca scop investigarea mortarelor de zidărie prin încercări distructive, după o procedură concepută, experimentată și elaborată în INSTITUTUL NATIONAL DE CIMENT - CEPROCIM S.A., Secția Analize, Laborator de expertiză. Această procedură este definită ca procedură analitică minimă, ce face apel la un minim de tehnici analitice și poate răspunde cerințelor activității de investigare a unui mortar. Altfel spus, prin această procedură, cu un minim de tehnici analitice se poate obține un maxim de informație privind compozițiile chimice ale liantului și agregatului, informații despre liantul folosit, natura agregatului, raportul liant-agregat. De asemenea, procedura minimă de investigare a mortarelor ține cont de aspectul că pentru un singur laborator este dificil să acopere toată gama de metode și teste specifice investigării mortarelor, dat fiind costul dotărilor necesare.

CAPITOLUL II

DOCUMENTE DE REFERINTA

- | | |
|---|--|
| SR 226-2/96 | Clinchere portland |
| STAS 4605-2-10/1988 | Produse miniere nemetalifere cu continut de carbonati |
| STAS 9163-2-10/1989 | Produse miniere silico-aluminoase |
| ASTM C 1084-92 | Test for Portland Cement Content of Hardened Hydraulic-Cement Concrete |
| BS 1881-Part 124:1989 | Methods for Analysis of Hardened Concrete |
| ASTM C 295-90 | Guide for Petrographic Examination of Aggregates for Concretes |
| ASTM C 457-90 | Test for Microscopical Determination of Parameters of the Air-Void System in Hardened Concrete |
| ASTM C 856-83 (1988) | Petrographic Examination of Hardened Concrete |
| BS 812-Part 104:1994 | Method for Qualitative and Quantitative Petrographic Examination of Aggregates |
| Index (inorganic) to the Powder Diffraction File 1971, Publication PD 1S-21i, Joint Committee on Powder Diffraction Standard | |
| Andrei, V., Dumitrescu, C., Muntean, M., Ignat, S., Zedlinski, M. - "Strategii analitice fizico-chimice de investigare a mortarelor de zidărie", SELC XI, Călimănești, 1998 | |

CAPITOLUL III

TERMENI SI DEFINITII

Probă medie	- fractia din totalul de probă cu aceleasi proprietati fizico-chimice
Fractia solubilă	- fractia solubilizată prin atac chimic asupra probei medii
Fractia insolubilă	- fractia insolubilă recuperată în urma atacului chimic asupra probei medii
Probă specială	- probă prelevată special din zone cu simptome evidente de deteriorare
Probă îmbogățită în liant	- proba obținută din proba medie prin eliminarea succesivă a agregatului
Raport liant-agregat	- raportul dintre ponderea masică a liantului si ponderea masică a agregatului din mortarul investigat

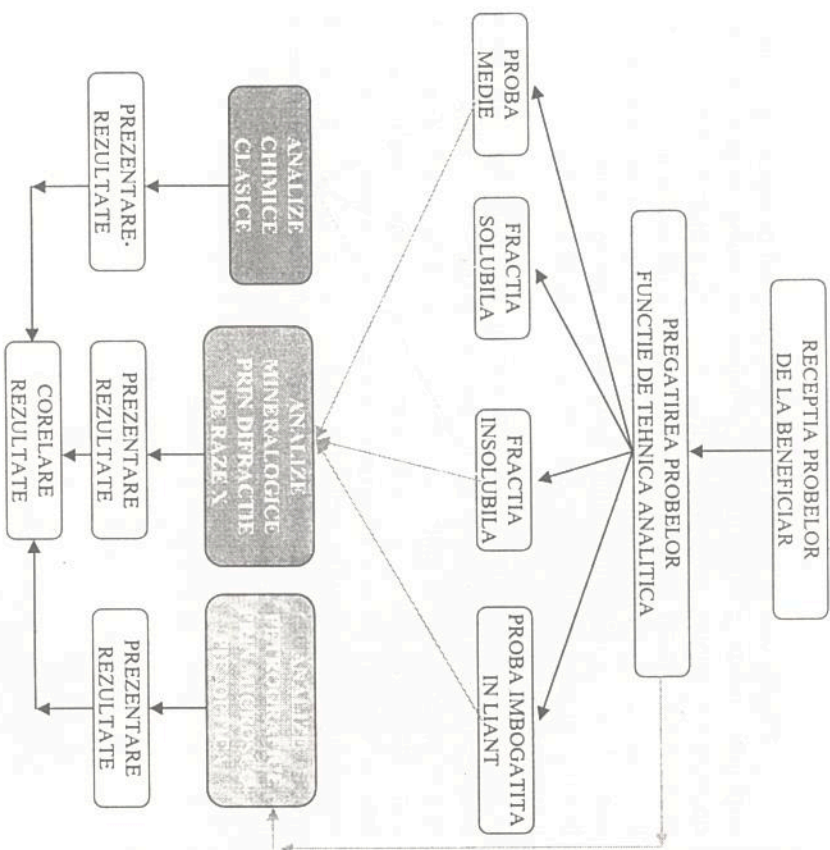
CAPITOLUL IV

PRINCIPIUL PROCEDURII ANALITICE MINIMALE SCHEMA LOGICA

Procedura minimală de investigare a mortarelor de zidărie cuprinde analize chimice clasice, analize mineralogice prin difracție de raze X si analize petrografice prin microscopie optică, efectuate pe probe medii, fractii solubile si insolubile, ca si pe probe îmbogățite în liant, ale căror rezultate individuale sunt interpretate si corelate pentru asamblarea finală a informatiilor privitoare la compozitiile chimice ale liantului si agregatului, tipul de liant si de agregat utilizat, raportul liant-agregat, etc.

Este de remarcat că, în cazuri speciale (ex. existenta simptomelor de deteriorare a mortarelor ca urmare a actiunii unor factori de agresivitate chimică), procedura analitică minimală poate fi completată gradual si cu alte tehnici (microscopie electronică cu baleiaj, spectroscopie în infrarosu, analiză termogravimetrică, etc.). În anexă este prezentată schema logică ce cuprinde, pe lângă procedura minimală, ansamblul de tehnici analitice ce contribuie la investigarea completă a unui mortar.

SCHEMA LOGICA A PROCEDURII ANALITICE MINIMALE DE INVESTIGARE DISTRUCTIVA A MORTARELOR DE ZIDARIE IN LABORATORUL DE EXPERTIZA - CEPROCIM S.A.



CAPITOLUL V RECEPTIA PROBELOR DE LA BENEFICIAR

Prelevarea probelor de mortare de către beneficiar trebuie să țină cont ca acestea să fie reprezentative atât din punctul de vedere al elementelor structurii aflate în investigație, cât și ca loc de prelevare și număr de probe în sine.

