

INVESTIGAȚIA NON-DISTRUCTIVĂ DE TIP RADIOLOGIE DIGITALĂ APLICATĂ ÎN DOMENIUL PICTURII TEMPERA PE PANOU

Mirel BUCUR

Considerații generale

Formarea imaginii radiografice clasice se bazează pe efectul fotosensibil - catalizarea unei reacții chimice: reducerea bromurii de argint la argint metalic.

Imaginea digitală este rezultatul transformării unei electromagnetice în impuls electric cu ajutorul unor „fotodiode”. Intensitatea atenuării fasciculului de raze X ce a traversat obiectul de examinat este cuantificată și ilustrată prin codificarea prin diverse nuanțe de gri. Atenuarea intensă apare în nuanțe de gri apropiate de negru. Imaginea este poziționată convențional, structurile dense apropiindu-se de alb.

O imagine digitală este o funcție matriceală cuantificată spațial (plană sau tridimensională în cazul computer tomografiei) și ca intensitate (scala de gri).

Formarea imaginii radiografice sau fluoroscopice, fie de tip clasic sau digital, este dependentă de proprietățile razelor X:

- sunt unde electromagnetice;
- se răspândesc sferic din punctul din care sunt emise → proiecție conică a fasciculului → dimensiunile imaginii rezultate sunt mai mari decât cele ale obiectului de radiografiat;
- se propagă în linie dreaptă cu viteza luminii;
- intensitatea lor scade cu pătratul distanței;
- penetrabilitatea lor este invers proporțională cu lungimea de undă;
- se absorb și se emit în fragmente de energie - cuante - caracteristice fiecărui element;
- sunt absorbite în corpurile prin care trec, atenuare direct proporțională cu densitatea corpului de examinat, cu numărul atomic la puterea a patra și cu lungimea de undă a fasciculului de raze X la puterea a treia (Legea Bragg - Pierce);
- determină fenomenul de luminiscentă al unor compuși chimici: sulfură de zinc, de cadmiu (fluorescență și fosforescență-luminiscentă încetează, respectiv persistă, și după încetarea acțiunii fasciculului de raze X);
- determină efecte fotosensibile - reduc bromura de argint la argint metalic (principiul de realizare a filmului radiografic clasic);
- ionizează gazele prin care trec și produc alterări ale materiei vii.

Imaginea radiologică a unui obiect radiografiat este mărită, iar dacă fasciculul cade în incidență oblică este și deformată.

Creșterea tensiunii determină creșterea penetrabilității razelor X, iar creșterea intensității incumbă creșterea luminozității imaginii.

Pentru ca o imagine radiografică să fie de bună calitate trebuie respectate anumite reguli:

- razele să fie produse de un focar cât mai mic;
- distanța focar - obiect să fie cât mai mare iar cea dintre obiect și film/receptori să fie cât mai mică;

- raza centrală să fie perpendiculară pe film iar planul obiectului de examinat să fie paralel cu filmul.

În cazul concret s-a folosit un aparat Swissray ddR Multisystem, an de fabricație 2000, de putere medie (150 kV, 400mA), înzestrat cu 4 camere de tip CCD, cu rezoluție maximă de 5 megapixeli, prevăzut cu sistem de operare de tip Swissvision conectat la un server dotat cu sistem de operare tip Dicomworks 3.5, existând o compatibilitate perfectă între cele două sisteme. Suprapunerea perfectă a celor 4 imagini preluate de CCD-uri se realizează atât prin alinierea perfectă a acestora, cât și prin focalizarea generată de sistemul de operare. Imaginile au fost preluate la parametrii soft 40 kV, 100mA. Aparatul permite examinări radiologice cu prelucrarea digitală a imaginii și afișarea acesteia în 20 secunde.

Imprimanta DRYSTAR 3000 – AGFA permite imprimarea pe film termosensibil a imaginilor, în cazul în care dorim să folosim varianta clasică.

