

UNIVERSITATEA NATIONALA DE ARTE

RAPORTUL STIINTIFIC SI TEHNIC

PROIECT

**„STRATEGIE INTEGRATA DE CERCETARE A STARII
DE CONSERVARE A UNOR BISERICI RUPESTRE
IN VEDEREA RESTAURARII SI PUNERII IN
VALOARE-STUDIUL DE CAZ:CORBII DE PIATRA” -
SICBR**

Contract nr: 91-001/2007

ETAPA III

**ETIOPATOGENIA ANSAMBLULUI RUPESTRU SI
PREDICTIA PROCESELOR DEGRADATIVE**

**ACTIVITATE III.1. (A.2.3.)
ANALIZA DATELOR DE CONSERVARE, FIZICE,
CHIMICE, BIOLOGICE, GEOLOGICE SI DE MATERIALE
CARE SUNT PREDICTIVE
(PENTRU CONTINUAREA-EVOLUTIA DETERIORARII)**

STRUCTURA CONSORTIULUI

UNIVERSITATEA NATIONALA DE ARTE –COORDONATOR

UNIVERSITATEA BUCURESTI-PARTICIPANT

**INSTITUTUL NATIONAL DE CERCETARE PENTRU CONSERVARE SI
RESTAURARE-PARTICIPANT**

CEPROCIM-PARTICIPANT

**BUCURESTI
2008**

CUPRINS

OBIECTIVELE GENERALE

OBIECTIVELE FAZEI DE EXECUTIE

REZUMATUL FAZEI

DESCRIEREA STIINTIFICA SI TEHNICA

CONCLUZII

BIBLIOGRAFIE

OBIECTIVELE GENERALE

1. Dezvoltarea, si consolidarea unei retele de cercetare, a parteneriatului de lunga durata intre institutiile participante.

2. Formarea si integrarea tinerilor cadre didactice și a studenților din anii terminali in cercetarea de excelenta.

3. Aplicarea metodelor avansate din domenii complementare pentru stabilirea starii de conservare a bisericilor rupestre

4. Stimularea colaborarilor internationale

5. Eliminarea decalajului existent fata de nivelul european in privinta modului de abordare a cercetarii in domeniul monumentelor istorice si a celui de punere in valoare respectiv de dezvoltare a turismului cultural, obiectiv aflat in concordanta cu obiectivul programului de accelerare a procesului de aliniere si integrare tehnologica, conform cerintelor si reglementarilor Uniunii Europene.

Obiectivele generale ale proiectului sunt atinse. Contribuțiile celei de a treia faze de cercetare la realizarea obiectivelor generale ale proiectului sunt următoarele:

Obiectivul 1: Prin consorțiu constituit s-au reunit specialiști din diferite institutii aparținând universităților (UNA, UB) institutelor de cercetare (INCCR) și societăților cu profil de cercetare (CEPROCIM SA) ceea ce reflectă interdisciplinaritatea cerută la rezolvarea obiectivelor prin participarea restauratorilor, istoricilor de artă, biologilor, geologilor, chimistilor, inginerilor chimiști, fizicienilor, informaticienilor.

Se susțin astfel două rețele de cercetare din care fac parte Centrul de Cercetari pentru Conservarea și Restaurarea Operei de Artă; Colectivul de Petrologie și Metalogenie Aplicata, Facultatea de Geologie și Geofizica, Universitatea București. Menționez faptul că Centrul de Cercetari pentru Conservarea și Restaurarea Operei de Artă este recunoscut de CNCSIS și face parte din "Rețeaua centrelor de excelenta pentru tehnici avansate de restaurare-conservare-prezervare"

Obiectivul 2. In consorțiu au fost incluși tineri cercetători precum și studenți din anii terminali și master (toti partenerii)

OBIECTIVUL 3. Aplicarea metodelor avansate din domenii complementare pentru stabilirea starii de conservare a bisericilor rupestre. S-au folosit metode nedestructive pentru analiza probelor de la Corbii de Piatra iar unele determinări s-au efectuat in situ (toti partenerii-metodele sunt mentionate în RTS. In paralel s-a inițiat o cercetare de interpretare statistică a rezultatelor (UNA)