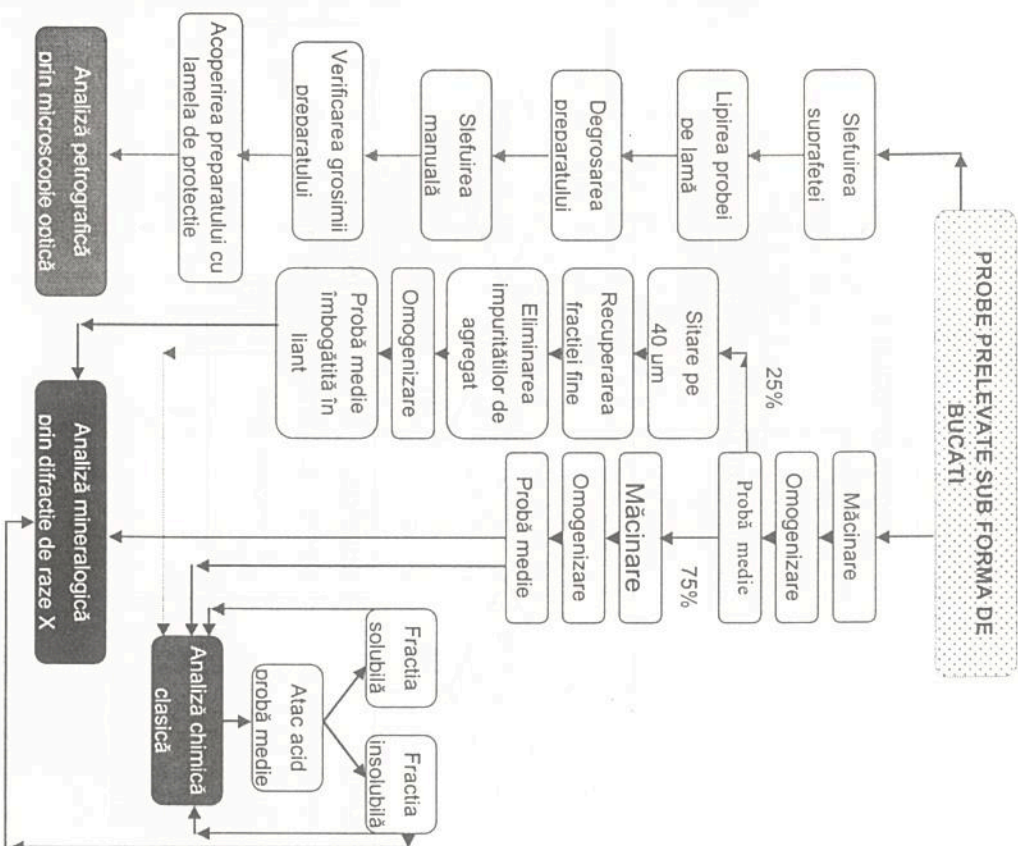
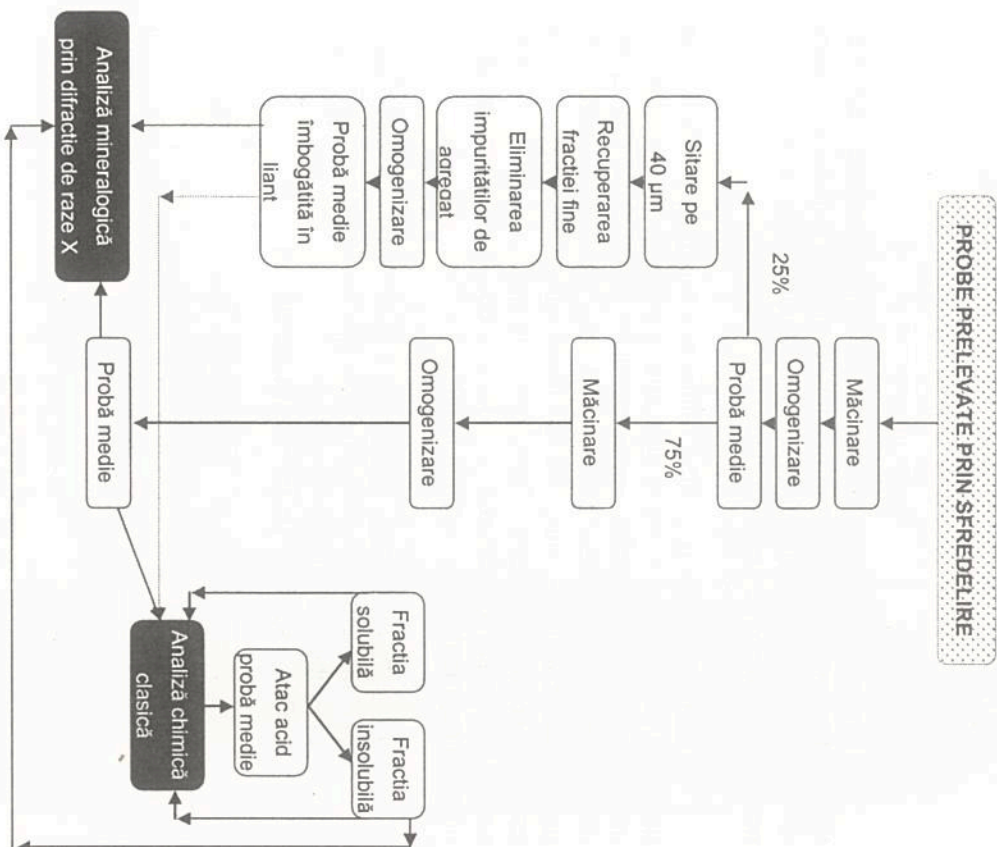
Laboratorul de expertiză realizează recepția, prin atribuirea unui cod pentru fiecare probă și a unei fișe ce conține informații de interes atât de la beneficiar (ex. condițiile de mediu la care a fost expusă structura investigată - grad de umezeală, factori de agresivitate chimică -, etc.), cât și observații la recepție (ex. caracteristici de suprafață - fisuri, prezența gelului în goluri și fisuri, existența zonelor de culoare -, dacă proba este fragmentată și numărul fragmentelor ce o compun, etc.).

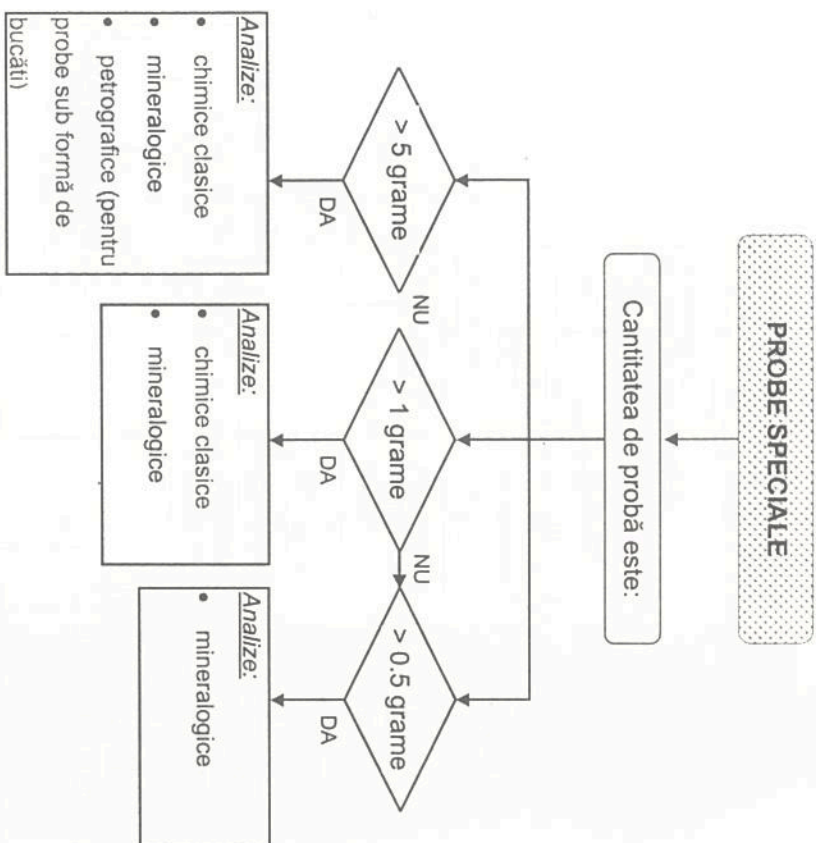
Tipuri de probe puse la dispoziția laboratorului de expertiză

- Probe prelevate prin sfredelire (pulverulente)
- Probe sub formă de bucăți
- Probe speciale (în general pulverulente)

CAPITOLUL VI

PREGATIREA PROBELOR





CAPITOLUL VII

PROCEDURA ANALITICA MINIMALA DE INVESTIGARE A MORTARELOR

Fiecare tip de analiză cuprinsă în procedura minimală de investigare a mortarelor este prezentată sintetic prin fișa tehnică și schema logică corespunzătoare.