Preprocesarea unei imagini digitale implică o succesiune de etape: achiziție (cu sau fără control automat al expunerii-AEC), pozitivarea imaginii negative, ajustarea automată a parametrilor (luminozitate, contrast), conversia în format imagine (DICOM) și stocarea ei, precum și a parametrilor de achiziție, într-o stație de prelucrare încorporată în aparat. Controlul automat al expunerii reprezintă corelarea mai multor parametrii presetati: tensiune, intensitate, tip de focar, funcție de caracteristicile obiectului de cercetat.

Cazuri concrete

1. Iisus Învățător (1). Posesor Schitul Sub Piatră, comuna Sălciua, județul Alba (dimensiuni 500x425 mm). Radiografia executată parțial în acest caz, ne oferă informații atât despre structura lemnului cât și despre tehnica de confecționare a suportului. Acesta este format dintr-o singură planșă consolidată constitutiv cu o singură traversă, montată orizontal în contrafibră. Trebuie remarcat faptul că fibra lemnului este foarte bine pusă în evidență astfel încât putem observa desenul său ușor ondulat. Sunt puse în evidență crăpăturile panoului, prezența unor cuie metalice strâmbe pe marginea superioară și lacunele straturilor picturale. (Foto 1-2)

2. Iisus Învățător (2). Posesor Schitul Sub Piatră, comuna Sălciua, județul Alba (dimensiuni 500x440 mm). Imaginea radiografică s-a realizat și de această dată parțial, efectuându-se două expuneri pe zone diferite, utilizând aceiași parametri. Atât din punct de vedere estetic, tematic, al tehnicii de confecționare a suportului cât și prin semnalul radiografic, această icoană se aseamănă mult cu cea prezentată în primul caz. Putem observa ca suportul este format tot dintr-o singură planșă, consolidată constitutiv cu o singură traversă, montată orizontal în contrafibră, dar fixată cu patru cepuri de lemn. Suportul este mărginit de o bandă cu un semnal radiografic diferit de restul imaginii, indicând o grosime mai mare a materialului lemnos. Fibra lemnului este bine evidențiată, mai ales în zona marginală a panoului și pe traversă și este aproape dreaptă. Pe axa mediană verticală, pe direcția fibrei, sunt vizibile fisuri și crăpături care au afectat atât panoul cât și staturile picturale suprapuse. În zona feței și în zona inferioară observăm mai multe pete luminoase cu contur neclar, care dovedesc prezența unor noduri și o preparație mai groasă suprapusă pe defectele panoului. Conturul ferm al aureolei care se evidențiază ca o linie luminoasă se datorează grosimii mult mărite a grundului în sectorul diferenței de nivel dintre câmpul icoanei și aureolă.

Straturile picturale au un semnal radiografic diferit în funcție de compoziția și grosimea lor. Aureola și fondul se prezintă ca zone întunecate datorită prezenței foiței metalice (de aur CF. Bul de analiză). Spre deosebire de acestea, zonele de culoare din fond de la vestmânt și mai ales din zona carnației, dau un semnal mai luminos din cauza pigmentilor conținuți. Semnalul radiografic corespunde celui de alb de plumb singur sau în amestec și miniu de plumb. În urma determinărilor microchimice, acest

lucru s-a confirmat. Petele întunecate de forme neregulate, dispuse pe întreaga suprafață a icoanei, indică lacune ale straturilor picturale (Foto 3-4).

3. Arhanghelul Mihail - Petru Zugravul. Nr. Inv. 299 Colecția Obiecte de cult din cadrul Complexului Național Muzeal „ASTRA”. Icoana, fiind de mici dimensiuni (283x210 mm), a fost suficientă o singură expunere. Gama tonurilor, de la alb la negru este complexă, evidențiindu-se în primul rând informații cu privire la natura pigmentilor utilizați. Astfel, considerăm că micile puncte din chenarul decorativ și vestimentație, liniile de culoare albă, fața și mâinile personajului, conțin alb de plumb deoarece dau un semnal radiografic luminos, deschis. Analiza microchimică a confirmat prezumția noastră.