OBIECTIVUL 4. Colaborarea internațională inițiată prin misiunea exploratorie efectuată la Applied Physics Institute "N.Carrara (IFAC), research Unit "FLIDAR", National Research Council of Italy (CNR) s-a derulat prin corespondență în această etapa urmând ca în etapa a IV-să se deruleze misiunea de cercetare științifică. O parte din rezultatele obținute până în prezent au fost prezentate la Congresul de Biodeteriorare și biodegradare care a avut loc la Messina în septembrie. O altă parte a rezultatelor au fost prezentate la Historical Mortars Conference –Lisabona, 24-26 Septembrie 2008

OBIECTIVUL 5. Considerăm că, prin acordul de colaborare semnat, prin participarea la schimburi de experiență și participarea la conferințe naționale și internaționale de profil se va putea elimina decalajul existent fata de nivelul european in privinta modului de abordare a cercetarii in domeniul monumentelor istorice si a celui de punere in valoare respectiv de dezvoltare a turismului cultural

OBIECTIVELE FAZEI DE EXECUTIE

CO-Partener 1-UNA

3.1.1.1. Caracterizare a microclimatului de la biserica ansamblului rupestru Corbii de Piatră. Determinări pe perioada de un an

3.1.1.2. Stabilirea tipurilor de deteriorare specifica; Documentatie fotografica

3.1.1.3. Identificarea microbiodeteriogenilor

3.1.1.4. Identificarea modificarilor chimice la nivelul pigmentilor

Partener 2-INCCR

3.1.2.1. Studiul stratului pictural si a materialului suport prin spectrometrie FTIR.

3.1.2.2. Stabilirea deteriorarilor specifice

Partener 3-UB

3.1.3.1. Analiza mineralogică petrografică la nivelul rocii (perete exterior)

3.1.3.2. Analiza geochimică, RX, microsondă electronică, hidrochimică la nivelul rocii (perete exterior)

3.1.3.3. Stabilirea tipurilor de deteriorare specifica

Partener 4-CEPROCIM

3.1.4.1. Efectul conditiilor de microclimat asupra materialelor liante

3.1.4.2. Stabilirea tipurilor de degradare specifica

Toate obiectivele fazei 3 au fost indeplinite prin activitatea susținută a partenerilor :UNA, UB, INCCR și CEPROCIM SA. Principalele rezultate obținute se regăsesc atât în rezumatul frazei cât și în descrierea științifică

ETAPA III

ETIOPATOGENIA ANSAMBLULUI RUPESTRU SI PREDICTIA PROCESELOR DEGRADATIVE

- REZUMAT-

3.1.1.1. Caracterizare a microclimatului de la biserica ansamblului rupestru Corbii de Piatră. Determinări pe perioada de un an

Plasarea senzorilor a respectat pe tot parcursul înregistrărilor programul inițial, de captare a datelor de microclimat în naosul și altarul bisericii rupestre. În naos a fost ales axul vertical al încăperii, distribuția senzorilor fiind următoarea: S1 la înălțimea de 295cm, iar S3 la 350cm. Ceilalți doi senzori au fost plasați în altar, pe peretele interior al catapetesmei, de o parte și de cealaltă a ușilor împărătești: S2 la înălțimea de 295cm, iar S4 la 260cm.

În general, prin înregistrările efectuate cu ajutorul a trei senzori – S1, S3, S4 – care au funcționat pe toată perioada determinărilor de microclimat s-au putut constata fluctuații ample în special la nivelul umidității relative (RH) Astfel, diferența cea mai mare, de 49,70 de procente între valoarea maximă și valoarea minimă s-a înregistrat de senzorul S3, plasat la cota cea mai ridicată (350cm), deasupra policandrului, în naosul bisericii. La rândul lor, și ceilalți senzori au înregistrat mari diferențe între valorile maxime și minime ale umidității relative: 43,60 pentru S1 și 37,50 pentru S4.

În ceea ce privește temperatura (T) diferența cea mai amplă - 9,76°C – a existat la nivelul senzorului S1 situat la cota 270cm, deasupra policandrului din axul vertical al naosului. Este zona supusă cel mai intens curenților de aer și influenței becurilor policandrului. Diferențe între valorile maxime și minime ale temperaturii, sensibil apropiate de înregistrările senzorului S1, au fost determinate pentru senzorii S3 (8,57°C) și S4 (7,79°C).

starea generală a microclimatului bisericii rupestre de la Corbii de Piatră poate fi caracterizată ca extrem de umedă, cu valori ce ating saturația. În general, valorile cele mai mari ale umidității relative (RH) se înregistrează noaptea, iar creșterea începe în intervalul 15 – 18. Este intervalul în care se poate atinge valoarea maximă, ca spre exemplu în cazul senzorului S1 (5 noiembrie, ora 15,50).