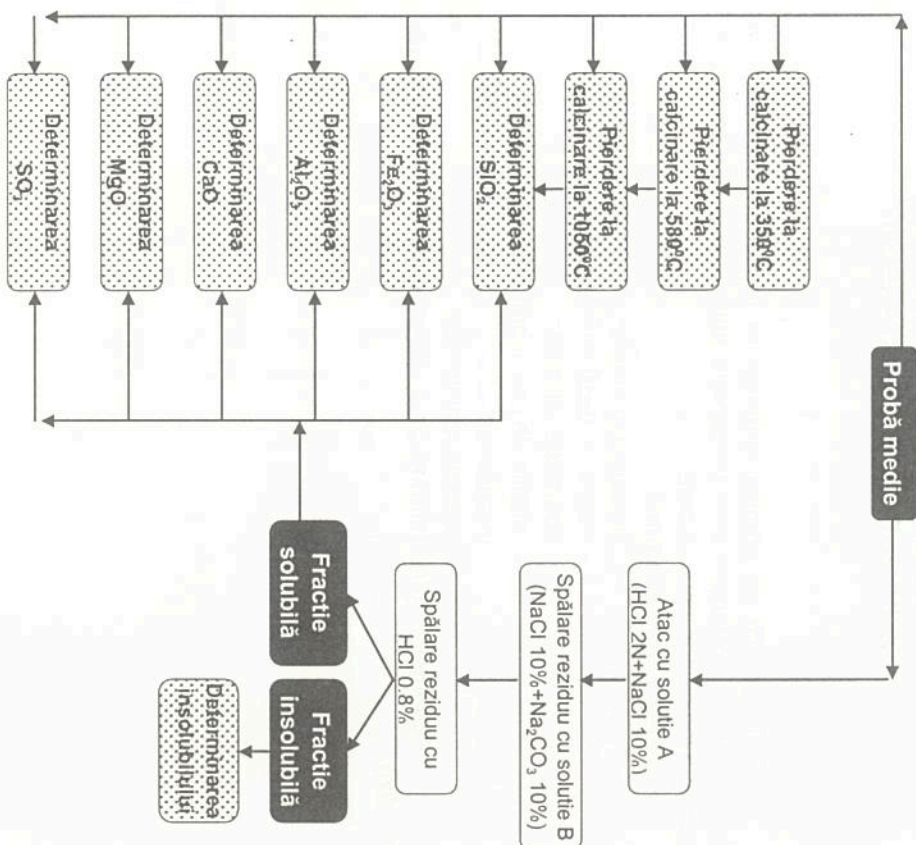
Fisele tehnice cuprind:

- principiul metodei;
- modul de desfășurare a analizei;
- aparatura utilizată;
- relațiile de calcul prin care se exprimă rezultatele;
- precizia rezultatelor.

Schemele logice cuprind pașii de execuție ai fiecărui tip de analiză.

VII.1

DETERMINARI PRIN ANALIZA CHIMICA CLASICA



DETERMINAREA PIERDERII LA CALCINARE

Principiul metodei

Pierdere la calcinare se determină prin calcinarea probei medii la o temperatură caracteristică, până la masă constantă.

Modul de desfășurare a analizei

Similar celei din STAS 4605-3/88.

Aparatura utilizată

- balanta analitică clasa II de precizie, 0,1mg;
- cuptor electric de laborator.

Prezentarea rezultatelor

Formula de calcul	Explicarea formulei
$\% P.C.^{350^{\circ}C} = \frac{m_1 - m_2}{m} \cdot 100$	- m_1 = masa creuzetului cu probă înainte de calcinare;
$\% P.C.^{580^{\circ}C} = \frac{m_1 - m_3}{m} \cdot 100$	- m_2 = masa creuzetului cu probă după calcinare la 350°C;
$\% P.C.^{1050^{\circ}C} = \frac{m_1 - m_4}{m} \cdot 100$	- m_3 = masa creuzetului cu probă după calcinare la 580°C;
	- m_4 = masa creuzetului cu probă după calcinare la 1050°C
	- m = masa probei luate în lucru.

Precizia rezultatelor

Domeniul de variație	Repetabilitatea	Reproducibilitatea
până la 30%	0.30	0.50
30 - 40%	0.40	0.60
deste 40%	0.50	0.70

DETERMINAREA CONTINUTULUI DE SiO_2

Principiul metodei

Continutul de SiO_2 atât din proba medie cât și din fracția solubilă se determină gravimetric după insolubilizarea SiO_2 cu HCl.

Modul de desfășurare a analizei

Similar celei din STAS 9163-4/73 pentru proba medie.
Similar celei din STAS 4605-4/88 pentru fracția solubilă.

Aparatura utilizată

- balanta analitică clasa II de precizie, 0.1mg;
- cuptor electric de laborator;
- etuvă electrică (0-200°C)

Prezentarea rezultatelor

Formula de calcul	Explicarea formulei
$\% \text{SiO}_2 = \frac{m_2 - m_1}{m} \cdot 100$	<ul style="list-style-type: none"> - relația de calcul este aceeași atât pentru proba medie cât și pentru fracția solubilă; - m_2 = masa creuzetului cu precipitat înainte de evaporare; - m_1 = masa creuzetului cu precipitat după evaporare; - m = masa probei luată în lucru.

Precizia rezultatelor pentru SiO_2 din proba medie

Domeniul de variație	Repetabilitatea	Reproducibilitatea
până la 20%	0.20	0.30
20 - 40%	0.30	0.45
40 - 60%	0.45	0.60
peste 60%	0.60	0.90

Precizia rezultatelor pentru SiO_2 din fracția solubilă

0.5 - 1%	0.025	0.04
1 - 3%	0.03	0.045
peste 3%	0.035	0.05

DETERMINAREA CONTINUTULUI DE Fe_2O_3

Principiul metodei

Continutul de Fe_2O_3 atât din proba medie cât și din fracția solubilă se determină volumetric prin titrare cu complexon III EDTA 0.1M.

Modul de desfășurare a analizei

Similar celei din STAS 9163-5/73 pentru proba medie.
Similar celei din STAS 4605-5/88 pentru fracția solubilă.

Aparatura utilizată

- balanta analitică clasa II de precizie, 0.1mg;
- cuptor electric de laborator;
- etuvă electrică (0-200°C)

Prezentarea rezultatelor

Formula de calcul	Explicarea formulei
$\% \text{Fe}_2\text{O}_3 = \frac{V \cdot F \cdot 0.007984 \cdot r}{m} \cdot 100$	<ul style="list-style-type: none"> - relația de calcul este aceeași atât pentru proba medie cât și pentru fracția solubilă; - V = volumul soluției de complexon III EDTA 0.1M folosit la titrare; - F = factorul soluției de complexon III EDTA 0.1M; - r = raportul de diluție; - m = masa probei luată în lucru; - 0.007984 = cantitatea de Fe_2O_3 corespunzătoare la 1 cm³ complexon III EDTA 0.1M.