Lacunele straturilor picturale sunt vizibile și în radiografie sub forma unor zone neregulate, cu semnal în gama griurilor închise. Intensitatea pe scala griurilor este diferită în funcție de profunzime, pierderile mai profunde având un semnal mai închis.

Faptul că icoana este realizată, după tipicul icoanei bizantine, pe straturi, este vizibil mai ales în aria pe care o ocupă sabia, element evident suprapus peste vestimentația ce a fost pictată integral.

Panoul icoanei, realizat dintr-o singură planșă de lemn, are o structură aproape uniformă, fibra lemnului fiind puțin vizibilă în imaginea radiografică.

În zona centrală, prezența unui nod concrescut se evidențiază sub aspectul unei pete difuze deschise, materialul lemnos fiind mai dens și stratul de grund suprapus având o grosime mai mare. (Foto 5-6)

4. Icoană prăznicar. Nr. inv. 274. Colecția Obiecte de cult – Complexul Național Muzeal „ASTRA”. Icoana, având dimensiuni mici (281x233 mm), imaginea radiografică integrală s-a obținut și de această dată, printr-o singură expunere. Panoul suport, alcătuit dintr-o singură planșă, are o structură destul de uniformă astfel încât fibra lemnului nu dă un semnal clar, în schimb sunt interesante semnalele radiografice înregistrate la straturile picturale. Putem observa faptul că zonele de culoare ocru auriu, corespunzătoare fondului și aureolelor, au fost realizate într-o fază primară de execuție, pe o suprafață mai mare decât se vede cu ochiul liber și destul de neglijent, probabil, cu un conținut de alb de plumb.

Un semnal puternic luminos este înregistrat pe imaginea radiografică, în toate zonele unde apare culoarea albă sau albul combinat cu alți pigmenti. Astfel ne apar fețele și mâinile personajelor, linii de contur, calul Sfântului Gheorghe, fapt ce ne indică utilizarea unui alb de plumb. Similar acestui semnal apar și zonele de culoare roșie care ne indică utilizarea unui miniu de plumb.

Sunt bine evidențiate micile lacune ale straturilor picturale, care apar ca zone cu contur neregulat de o tonalitate aproape de negru. Urmele atacului biologic sunt înregistrate și ele în aceleași tonuri închise sub forma unor mici zone relativ circulare. (Foto 7-8)

5. Deisis. Posesor Schitul Sub Piatră, comuna Sălcuia, județul Alba (dimensiuni 850x559 mm). În acest caz, radiografierea a fost executată pe întreaga suprafață a piesei, prin expuneri succesive, la fiecare expunere utilizându-se aceiași parametri. Cele șase imagini radiografice rezultate au fost asamblate prin prelucrare ulterioară, astfel încât am obținut o imagine a întregii piese.

În urma analizei imaginii radiografice se poate observa că suportul este confecționat din două planșe verticale inegale, îmbinate pe muchii vii adeziv și cu ajutorul a trei cepuri din lemn. De asemenea, este pus în evidență, la baza panoului, un mic adaos constitutiv montat adeziv dar și cu un cui metalic. Cele două traverse constitutive sunt puse și ele în evidență, fiind montate în contrafibră și se poate observa clar cum fiecare este fixată cu câte două cuie de lemn.

În zona mediană, marginal stânga-dreapta, sunt vizibile două cepuri din lemn, urme ale fixării piesei în iconostas. Forme circulare mai întunecate ne indică prezența a două cepuri din lemn fixate în panou. Sunt, cu certitudine, cepuri montate constitutiv, deoarece fibra lemnului în secțiune transversală are un desen alcătuit din linii paralele oblice (în cazul nodurilor se evidențiază cercuri concentrice). Radiografia relevă prezența a numeroase pete punctiforme, repartizate pe întreaga suprafață a icoanei, cu precădere în zonele marginale, care pun în evidență urmele atacului insectelor xilofage.