Aflată în relație cu umiditatea relativă (RH), temperatura (T) înregistrează noaptea valorile cele mai scăzute. După deschiderea ferestrelor, în perioada vară-toamnă, se observă o creștere a temperaturii în intervalul 7-14.

3.1.1.2. Stabilirea tipurilor de deteriorare specifica; Documentatie fotografica

Zidul de Vest, reconstruit în sec. XIX, după prăbușirea acestei părți a bisericii, este expus apelor pluviale, scurgerilor și infiltrațiilor produse pe stânca în care este săpat monumentul rupestru. S-au identificat:

- urmele verticale ale scurgerilor apelor pluviale;

- decoeziunea pietrei produsă prin infiltrații și scurgeri în extrema nordică a zidului; favorizarea umidității prin plasarea rafturilor pentru flori la baza zidului, supusă umidității de capilaritate

Schimbarea radicală a regimului luminii în interiorul bisericii determină, alături de regimul extrem de umiditate, dezvoltarea microorganismelor fotoautotrofe – maladia verde – în special în jumătatea nordică a naosului. În ciuda reparațiilor successive, în partea superioară, de nord-vest, a zidului se pot vedea urmele infiltrațiilor.

În condițiile migrării și recristalizării sărurilor solubile se produce o dislocare și expulzare a fragmentelor suportului picturii cu apariția progresivă a diferitelor tipuri de lacune: punctiforme, neregulate de mici dimensiuni, reintegrabile, corespondente, medii reintegrabile sau nereintegrabile și ample nereintegrabile. S-a identificat de asemenea, dislocarea și expulzarea unor fragmente din suportul picturii. Criptoflorescențe determină apariția lacunelor de diferite profunzimi: la nivelul stratului de *intonaco*, *arriccio* precum și lacune profunde, la nivelul zidăriei – suport

Absida altarului se află în faza pierderii aproape totale a suportului picturii. S-au identificat subzistența sub formă insulară a suportului picturii împreună cu fragmente din stratul pictural și diferențierea suprafețelor care au pierdut mai aproape de timpurile noastre suportul față de cele de pe care suportul a dispărut demult. Lacunele mai recente poartă urme ale suportului de var

Cele două surse majore de degradare, în condițiile umidității excesive, migrarea și recristalizarea sărurilor solubile și atacul biologic afectează stratul pictural, denaturându-l sau ducând la pierderea progresivă a acestuia. Decoeziunea suportului, sub forma unor cratere punctiforme, înseamnă și dispariția unor fragmente din stratul de culoare. Este cazul, de pildă, al negrului de cărbune de lemn cu care au fost realizate crucile de pe veșmântul polystavrion al unui ierarh ce se afla zugrăvit în absida altarului

Voalurile superficiale de eflorescențe sunt dublate de prezența criptoflorescențelor care, debutând prin cratere punctiforme, ajung să producă lacune din ce în ce mai extinse ale stratului pictural împreună cu o parte din suportul acestuia.

Pulverulența stratului de culoare este provocată de fenomenul de migrare și recristalizare a sărurilor solubile (îndeosebi a sulfaților) în condițiile unui microclimat cu umiditate excesivă, a prezenței unei umidități a zidurilor peste valorile admise.

3.1.1.3. Identificarea microbiodeteriogenilor

Principalii biodeteriogeni care acționează la exteriorul monumentului sunt: algele, lichenii, plantele și animalele. Briofitele și lichenii reprezintă bioindicatori ai gradului ridicat de umiditate din atmosferă și substrat

Algele formează biofilme de culoare verde și limitează intensitatea procesului de evaporare din rocă. În locurile unde s-au desprins bucăți din rocă și apa staționează se remarcă o dezvoltare masivă a algelor verzi

Lichenii se dezvoltă atât pe suprafața exterioară a rocilor cât și pe crucile aflate în curtea bisericii. Prin acizii organici sintetizați extrag ionii de calciu și magneziu din rocă (chelatare) determinând formarea alvelolelor respectiv a eroziunilor.

Datorită faptului că unii licheni sunt bioindicatori ai poluării atmosferice, am inițiat un studiu privind capacitatea acestora de a fixa metale grele la nivelul talului.