Precizia rezultatelor pentru Fe_2O_3 din proba medie

Domeniul de variație	Repetabilitatea	Reproducibilitatea
1 - 2.5%	0.10	0.15
2.5 - 5%	0.15	0.20
peste 5%	0.20	0.30

Precizia rezultatelor pentru Fe_2O_3 din fracția solubilă

0.3 - 0.5%	0.03	0.10
0.5 - 1%	0.075	0.15
1 - 2.5%	0.10	0.20

DETERMINAREA CONTINUTULUI DE Al_2O_3

Principiul metodei

Continutul de Al_2O_3 atât din proba medie cât și din fracția solubilă se determină volumetric prin titrare cu complexon III EDTA 0,1M.

Modul de desfășurare a analizei

Similar celei din STAS 9163-6/73 pentru proba medie.
Similar celei din STAS 4605-6/88 pentru fracția solubilă.

Aparatura utilizată

- balanta analitică clasa II de precizie, 0,1mg;
- cuplor electric de laborator;
- etuvă electrică (0-200°C)

Prezentarea rezultatelor

Formula de calcul	Explicarea formulei
$\%Al_2O_3 = \frac{V \cdot F \cdot 0,005097 \cdot r}{m} \cdot 100$	<ul style="list-style-type: none"> - relația de calcul este aceeași atât pentru proba medie cât și pentru fracția solubilă; - V = volumul soluției de complexon III EDTA 0,1M folosit la titrare; - F = factorul soluției de complexon III EDTA 0,1M; - r = raportul de diluție; - m = masa probei luată în lucru; - 0,005097 = cantitatea de Al_2O_3 corespunzătoare la 1cm³ complexon III EDTA 0,1M.

Precizia rezultatelor pentru Al_2O_3 din proba medie

Domeniul de variație	Repetabilitatea	Reproductibilitatea
până la 10%	0,20	0,30
10 - 20%	0,30	0,45
20 - 35%	0,40	0,60

Precizia rezultatelor pentru Al_2O_3 din fracția solubilă

0,5 - 1%	0,05	0,10
1 - 2%	0,10	0,15
2 - 3%	0,15	0,25

DETERMINAREA CONTINUTULUI DE CaO

Principiul metodei

Continutul de CaO atât din proba medie cât și din fracția solubilă se determină volumetric prin titrare cu complexon III EDTA 0,05M.

Modul de desfășurare a analizei

Similar celei din STAS 9163-9/89 pentru proba medie.
Similar celei din STAS 4605-9/88 pentru fracția solubilă.

Aparatura utilizată

- balanta analitică clasa II de precizie, 0,1mg;
- cuplor electric de laborator;
- etuvă electrică (0-200°C)

Prezentarea rezultatelor

Formula de calcul	Explicarea formulei
$\%CaO = \frac{V \cdot F \cdot 0,002804 \cdot r}{m} \cdot 100$	<ul style="list-style-type: none"> - relația de calcul este aceeași atât pentru proba medie cât și pentru fracția solubilă; - V = volumul soluției de complexon III EDTA 0,05M folosit la titrare; - F = factorul soluției de complexon III EDTA 0,05M; - r = raportul de diluție; - m = masa probei luată în lucru; - 0,002804 = cantitatea de CaO corespunzătoare la 1cm³ complexon III EDTA 0,05M.

Precizia rezultatelor pentru CaO din proba medie

Domeniul de variație	Repetabilitatea	Reproductibilitatea
5 - 10%	0,15	0,25
10 - 20%	0,20	0,30
20 - 40%	0,25	0,40

Precizia rezultatelor pentru CaO din fracția solubilă

30 - 40%	0,30	0,50
peste 40%	0,40	0,60

DETERMINAREA CONTINUTULUI DE MgO

Principiul metodei

Continutul de MgO atît din proba medie cît si din fracția solubilă se determină volumetric prin titrare cu complexon III EDTA 0.05M.

Modul de desfășurare a analizei

Similar celei din STAS 9163-10/73 atît pentru proba medie cît si pentru fracția solubilă.

Aparatura utilizată

- balanta analitică clasa II de precizie, 0.1mg;
- cuplor electric de laborator;
- etuvă electrică (0-200°C)

Prezentarea rezultatelor

Formula de calcul	Explicarea formulei
$\% MgO = \frac{V \cdot F \cdot 0.002 \cdot r}{m} \cdot 100$	<ul style="list-style-type: none">- relația de calcul este aceeași atât pentru proba medie cât și pentru fracția solubilă;- V = volumul soluției de complexon III EDTA 0.05M folosit la titrare;- F = factorul soluției de complexon III EDTA 0.05M;- r = raportul de diluție;- m = masa probei luată în lucru;- 0.002 = cantitatea de MgO corespunzătoare la 1cm³ complexon III EDTA 0.05M.

Precizia rezultatelor pentru MgO din proba medie și din fracția solubilă		
Domeniul de variație	Repetabilitatea	Reproductibilitatea
0.5 - 1%	0.08	0.10
1 - 5%	0.10	0.15
5 - 10%	0.15	0.25
10 - 20%	0.20	0.30
peste 20%	0.30	0.40

Precizia rezultatelor pentru MgO din proba medie si din fracția solubilă

DETERMINAREA CONTINUTULUI DE SO₃

Principiul metodei

Continutul de SO₃ atît din proba medie cît si din fracția solubilă se determină gravimetric prin precipitare cu BaSO₄.

Modul de desfășurare a analizei

Similar celei din STAS 9163-13/73 atît pentru proba medie cît si pentru fracția solubilă.

Aparatura utilizată

- balanta analitică clasa II de precizie, 0.1mg;
- cuplor electric de laborator;
- etuvă electrică (0-200°C)

Prezentarea rezultatelor

Formula de calcul	Explicarea formulei
$\% SO_3 = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 0.3429 \cdot r}{m} \cdot 100$	<ul style="list-style-type: none">- relația de calcul este aceeași atât pentru proba medie cât și pentru fracția solubilă;- m_1 = masa creuzetului constant;- m_2 = masa creuzetului cu precipitat;- r = raportul de diluție;- m = masa probei luată în lucru;- 0.3429 = cantitatea de $BaSO_4$ corespunzătoare la 1cm³ soluție $BaCl_2$.

Precizia rezultatelor pentru SO_2 din proba medie și din fracția solubilă

Domeniul de variație	Repetabilitatea	Reproductibilitatea
până la 1%	0.025	0.05
1 - 10%	0.10	0.25

Precizia rezultatelor pentru SO₃ din proba medie si din fracția solubilă

DETERMINAREA

REZIDUULUI INSOLUBIL

Principiul metodei

Conținutul de rezidu insolubil se determină prin calcinarea fracției insolubile la 1050°C timp de 1 oră.

Modul de desfășurare a analizei

Similar ca metodologie celei din SR 226-2/95, cu diferența tipului de soluție de atac a probei medii (soluția A din părți egale HCl 2N și NaCl 10%) și a soluției de spălare (soluția B din părți egale NaCl 10% și Na₂CO₃ 10%, urmată de sol. HCl 0.8%).

Aparatura utilizată

- balanța analitică clasa II de precizie, 0,1mg;
- cuplor electric de laborator;
- etuvă electrică (0-200°C)

Prezentarea rezultatelor

Formula de calcul	Explicarea formulei
$\% \text{ Insolubil} = \frac{(m_2 - m_1)}{m} \cdot 100$	<ul style="list-style-type: none"> - m₁ = masa creuzetului fără precipitat; - m₂ = masa creuzetului cu precipitat; - m = masa probei luată în lucru.

Precizia rezultatelor pentru reziduu insolubil

Domeniul de variație	Repetabilitatea	Reproducibilitatea
30 - 40%	0.40	0.60
peste 40%	0.50	0.70

VII.2

ANALIZA

MINERALOGICA

PRIN DIFRACTIE DE RAZE X

Principiul metodei

Difracția de raze X are la bază formula lui Bragg-Brentano, după care:

$$2 \cdot d \cdot \sin \theta = n \cdot \lambda$$

d = distanța dintre planele unei structuri cristaline pe o anumită direcție;

θ = unghiul de incidență al razelor X;

λ = lungimea de undă a radiației X;

n = ordinul de difracție, cel mai frecvent=1.