Straturile picturale au un semnal radiografic diferit, în funcție de compoziția și grosimea lor. În consecință, amprenta radiografică repetă elementele compoziționale ale subiectului. Zonele, conținând alb de plumb, se constituie în zone albe sau gri deschis, marcând trăsăturile fețelor și mâinile. Un semnal radiografic asemănător rezultă și în zonele unde este utilizat un roșu pe bază de miniu (cutele veșmintelor). Multiple pete în nuanțe de gri închis până la negru indică pierderile de grund și culoare. (Foto 9-10)

6. Icoana „Arhanghelul Mihail”- Nr. Inv. 323. Colecția „Obiecte de cult”- din cadrul Complexului Național Muzeal „ASTRA”. Icoana de dimensiuni mai mari (590x330 mm) a fost supusă la două expuneri. Cele două imagini radiografice obținute, au fost transformate din formatul original *.dcm în format *.jpg și ulterior asamblate.

În acest caz, imaginea radiografică pune destul de bine în evidență fibra lemnului, suportul dovedindu-se a fi unul cu o structură destul de uniformă. Sunt puse foarte bine în evidență noduri concrescute, prezente în masa panoului, prin semnalul puternic luminos din imaginea Rx, determinat de densitatea evident mai mare a lemnului și straturile de grund mai gros suprapus. Pe latura dreaptă se pot observa două zone mai luminoase care corespund unor defecte ale panoului acoperite cu grund. Pe verso-ul panoului, în apropierea acestor zone, se mai poate vedea urma unei punji de rășină. Cel mai probabil, cele două zone luminoase reprezintă asemenea canale acoperite cu grund.

În tonalități apropiate de negru sunt puse în evidență fisuri și crăpături ale panoului, orientate de-a lungul fibrei lemnului.

De asemenea, observăm zonele corespunzătoare feței, mâinilor, liniilor de contur, ce dau un semnal radiografic în gama griurilor deschise, fapt ce corespunde prezenței unui alb de plumb. Lacunele straturilor picturale și micile pierderi de material lemnos sunt puse și ele în evidență, tonul corespunzător acestora fiind unul închis, aproape de negru. (Foto 11-13)

7. Cruce de altar din biserica Răchita, județul Alba, Colecția „MUZEULUI ÎN AER LIBER”- Complexul Național Muzeal „ASTRA”. Pentru o bună punere în evidență a structurii interne s-au executat mai multe expuneri în zona centrală la parametrii diferiți. Imaginile rezultate sunt spectaculoase deoarece fibra lemnului este foarte bine pusă în evidență. Cu siguranță, esența lemnoasă este din categoria rășinoaselor (brad sau molid). Zona de îmbinare ne oferă o adevărată compoziție grafică, cu calități artistice proprii, dar, evident, suntem interesați în primul rând de informațiile despre structura piesei, despre tehnica de confecționare. Astfel, putem observa foarte clar faptul că îmbinarea este asigurată cu patru cuie din lemn, că în această zonă pe elementul orizontal există un nod concrescut care a modificat direcția fibrelor și este acoperit de grund și celelalte straturi picturale. De asemenea, se poate observa modul de asamblare și gradul de pătrundere al elementelor decorative. Putem sesiza, chiar și în cazul decorului sub formă de frânghie răsucită ce mărginește crucea, că este alcătuit din elemente atașate, lipite dar și asigurate cu mici cuie din lemn.

Chiar dacă se pot observa toate aceste aspecte, desenul picturii este și el foarte clar. Zonele de culoare deschisă au un semnal luminos corespunzător albului de

plumb, ce detașează foarte bine trupul lui Iisus, fața Fecioarei Maria și a Sfântului Ioan, dar și inscripțiile de restul picturii. Sunt vizibile mici pierderi ale straturilor picturale. (Foto 14-15)

Avantaje ale metodei

Această metodă se aplică la Sibiu din anul 2006, în baza unui protocol încheiat între Complexul Național Muzeal „ASTRA” și Spitalul Clinic de Pediatrie. Avantajele metodei sunt incontestabile, realizarea noastră fiind deja apreciată de specialiștii din țară.