Au fost identificate plante lemnoase în imediata învecinătate a pereților exteriori dar și pe stâncă. Prezența acestora indică existența solului care asigură creșterea și ramificarea rădăcinilor (atât la baza pereților exteriori cât și pe partea superioară a rocii). Acesta rezultă din degradarea în timp a rocii prin acțiunea proceselor fizice, chimice și biologice. Rădăcinile exercită presiune asupra rocii în procesul de creștere și ramificare iar ramurile prin mișcările de aer produc zgârieturi și chiar desprideri

Pe fața interioară a ușii din pronaos și pe fața exterioară a acesteia, colonizatorii de ordinul I sunt fungii celulozolitici aparținând speciilor: *Aspergillus niger*, *Aureobasidium pullulans*, *Chaetomium sp* și *Mucor mucedo*

În naos s-au identificat biodeteriogeni pe etichetele de hârtie, suportul lemnos al icoanelor și strane

Pe etichetele de hârtie se dezvoltă *Aspergillus niger*, *Ulocladium chartarum*, *Cladosporium sp.*, *Chaetomium sp.*, *Penicillium sp.* și determină atât modificări de estetice cât și scăderea rezistenței mecanice

Icoana pictată Maica Domnului cu Pruncul și stranele sunt atacate de bazidiomiceta *Coniophora puteana*. Pe latura inferioară precum și pe versoul icoanei se pun în evidență colonii mari de culoare alb-galbuie pe suprafața cărora este lichid de sinereză, în parte provenit din apa extrasă din substrat. Sub colonii lemnul este moale și de culoare brună ca rezultat al degradării celulozei și a ligninei.

Pe icoana litografiată *Maica Domnului cu Pruncul* se dezvoltă *Aspergillus niger* și *Alternaria alternata*, determinând apariția modificărilor estetice (pete de culoare neagră pe față)

Cablul pentru curentul electric nu reprezintă o sursă nutritivă pentru fungi dar depunerile organice de la suprafața acestuia și condițiile de microclimat permit creșterea și multiplicarea fungilor. Pigmenții melanici sintetizați de aceștia deteriorează estetic cablul iar acizii și enzimele îl deteriorează biochimic. Macroscopic, suprafața cablului poate fi greșit interpretată ca prezentând depuneri de praf. Prin analiza microbiologică s-au pus în evidență *Cladosporium cladosporioides*, *Alternaria alternata* și *Ulocladium botrytis*

Pe *tencuiala rămasă liberă după pierderea stratului pictural* s-au identificat zone de culoare neagră de diferite intensități, brună sau violacee formate ca rezultat al colonizării de către următoarele specii: *Aspergillus niger*, *Cladosporium cladosporioides*, *Alternaria alternata*, *Ulocladium chartarum*, *Fusarium sp*

În *eflorescențele pufoase și crustoase* s-au identificat *Basipetospora halophila* și *Alternaria alternata*

În altar fungii se dezvoltă pe fragmentele de lumânări, picături de lumânări și pe corpurile țânțarilor aflate în descompunere.

3.1.1.4. Identificarea modificărilor chimice la nivelul pigmentilor

Informația obținută prin microscopie optică și teste microchimice a permis observarea stratului pictural în secțiuni stratigrafică și stabilirea elementelor majore prezente în fiecare strat, astfel identificându-se succesiunea pigmentilor și în consecință modalitatea de execuție a picturii. Stratul suport este constituit din var și nisip fin, cu un conținut de impurități argiloase. Alterarea de la nivelul stratului de culoare, observată în cazul pigmentului miniu (Pb_3O_4), este posibil să fie datorată interacțiunii pigmentului miniu cu un liant organic, reacție ce se petrece în special sub acțiunea umidității. O altă explicație ar putea fi

transformarea miniului datorită dioxidului de carbon din atmosferă, precum și a apei, conducând la formarea carbonatului de plumb, alb. Pentru vizualizarea diferențelor de culoare s-a utilizat prelucrarea statistică a imaginii, obținându-se imagini în culori false, acestea indicând grupuri considerate ca aparținând aceleiași categorii de culoare. Ceea ce este important de precizat este faptul că această prelucrare statistică permite stabilirea procentelor în care se găsesc grupurile de culori, denumite clusteri.