Etapele

- Analiza prin difracție de raze X presupune două etape:

a) analiza calitativă = identificarea tipurilor de compusi cristalini prezenți în probă pe baza spectrelor de difracție (stabilirea pe diagramă a pozițiilor unghiulare corespunzătoare picurilor, calculul "d"-ului corespunzător picului cu formula lui Bragg-Brentano, alocarea picurilor funcție de "d" compusilor cristalini prezenți în probă pe baza cartoteicii ASTM.

b) analiza cantitativă = proporționalitatea cantității de compus cristalin prezent în probă cu amplitudinea picurilor aferente (înălțime, lățime, arie). Această proporționalitate este dată de o constantă experimentală funcție de metoda de analiză utilizată (metoda proporționalității directe, metoda etaloanelor, metoda sistemelor de ecuații cu calibrare inițială, metoda standardului intern sau metoda teoretică).

Aparatura utilizată

Difractometru DRON-3;
Difractometru UFD-6.

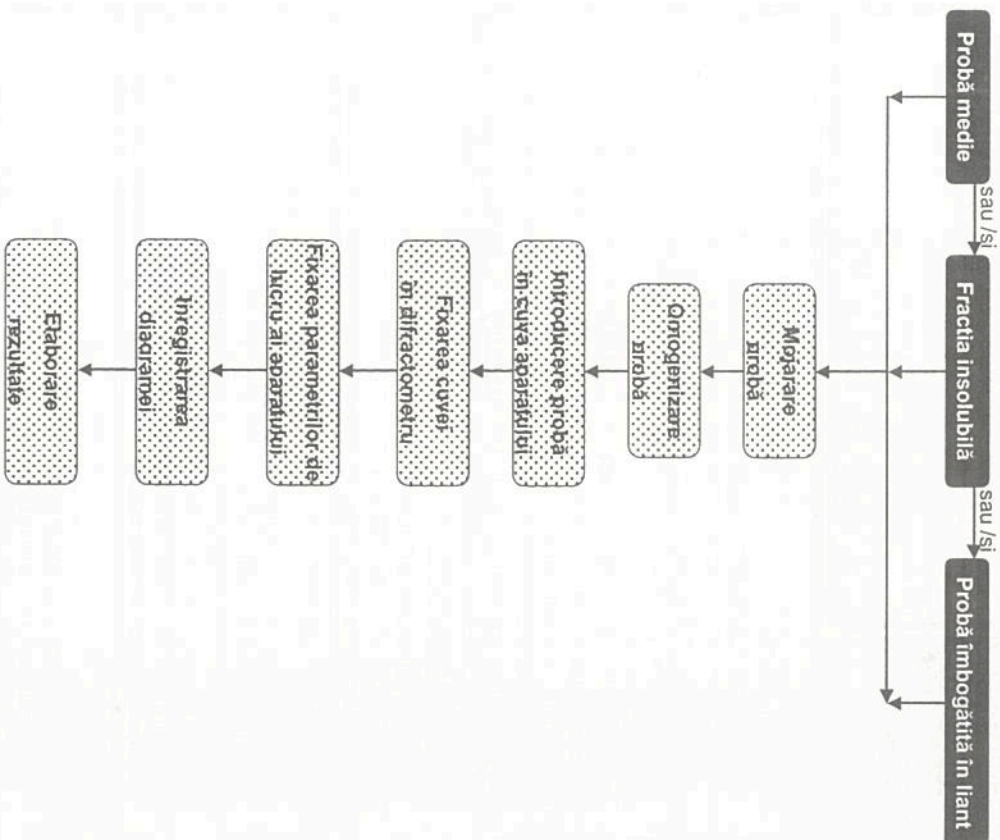
Elaborarea rezultatelor

- Identificarea fazelor cristaline din componenta agregatului;
- Determinarea ponderii fazelor cristaline prin raportare la fracția agregat;
- Determinarea raportului pastă de liant întărit-agregat;
- Identificarea produsilor de hidratare specifici cimentului;
- Identificarea produsilor de reacție existenți ca urmare a agresivității chimice.

Precizia rezultatelor

- Concentrația fazei cristaline minim detectabilă este de cca. 5%.
- Precizia rezultatelor prin analiză cantitativă este de ± 5%.

ANALIZA MINERALOGICA PRIN DIFRACTIE DE RAZE X



VII.3

ANALIZA PETROGRAFICA PRIN MICROSCOPIE OPTICA

Principiul metodei

Metoda de analiză prin microscopie optică se bazează pe studiul proprietăților optice ale componentelor minerale în lumină polarizată și naturală. Din punct de vedere optic, fiecare mineral cristalizat își are constantele sale caracteristice, cu ajutorul lor fiind posibilă determinarea naturii mineralelor și mai departe a tipurilor de rocă naturală a cărei componență o constituie.

Modalități de lucru

- Studierea preparatului microscopic în lumină transmisă și polarizată (în nicoii II și în nicoii X), utilizând tehnica de pregătire probe pe secțiuni subțiri.
- Măsurători lineare ale suprafeței probei, ce presupune :
 - lățimea fisurilor;
 - mărimea granulelor de agregat nealterate sau alterate;
 - lungimi medii ale fisurilor;
 - ponderea suprafețelor afectate, etc.

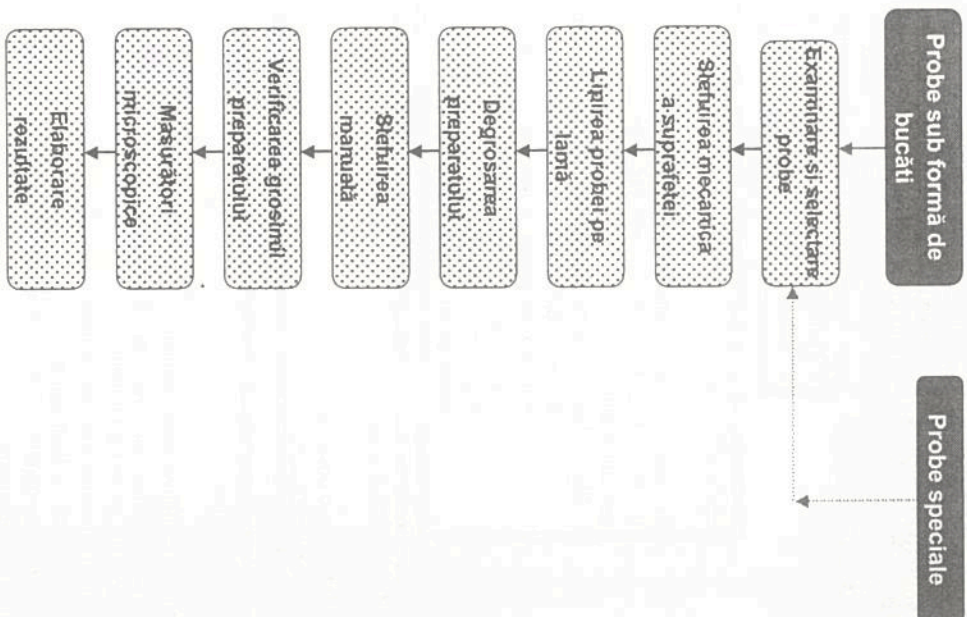
Aparatura utilizată

Microscop polarizant;
Stereomicroscop.