Postprocesarea este apanajul examinatorului și constă în modificările pe care le poate suferi orice imagine digitală, ajustarea luminozității, contrastului, zoom, decupare, conversia în alt format (jpeg, tiff, bmp, png, avi). Postprocesarea permite și reconstituirea din imaginea primordială negativă a unei imagini pozitive diferite, după alți parametri presetati/aleși de către operator (tensiune, intensitate). În cazul unor obiecte de examinat, de dimensiuni mai mari decât capacitatea de colimare/recepție a aparatului, obiectul poate fi reconstituit dacă a fost expus cu aceiași parametri și la aceeași distanță față de film/receptor, cu ajutorul unor softuri specializate produse de firma constructoare sau alte softuri de prelucrare a imaginii. Stațiile de prelucrare a imaginilor, încorporate în aparate, permit efectuarea unor reconstrucții tridimensionale în cazul CT-ului și RM-ului (Computer Tomografiei și Rezonanței Magnetice).

Un alt avantaj major al tehnicii digitale îl constituie facilitățile de transmitere la distanță în interiorul instituției (intranet) sau prin internet la depărtare, precum și stocarea facilă, arhivele mamut fiind înlocuite de un raft de CD-uri, DVD-uri, sau discuri optice de mare capacitate (terrabiți). Tehnica digitală se asociază cu imprimarea pe orice tip de suport și în special cu filmele termosensibile.

Bibliografie:

1. Knut, Nicolaus, *The Restoration of Paintings*, Editura Könemann, 1998.
2. Lang, Janet; Andrew, Middleton, *Radiography of Cultural Material*, Butterworth Heinemann series, Oxford, 1998.
3. Mairinger, Franz, *Strahlenuntersuchung an Kunstwerken*, Bucherei des Restaurators, Band 7, E.A. Seemann.
4. <http://www.swissray.com/generalxray.html>

THE NON-DESTRUCTIVE INVESTIGATION OF DIGITAL RADIOGRAPHY TYPE USED AS METHOD ON THE WOODEN ICONS

The paper points out first of all the collaboration between. The „ASTRA” National Complex Museum and the Pediatric Hospital in Sibiu City. This collaboration is a national premiere and was done in 2006. It was used the digital radiography as method of investigation on the wooden icons.

The present paper presents some general characteristics regarding the method and the data concerning the used technology and some observations on the radiographic images of the 2006-2008 case record.



Isus Învățător (1)

Foto 1 Detaliu înainte de restaurare

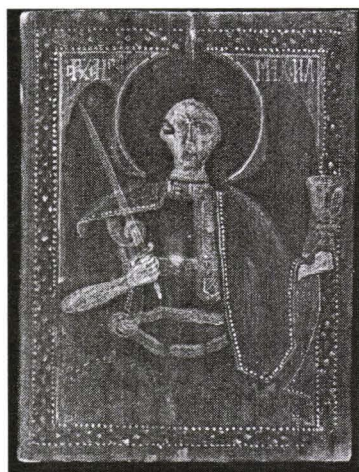
Foto 2 Detaliu imagine radiografică



Isus Învățător (2)

Foto 3 Detaliu înainte de restaurare

Foto 4 Detaliu imagine radiografică



Arhanghelul Mihail - Petru Zugravul (nr.inv. 299 OC)