3.1.2.1. Studiul stratului pictural și a materialului suport prin spectrometrie FTIR.

Pictura de la Corbii de Piatră este realizată cu pământuri naturale (ocru galben, ocru roșu, pământ verde) și negru de cărbune de lemn, acestea având tonuri mai puțin intense, dar și cu pigmenți ce au dat odată strălucire picturii originale. Aceștia din urmă sunt pigmentul roșu cinabru și pigmentul miniu, de culoare oranj foarte intens. Din păcate culoare originală se distinge greu în cazul cinabrului, acoperit fiind de depuneri și de fum, iar în cazul miniului alterarea acestuia în alb și prezența depunerilor face dificilă atribuirea zonelor picturii acestui pigment.

Analiza prin ATR-FTIR presupune contactul probei cu vârful de diamant, un semnal bun obținându-se la o presiune mare asupra probei analizate. Aceasta implică presarea probei și deci preluarea informației nu numai din stratul pictural ci și din stratul suport. Ceea ce s-a putut observa pentru aproape toate probele de strat pictural de la Corbii de Piatră este prezența carbonatului de calciu și a silicaților, compuși ce au fost identificați și în stratul suport. Deci este clar că suportul maschează întotdeauna componenții stratului pictural.

Spectrul FTIR obținut pentru stratul suport indică prezența unui silicat, posibil format în urma arderii argilei care, foarte probabil, a fost utilizată intenționat ca agregat în mortarul de var.

Dintre sărurile identificate prin spectrometrie FTIR se pot aminti sulfați, gips, azotați și carbonați. Prezența carbonaților este discutabilă deoarece la prelevare este foarte probabil ca o mică parte din suport să fie luată odată cu eflorescențele saline.

Identificarea unui liant organic pune semne de întrebare în ceea ce privește tehnica originală. Ar putea fi două posibilități: unii pigmenți să fi fost aplicați *a secco*, sau materialul organic a fost introdus mai târziu, pentru consolidarea stratului suport sau fixarea stratului de culoare.

3.1.2.2. Stabilirea deteriorărilor specifice

Acțiunea sărurilor asupra picturii de la Corbii de Piatră, în mediu umed și cu variații mari de temperatură, este confirmată de prezența sulfaților, a gipsului, azotaților și a oxalaților de calciu în multe din probele analizate.

Prezența gipsului este datorată acțiunii ionilor sulfat asupra suportului de var, transformare ce este frecventă în cazul picturii pe suport calcitic. O altă transformare, de asemenea des întâlnită în cazul picturii murale pe suport de var sau a monumentelor de piatră, posibil datorată materiilor organice din atmosferă, a degradării liantului organic sau formării acidului oxalic în urma unui atac biologic, are ca sursă suportul de carbonat de calciu ce interacționează cu compușii organici, conducând la formarea oxalatului de calciu.

O alterare mai puțin întâlnită este alterarea pigmentului miniu (Pb_3O_4), care s-a observat pentru mai multe probe prelevate din altarul bisericii. Vizibil albe, blicurile veșmintelor roșii par, la prima vedere, a fi realizate cu alb de var. Investigațiile prin spectrometrie FTIR au evidențiat însă

prezența carbonatului de plumb (ceruza) în probele de strat pictural ce conțin miniu albit. Degradarea miniului în alb, cunoscută a fi rezultatul interacțiunii pigmentului Pb_3O_4 cu liantul organic, este determinată în principal de umiditatea ridicată. Pe lângă acțiunea apei, transformarea poate avea loc și datorită dioxidului de carbon din atmosferă, determinând decolorarea pigmentului miniu, inițial oranj intens.