Elaborarea rezultatelor

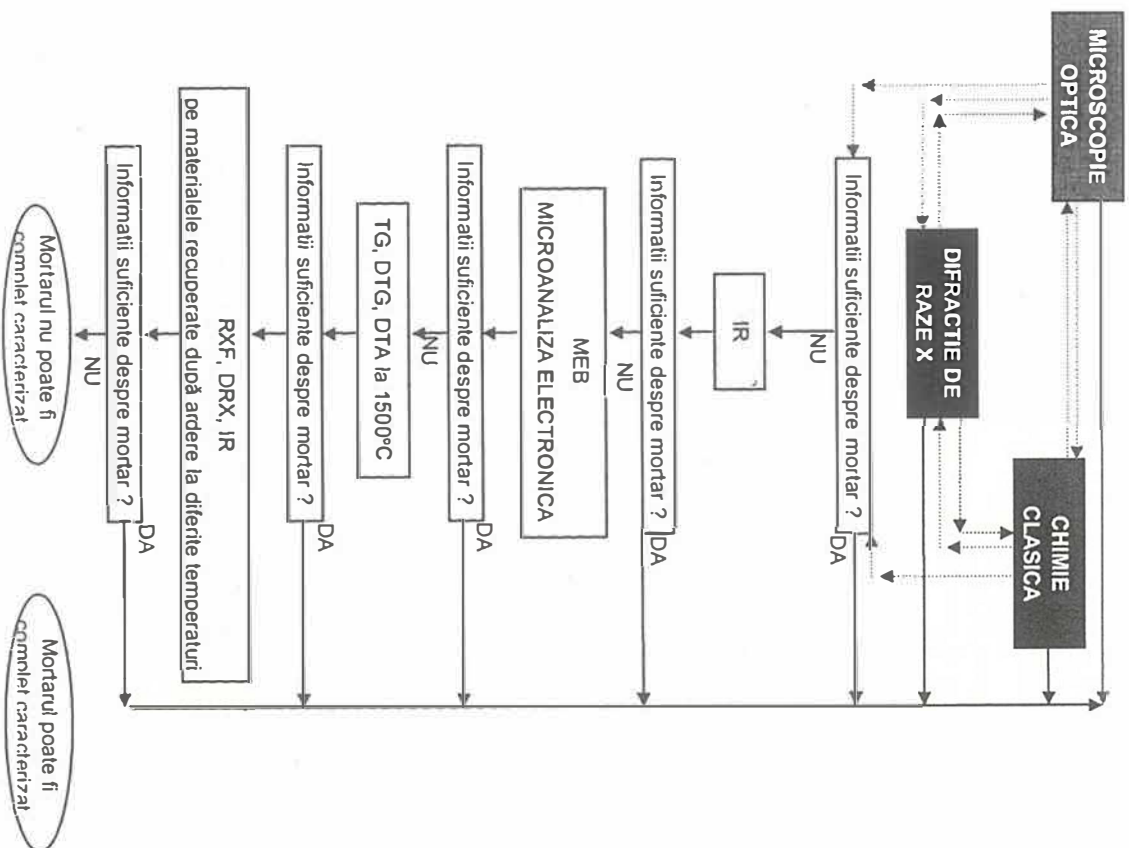
- Descrierea calitativă a agregatului;
- Determinarea dimensiunii maxime a agregatului;
- Aprecierea tipului de liant folosit;
- Aprecierea prezentei adaosurilor înlocuitoare de ciment;
- Estimarea raportului liant-agregat;
- Identificarea, examinarea și descrierea unor compusi (caracteristici) specifici reacțiilor de deteriorare.

ANALIZA PETROGRAFICA PRIN MICROSCOPIE OPTICA



ALGORITM ANALITIC GENERAL DE INVESTIGARE A MORTARELOR

Acest algoritm presupune utilizarea, pe lângă procedura minimală, și a altor tehnici analitice care conduc la obținerea unui număr mai mare de informații în ceea ce privește investigarea mortarelor.



PROCEDURĂ TEHNICĂ DE LUCRU

privind metoda de încercare directă a zidărilor vechi prin
prelevare de probe din lucrare

I. Încercarea la compresiune centrică

A. Operațiuni preliminare:

1. Se alege elementul structural din care se propune prelevarea monolitului. Alegerea se face pe criteriul asigurării stabilității elementului și a comodității de extragere. Dimensiunile în elevație ale corpului de probă vor fi de minimum 65/65 cm². Grosimea elementului nu va depăși 42 cm.
2. Se punctează colțurile probei prin forare cu o bormașină cu ϕ 10mm, ce străpunge complet perețele. Se detașează apoi monolitul prin unirea colțurilor prin tăieturi cu o freză puternică.
3. Extragerea probei se face manual sau (în cazul pereților cu grosimi mai mari de 28 cm) cu prese ușoare. După extragere proba se împinge pe o masă metalică susținută de un cadru, pe care se transportă la laborator.
4. Pregătirea probei se face prin desfăcerea îngrijită a tencuiei și plasarea sa pe platanul preseii; pentru buna pășuire la aplicarea eforturilor, se recomandă ca așezarea probei pe platan să se facă prin intermediul unei plăci din pască. O placă similară a fost aplicată pe suprafața superioară a probei, în același scop.

B. Execuția încercării:

1. Măsurarea deformărilor probei se recomandă a fi realizată prin două metode, dintre care una fiind cea cu ajutorul deformatorului mecanic, iar cea de a doua fie tensometrul cu coardă vibrantă, fie t.e.r. În acest scop pe suprafețele laterale ale probei se trasează axele de montaj ale ploturilor și respectiv ale dozelor de măsurare.

2. După instalarea dispozitivelor de măsurare pe probă, se trece la efectuarea încercării, prin aplicarea de trepte de încercare de 10-15 kN cu o viteză de încărcare corespunzătoare valorii $v = 0,14$ N/ cm² s. Pauzele de citiri între trepte variază de la 40-120 secunde. Încercările se continuă până la faza de rupere, cu urmărirea și marcarea atentă a aspectului probei și respectiv a hărții fisurilor și crăpăturilor pentru fiecare treaptă.

Pentru prelucrarea rezultatelor obținute din încercări, se pot utiliza tabelele de lucru menționate mai jos:

Tabel nr. 1 - Deformații orizontale

Baza de măsurare	Lungime (μ_m)	Citiri (μ_m)	i-1 (μ_m)	ϵ_m
0	1	2	3	4

Tabel nr. 2 - Deformații orizontale- centralizări

Treapta	$\epsilon = \Sigma (\epsilon_A + \epsilon_C + \epsilon_F + \epsilon_G) \times 1/4, (\%)$
0	1

Tabel nr. 3 - Evaluare valori rezistențe

Treapta	Masa probei (Kg)	Aria probei (cm ²)	Solicitare presă, (kN)	Total (kN)	σ
0	1	2	3	4	5

Tabel nr. 4 - Citiri brute cu deformetrul mecanic

Nr. deformetru	Lungimea bazei (μm)	Citiri pe treapta			Direcția	Fața
		I	II	III		
0	1	2	3	4	5	6

Tabel nr. 5 - Determinarea deformațiilor specifice verticale prin tensometrie mecanică

Treapta	L, μm		Δ_v		$\Delta_v \text{ med.} = (\Delta_v^1 + \Delta_v^2)/2$	$\epsilon_v, \%$
	D_1	D_2	D_1	D_2		
0	1	2	3	4	5	6

Tabel nr. 6 - Determinarea deformațiilor specifice orizontale prin tensometrie mecanică

Treapta	L	μ	Δ_a	$\Delta_o'=(\Delta_o^1+\Delta_o^4) \times 1/2$		$\Delta_o''=(\Delta_o^2+\Delta_o^3) \times 1/2$		$\epsilon_{o'}$ %	$\epsilon_{o''}$ %	ϵ_o %		
				D_1D_2 D_3D_4	D_1D_2 D_3D_4	D_1D_2 D_3D_4	D_1D_2 D_3D_4					
0	1	23	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Tabel nr. 7 - Determinarea deformațiilor specifice totale prin tensometrie mecanică

Treapta	Δ_v/L	$\Delta_o' (\mu\text{m})$	$\Delta_o'' (\mu\text{m})$	$\Delta_o'/L, (\%)$	$\Delta_o''/L, (\%)$	$\Delta_o/L = (\Delta_o' + \Delta_o'')/2, (\%)$
0	1	2	3	4	5	6

Pe baza valorilor obținute din prelucrări se construiește curba caracteristică ce exprimă legea specifică care caracterizează materialul încercat.