Foto 5 Ansamblu înainte de restaurare

Foto 6 Imagine radiografică



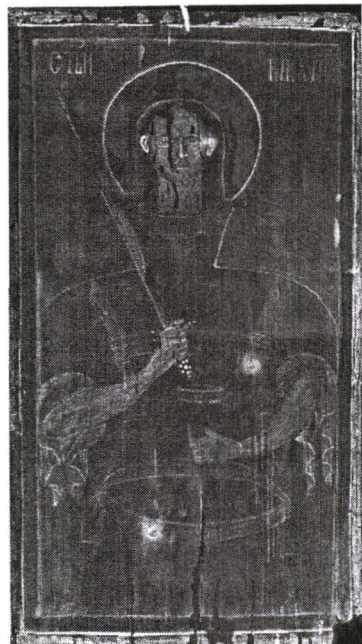
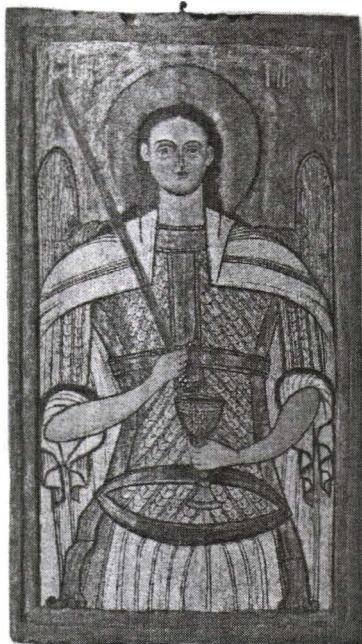
Icoană prăznicar
Foto 7 Ansamblu înainte de restaurare
Foto 8 Imagine radiografică



Deisis

Foto 9 Ansamblu după restaurare

Foto 10 Imagine radiografică

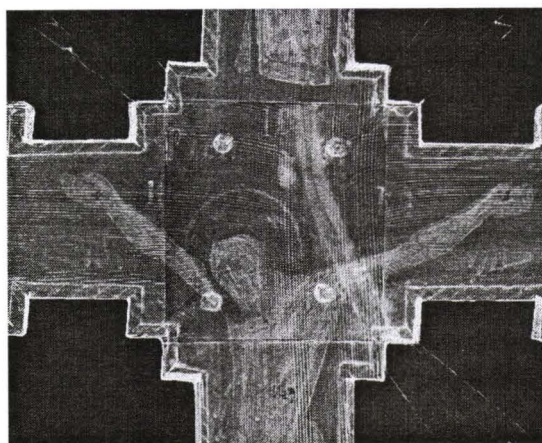
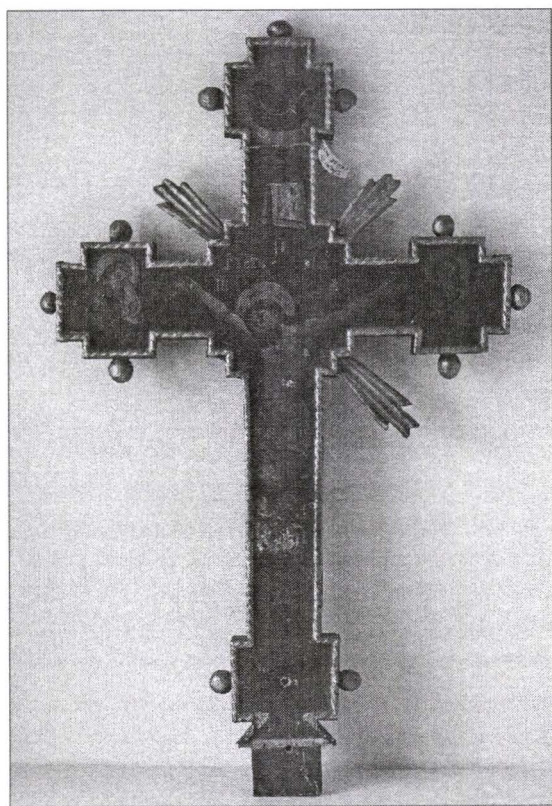


Arhanghelul Mihail (nr.inv. 323 OC)

Foto 11 Ansamblu înainte de restaurare

Foto 12 Ansamblu după restaurare

Foto 13 Imagine radiografică



Cruce de altar

din Biserica Răchita, județul Alba

Foto 14 Ansamblu înainte de restaurare

Foto 15 Imagine radiografică - detaliu