3.1.3.1. Analiza mineralogică petrografică la nivelul rocii (perete exterior)

Cercetarile întreprinse au aratat ca alcatuirea petrografica a peretilor naturali exteriori ai bisericii Corbii de Piatra este data in esenta de gresii, si subordonat alte tipuri petrografice (conglomerate, calcarenite etc.) Functie de natura liantului, s-au separat trei varietati de gresie: cu ciment oxido-silicatic, cu ciment carbonatic si cu ciment oxidic. Ultimele doua varietati apar local si sunt de fapt rocile care intra in alcatuirea trovantilor sferoidali, mai mult sau mai putin exfoliati concentric. Gresia de fond, cu ciment oxido-filosilicatic, contine practic aceleasi tipuri de granoclaste (cuart, feldspat alcalin, feldspat plagioclaz, muscovit, biotit) si aceleasi tipuri de litoclaste, specifice fiind vulcanoclastele si siliciclastele. Feldspatul plagioclaz, biotitul, precum si vulcanoclastele prezinta un grad avansat de alterare, respectiv o hidroliza, sub influenta apei care a circulat prin sistemul de pori ai gresiei. Procesul de hidroliza este activ si in prezent, fiind unul din factorii care contribuie la degradarea superficiala a gresiei. Intensitatea acestui proces este corelata cu doi parametri petrostructurali importanti: morfometria granulelor si sistemul de pori, dat fiind faptul ca acesti parametri controleaza permeabilitatea si continutul maxim de apa ce poate fi depozitat in unitatea de volum a gresiei. In general, granulele care ocupa peste 65% din volumul rocii (respectiv granulele de cuart si feldspat) au forme colturoase si dimensiuni care variaza continuu de la circa 0.05 mm pana la 1.5 - 2mm. Lipsa de sortare granulometrica, precum si gradul de rulare foarte scazut, asigura un sistem de pori cu grad avansat de conectivitate. In acest sistem, porii liberi, capabili sa depoziteze apa, constituie circa 25% din volumul rocii, ceea ce arata ca gresia poate atinge valori de umiditate apreciabile (umiditatea maxima determinata in laborator este de 11%).

O caracteristica structurala importanta a gresiei este anizotropia planara, paralela cu planul de stratificatie, avand directia aproximativ E-W si o inclinare cu 5° - 10° spre Sud. Datorita acestei anizotropii, gresia asigura o infiltratie penetrativa a apei, dinspre Nord spre Sud. In afara infiltratiei penetrative, lente, exista si o circulatie mult mai rapida, respectiv cea canalizata, pe sistemele de fisuri. Cele mai profunde sunt sistemele fisurale de natura tectonica, extinse mult pe verticala, putand fi urmarite de la baza stancii pana la cotele superioare ale colinei. In acest tip genetic au fost depistate cateva seturi fisurale secante care au fragmentat corpul petrografic in blocuri mai mult sau mai putin prismatice, avand axul lung aproape vertical (70° - 90° spre Sud). Foarte importante sunt seturile tectonice 165° si 175° cu extindere puternica pe verticala, deoarece acestea au oferit suprafetele verticale de desprindere gravitacionala a stancii, realizandu-se peretele vestic vertical, de astazi. In afara fisurilor tectonice, exista numeroase fisuri exogene, adica cele cauzate de agenti externi. Unele dintre fisurile exogene sunt rotunde, uneori chiar concentrice, si sunt specifice corpurilor de trovanti. Datorita acestor fisuri, nucleul trovantilor se desprinde uneori de manta, aparand astfel cavitati sferoidal-elipsoidale. Mult mai frecvente si de mare importanta in evolutia peretilor verticali sunt fisurile de exfoliere paralele cu suprafata de versant. Datorita lor, peretii verticali se cojesc continuu,

ducand la inaintarea regresiva a versantului abrupt. Agentii externi responsabili de aceste fisuri s-au dovedid a fi variatiile repetate de temperatura si cele de umiditate care se exercita la suprafata rocii.

Analizele geochimice efectuate pe gresie si calcarenit, confirma compozitia mineralogica modala determinata microscopic si aduce si informatii suplimentare referitoare la continutul si repartitia microelementelor. S-a determinat ca in corpul gresiei de Corbi exista o relativa concentrare a elementelor radioactive U si Th, care ar putea intretine un fond radioactiv mai ridicat in incinta bisercii rupestre.

3.1.3.2. Analiza geochimică, RX, microsondă electronică, hidrochimică la nivelul rocii (perete exterior)

Analiza de difractometrie de raze X, efectuata pe sistul argilo-siltic, a completat cunoasterea mineralogica a acestuia, determinandu-se natura mineralogica a componentei argiloase, fiind depistate: montmorillonitul, illitul si caolinitul. Datorita acestei compozitii, dar mai ales datorita montmorillonitului, sistul argilo-siltic, in prezenta apei, se poate plastifia cu usurinta, ceea ce explica usurinta cu care se realizeaza curgerile plastice si alunecarile de teren ale depozitelor argilo-siltice din partea superioara a coloanei stratigrafice. Analizele hidrochimice au confirmat faptul ca apa de suprafata transporta saruri solubile, dominant fiind gipsul. Folosind sistemul fisural si cel de pori, ea se poate infiltra pana in lacasul rupestru si deci, apa de suprafata este agent important (poate singurul) responsabil de formarea eflorescentelor gipsifere, care se observa pe peretii externi si interni ai bisercii.