METODE DE INVESTIGARE (DISTRUCTIVE ȘI NEDISTRUCTIVE) ALE MORTARELOR DE ZIDĂRIE

Analiza și interpretarea rezultatelor încercărilor

Determinările nedistructive efectuate pentru încercările de control ale mortarului de tencuială s-au efectuat cu sclerometrul tip P.M. PROCEQ. Acesta este un sclerometru tip pendul, cu energie de impact de 0,883 Nm (0,09Kgm), cu un cap de impact al ciocanului (plunjer) având diametrul = 8mm.

Fabricantul recomandă următoarele domenii de utilizare pentru acest sclerometru:

- materiale de construcții de duritate mică și rezistență mică;
- materiale plastice de acoperire;
- betoane de joasă rezistență (rezistență la compresiune pe cuburi între 5 și 25 N/mm², sau 700-3500 psi).

Sclerometrul tip P.M. are posibilități extinse de utilizare. Determinările de rezistență se pot efectua atât în plan orizontal cât și în plan vertical.

Ca regulă generală, indicațiile sclerometrului caracterizează calitatea materialului mai bine decât încercarea la compresiune ce se execută în paralel (și care de obicei, oferă rezultate "corespunzătoare" la astfel de materiale), deoarece încercările de laborator oferă date privind comportarea în situ a materialului pus în operă.

Cu ajutorul sclerometrului P.M. din dotare, s-au efectuat verificări asupra calității mortarelor de tencuială în lucrare la obiect "consolidare hotel SOFIN" Galați.

La încercările asupra calității mortarelor de zidărie sau tencuială, nu există proceduri pentru utilizarea metodei combinate (U.S. + sclerometre) din următoarele considerente:

- Nu există în România un aparat cu ultrasunete similar betonoscopului utilizat la încercări pe betoane și nici nu există

practică privind extinderea benzilor de frecvență în vederea utilizării unor aparate de laborator similare;

- Metoda combinată utilizată conform recomandărilor prin normativul C 26-85, nu se aplică betoanelor de rezistență mică, sub clasa Bc 3,5;
- Rezistența relativ mică a mortarelor, datorită în principal folosirii agregatelor cu granulometrie 0-3mm (nisip) nu permite încercarea prin metode combinate nedistructive.

Pentru obținerea unor rezultate comparative și verificarea rezultatelor încercărilor proprii, s-a procedat la compararea rezultatelor obținute prin încercările în situ a rezistenței la compresie pe mortarele puse în operă la lucrarea "Refacere hotel SOFIN-Galați", cu rezultatele obținute prin încercările distructive ale epruvetelor prelevate de la lucrare și verificate în laborator prin proceduri conforme cu STAS 1030-1985.

Acste date comparate și interpretate, s-au introdus în abacele întocmite de furnizorul sclerometrului tip P.M.- PROCEQ (Elveția) și s-a apreciat echivalența dintre diviziunea măsurată pe raportorul aparatului și rezistența la compresie determinată conform normativelor românești.

S-au obținut date despre marca mortarlui exprimate în raportul: diviziuni / N/mm².

Condiții de lucru

- mortarele s-au preparat pe șantier cu betoniera de 50 l;
- transportul pe verticală al mortarelor sau elementelor componente (nisip, var, ciment) s-a efectuat mecanizat cu instalație cu turbosoli;
- dozarea volumetrică s-a efectuat manual, prin cupajare la punctul de lucru;
- aplicarea mortarlui pe zidării s-a efectuat atât manual cât și mecanic, funcție de condițiile organizatorice zilnice din șantier;

Mențiuni:

Încercările efectuate cu acest tip de sclerometru, nu au impact negativ asupra zonelor verificate (încercate) atât din punct de vedere al rezistenței și durabilității, cât și a aspectului (amprentele lăsate pe suprafața încercată sunt de neglijat).

*

*

*

Încercările s-au efectuat în plan vertical la 7 și 28 zile de la data punerii lor în operă.

Valorile obținute prin încercări la 7 zile au variat între 6-18 diviziuni, valori ce au fost incluse conform TABEL elaborat de fabricant la clasificarea mortarlui ca slab <20].

Valorile obținute prin încercări în aceleași zone la 28 zile, au variat între 30-40 diviziuni, clasificând mortarele în SATISFĂCĂTOR [30-40].

În paralel s-au prelevat de către laboratorul central al S.C. UNICOM S.A. GALAȚI mortare ce au fost încercate distructiv (cuburi de 14x14x14 cm la 28 zile). Au rezultat valori de rezistență la compresie cuprinse între 9-10 N/mm² (în perioada 19.05-04.06.1998) în coformitate cu prevederile STAS 2634/80.

Compararea rezistențelor obținute distructiv s-a făcut având standardul de referință STAS 1030/1985.

Valorile obținute încadrează mortarele puse în operă (și analizate distructiv) la marca M50 și chiar M100.

Comparând datele obținute distructiv (pe cuburi 9-10 N/mm²) cu număr de diviziuni citite prin metoda nedistructivă cu sclerometrul tip P.M., obținute la 28 zile (30-40 diviziuni) pe diagrama dată de fabricant (la pag. 7 în cartea aparatului -fig. 3) - rezultă că fiecarei diviziuni de pe sclerometru îi corespunde 0,3 N/mm².

Pentru verificare anexăm acestor prime considerente valorile obținute la 7 zile la un număr de 13 camere, verificând în fiecare cameră pereții tencuiți la diferite nivele de înălțime: 0,6m; 1,20m; 1,80m și 2,40m (măsurări în plan vertical). La fiecare nivel s-au

practicat un număr de 6 încercări /zonă și s-a înscris în tabel valoarea medie/nivel.

La 28 zile s-a verificat marca mortarelor la un număr de 18 camere în același mod (câte 4 zone/perete, atât în camerele verificate la 7 zile cât și în alte incinte, extinzându-se zona de verificare).

Comparând citirile la 7 zile cu cele de la 28 zile observăm o dublare a valorilor citite. Deci marca a crescut în timpul prescrist.

Pentru a realiza o bancă de date necesară elaborării unor concluzii, considerăm că trebuie extinsă aria verificărilor mortarelor prin încercări paralele, distructive și nedistructive, în lucrare, la 7-14-28 zile și întabellarea valorilor obținute.

Apreciem că baza de date trebuie extinsă pentru obținerea de statistici edificatoare, care să permită interpretarea măsurătorilor efectuate cu sclerometrul tip P.M. - PROCEQ pe mortare noi și /sau vechi.

Acestea sunt primele considerente asupra valorilor obținute prin aceste prime încercări cu sclerometrul tip P.M. ce vor sta la baza ghidului propus anexat Normativului P100 -92.