3.1.3.3. Stabilirea tipurilor de deteriorare specifica

Deteriorarea peretilor naturali externi este un proces activ si se realizeaza prin numeroase procese elementare. Dintre acestea, doar cateva au efecte negative pe termen relativ scurt, care trebuie monitorizate, deoarece ele contribuie cel mai mult la modificarea geomorfologica a colinei stancoase. Foarte importanta este modificarea microreliefului de pe versantul vestic. Aici datorita eroziunii selective au aparut forme de relief atat negative, cat si pozitive. Formele negative corespund capetelor de strat usor erodabile, precum si trovantilor dezlipiti gravitational, dupa cum formele de relief pozitive corespund heterogenitatilor litice relativ tari, mai rezistente la eroziune (trovantii si blocurile de gnais). Prezenta acestor forme de relief dovedeste ca peretele natural a suferit o evolutie regresiva, adica o deplasare paralel cu el insusi de la Vest spre Est. Unul din mecanismele evolutiei regresive este coroziunea/eroziunea gresiei sub influenta vantului si apei de siroire, proces foarte raspandit si destul de bine cunoscut. Totusi, alaturi de acest proces general, peretele vestic de la Corbi a evoluat regresiv si printr-un proces specific, foarte eficient: dezlipirea lespezilor de gresie pe planul fisuratiei termogene, proces care a generat microrelieful in trepte. Viteza evolutiei regresive este un parametru de mare importanta pentru alegerea masurilor adecvate menite sa previna degradarea bisercii rupestre. Se estimeaza ca o viteza de circa 10cm/an ar pune peretele vestic intr-un real pericol de prabusire nu mai tarziu de 5 decenii. Se impune deci o determinare cat mai precisa a vitezei medii cu care se realizeaza evolutia regresiva a versantului, ceea ce necesita o monitorizare a versantilor pe o perioada de minim 10 ani.

3.1.4.1. Efectul conditiilor de microclimat asupra materialelor liante

Efectul conditiilor de microclimat asupra materialelor liante s-a urmarit prin observarea modificarilor pe care le sufera acestea in timp.

Au fost inregistrate diferente de temperatura relativ mici (cca. 15°C) in intervale de timp mari, ceea ce nu a determinat variatii dimensionale a materialelor liante;

Evolutia degradarilor sub forma de lacune ale suportului picturii murale nu s-a identificat vizibil in decurs de 1 an;

Suportul picturii murale din zona lacunelor are o rezistenta diferita functie de umiditatea relativa a aerului: suportul este friabil in perioadele de timp cand zidul este foarte umed si umiditatea relativa a aerului este ridicata; cand zidul este mai uscat si umiditatea relativa a aerului este scazuta zona se rigidizeaza;

Fluctuatiile conditiilor de microclimat, in special a umiditatii relative a aerului favorizeaza modificarea permanenta a evolutiei eflorescentelor saline sub forma de voaluri: de la aparitia lor (umiditate relativa scazuta) la resorbtiia lor (umiditate relativa ridicata);

Eflorescentele compacte si crustele sunt prezente pe tot parcusul anului, se constata doar rigidizarea sau friabilizarea lor odata cu scaderea umiditatii relative, respectiv cu cresterea ei.

3.1.4.2. Stabilirea tipurilor de degradare specifica

Probe prelevate din diferite puncte ale monumentului si in diferite perioade de timp au fost analizate prin difractie de raze X si microscopie electronica de baleiaj (SEM) cuplata cu sonda de analiza elementara (EDAX). S-au constatat urmatoarele: probele prelevate din zonele degradate (lacune, eflorescente compacte, cruste), din diferite puncte ale monumentului (pereti, bolta naos, pronaos) precum si din materialul lipit pe pardoseala, contin gips; probele prelevate din zona eflorescentelor saline sub forma de voaluri contin si azotati, pe langa gips; prezenta gipsului ca produs de degradare in diferite puncte ale monumentului poate fi datorata infiltratiilor de apa sulfata care intra in reactie cu tencuiala de var.