Întocmit,

ing. Eugenia Rădvan - șef laborator S.C. UNICOM S.A. Galați
ing. Teodor Arginteanu - I.C.L.P.U.A.T Galați
ing. Viorel Gheorghiu - I.C.L.P.U.A.T Galați

- Tabel centralizator cu valorile realizate urmare încercărilor cu sclerometrul tip P.M. PROCEQ, la 7 zile;
- Tabel centralizator cu valorile realizate urmare încercărilor cu sclerometrul tip P.M. PROCEQ, la 28 zile.

TABEL CU VALORILE REALIZATE ASUPRA CALITATII MORTARELOR DE TENCUIALA (RAP. 1 : 2) POZATE LA HOTEL "SOFIN" SI INCERCARE CU SCLEROMETRUL TIP PM - PROCEQ - ELVETIA - INCERCARI LA 7 ZILE - 21. 04.1998

Nr. Crt	Denumire camera (etaj)	PERETE EST					PERETE NORD					PERETE VEST					PERETE SUD					Obs
		V 60	V 120	V 180	V 240	V E.	V 60	V 120	V 180	V 240	V N.	V 60	V 120	V 180	V 240	V V.	V 60	V 120	V 180	V 240	V S.	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	Cam. TESA 2 cu iesire hol	17	16	18	16	17	15	17	17	15	16	17	16	18	15	17	17	16	16	15	16	<20 slab
2	cam TESA 1 (parter)	15	16	16	17	16	17	18	18	18	18	17	18	19	17	18	15	17	15	18	16	<20 slab
3	Birou protocol (parter)	18 ⁵	17	17	16	17	17	12	16	19	16	15	16	17	16	16	-	-	-	-	-	<20 slab
4	Perete hol intre camera 1 - 2 (parter)	17 ⁵	18	19	18	18	18	18 ⁵	18	16 ⁵	18	-	-	-	-	-	17	18	19	18	18	<20 slab
5	Birou 1 Director (parter)	19	18	17	19	18	18	18	19	19	18	20	20	18	17	19	17	17	18	16	17	<20 slab
6	Camera 1001 Etaj X	-	-	-	-	-	17	16	18	17	17	17	17	16	17	17	17	17	18	17	17	<20 slab
7	Camera 901 Etaj IX	-	-	-	-	-	16	17	17	17	17	17	18	17	16	17	17	17	18	16	17	<20 slab
8	Camera 907 Etaj IX	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	18	18	18	18	16	16	17	16	16	<20 slab
9	Camera 704 Etaj VII	-	-	-	-	-	17	18	16	17	17	16	17	18	17	17	18	18	17	18	18	<20 slab

Nr. Crt	Denumire camera (etaj)	PERETE EST					PERETE NORD					PERETE VEST					PERETE SUD					Obs
		V 60	V 120	V 180	V 240	V E.	V 60	V 120	V 180	V 240	V N.	V 60	V 120	V 180	V 240	V V.	V 60	V 120	V 180	V 240	V S.	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
10	Camera 705 Etaj VII	-	-	-	-	-	18	16	16	17	17	17	18	18	18	18	17	17	18	17	17	<20 › slab
11	Camera 706 Etaj VII	-	-	-	-	-	18	17	17	17	17	-	-	-	-	-	18	16	16	17	17	<20 › slab
12	Camera 306 Etaj III	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	16	16	17	17	16	17	16	17	17	<20 › slab
13	Camera 102 Etaj 1	-	-	-	-	-	17	17	16	16	17	-	-	-	-	-	17	17	16	17	17	<20 › slab

Intocmit,
ing. Viorel Gheorghiu

TABEL CU VALORILE REALIZATE ASUPRA CALITATII MORTARELOR DE TENCUIALA (RAP. 1 : 2) POZATE LA HOTEL "SOFIN" SI INCERCARE CU SCLEROMETRUL TIP PM - PROCEQ - ELVETIA - INCERCARI LA 28 ZILE

Nr. Crt	Denumire camera (etaj)	PERETE EST					PERETE NORD					PERETE VEST					PERETE SUD					Obs
		V 60	V 120	V 180	V 240	V E.	V 60	V 120	V 180	V 240	V N.	V 60	V 120	V 180	V 240	V V.	V 60	V 120	V 180	V 240	V S.	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	Camera 1001 Etaj X	-	-	-	-	-	30	31	32	32	31	29	31	32	31	31	32	31	32	32	32	30 - 40 satisfactor
2	Camera 1002 Etaj X	-	-	-	-	-	33	32	31	31	32	-	-	-	-	-	31	30	31	31	31	30 - 40 satisfactor
3	Camera 1001 Etaj X	30	29	29	30	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	29	30	31	30	30 - 40 satisfactor
4	Camera 1001 Etaj X	29	31	31	30	30	30	29	30	30	30	-	-	-	-	-	31	32	31	30	31	30 - 40 satisfactor
5	Camera 1001 Etaj X	-	-	-	-	-	32	32	31	31	31	-	-	-	-	-	31	32	30	30	31	30 - 40 satisfactor
6	Camera 1001 Etaj X	-	-	-	-	-	35	34	35	35	35	37	40	35	36	34	33	32	33	32	33	30 - 40 satisfactor
7	Camera 901 Etaj IX	-	-	-	-	-	30	31	32	32	31	32	31	32	32	32	32	31	31	32	32	30 - 40 satisfactor

Nr. Crt	Denumire camera (etaj)	PERETE EST					PERETE NORD					PERETE VEST					PERETE SUD					Obs
		V 60	V 120	V 180	V 240	V E.	V 60	V 120	V 180	V 240	V N.	V 60	V 120	V 180	V 240	V V.	V 60	V 120	V 180	V 240	V S.	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
8	Camera 704 Etaj VII	-	-	-	-	-	30	31	32	32	31	33	32	32	33	33	34	32	32	32	32	30 - 40 satisfactor
9	Camera 705 Etaj VII	30	28	30	30	30	31	29	30	30	30	-	-	-	-	-	29	30	30	30	30	30 - 40 satisfactor
10	Camera 706 Etaj VII	-	-	-	-	-	29	31	30	30	30	-	-	-	-	-	31	32	28	29	30	30 - 40 satisfactor
11	Camera 306 Etaj III	-	-	-	-	-	29	30	30	29	30	-	-	-	-	-	31	30	29	30	30	30 - 40 satisfactor
12	Camera 102 Etaj I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	34	33	33	33	34	33	33	34	34	30 - 40 satisfactor
13	Camera 102 Etaj 1	-	-	-	-	-	33	35	32	36	34	-	-	-	-	-	34	35	33	34	34	30 - 40 satisfactor
14	Cam. TESA 2 cu iesire → hol	30	31	31	31	31	32	31	32	31	32	31	30	32	31	31	32	31	31	30	31	30 - 40 satisfactor
15	cam TESA 1 (parter)	31	30	32	31	31	33	31	31	31	31	31	30	32	30	31	30	31	31	30	31	30 - 40 satisfactor

Nr. Crt	Denumire camera (etaj)	PERETE EST					PERETE NORD					PERETE VEST					PERETE SUD					Obs
		V 60	V 120	V 180	V 240	V E.	V 60	V 120	V 180	V 240	V N.	V 60	V 120	V 180	V 240	V V.	V 60	V 120	V 180	V 240	V S.	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
16	Birou protocol (parter)	30	30	31	31	31	32	31	32	32	32	31	32	33	32	32	-	-	-	-	-	30 - 40 satisfactor
17	Perete hol intre camera 1 - 2 (parter)	31	31	30	31	31	32	31	32	31	32	-	-	-	-	-	30	31	31	31	31	30 - 40 satisfactor
18	Birou 1 Director (parter)	30	30	31	30	30	32	33	33	32	32	31	32	31	31	31	32	31	32	33	32	30 - 40 satisfactor

Intocmit,
ing. Viorel Gheorghiu