

HRVOJE MALINAR

Hrvatski restauratorski zavod
Nike Grškovića 23
HR-10000 ZAGREB

KONZERVIRANJE STAROEGIPATSKIH PREDMETA IZ ARHEOLOŠKOG MUZEJA U ZAGREBU

UDK 730 (32)
Stručni rad

U Laboratoriju za konzervatorska istraživanja Hrvatskog restauratorskog zavoda u Zagrebu konzervirano je pet izložaka iz staroegipatske zbirke Arheološkog muzeja u Zagrebu. Dva predmeta izrađena su od kamena (stela i poklopac kanopske posude), dva predmeta od drva (glavastatuetefaraona i dječja lutka), a jedan predmet izrađen je od nepečene gline (polulik žene).

U Laboratoriju za konzervatorska istraživanja Hrvatskog restauratorskog zavoda izvršeno je tijekom 1995. godine konzerviranje pet različitih predmeta iz staroegipatske zbirke Arheološkog muzeja u Zagrebu. Konzervatorskom zahvatu prethodila je izrada programa konzerviranja načinjena na temelju detaljnog pregleda predmeta i izvršene ekspertize. Dva predmeta (stela i poklopac kanope) izrađeni su od kamena vapnenca, dva od drva (glava statуетe faraona i dječja lutka), a jedan predmet (polulik žene) od nepečene gline. S obzirom na različite vrste materijala od kojih su izrađeni predmeti, kao i na zatečeni stupanj oštećenja, predmeti su različito tretirani, pa je u daljnjem tekstu izdvojeno prikazan postupak za svaki objekt.

1. Nadgrobna stela svećenika-čitača Rahotepa iz 18. dinastije

Zbirka Koller, br. 588, Monnet Saleh 12.

Stela potječe iz razdoblja 18. dinastije i bliska je Tel-el-Amarna stilu. Isklesana je od bijelog vapnenca s diskretnom žučkastosivom nijansom. Njene dimenzije su 0,28 x 0,565 x 0,047 m.

Kamen je homogene strukture i ima relativno visoku poroznost. Primarne pore su submilimetarske, dok su nešto veće šupljine nastale naknadnim destruktivnim djelovanjem topljivih soli iz kamena. Prije postupka konzervacije moglo se na površini kamena motriti pod jakim povećalom sitno ljuskanje i šećerasto osipanje u vidu sitnih čestica kamena i bijelog praha od izlučenih soli. Povlačenjem prsta preko površine kamena zaostao je bijeli trag, stoje samo po sebi govorilo o visokom stupnju ugroženosti kamena od topljivih soli. Uspoređujući sadašnje stanje stele s fotografijom stele snimljene prije 40 godina, opaža se osjetna degradacija kamena.

Kvalitativnim testom soli na površini stele utvrđeno je daje kamen kontaminiran u najvećoj mjeri kloridima i sulfatima. Kao mjera zaštite od daljnjeg propadanja kamena predviđena je



Slika 1a.



Slika 1b.



Slika 1c.

desalinizacija višekratnim natapanjem stele u deioniziranoj vodi uz redovitu kontrolu vodenog ekstrakta pomoću kvantitativnih analiza soli i konduktometrijskom metodom. Nakon odsoljavanja predviđena je konsolidacija oslabljenog kamena.

Stela je najprije fotografirana, a potom je izmjeren njen volumen i masa:

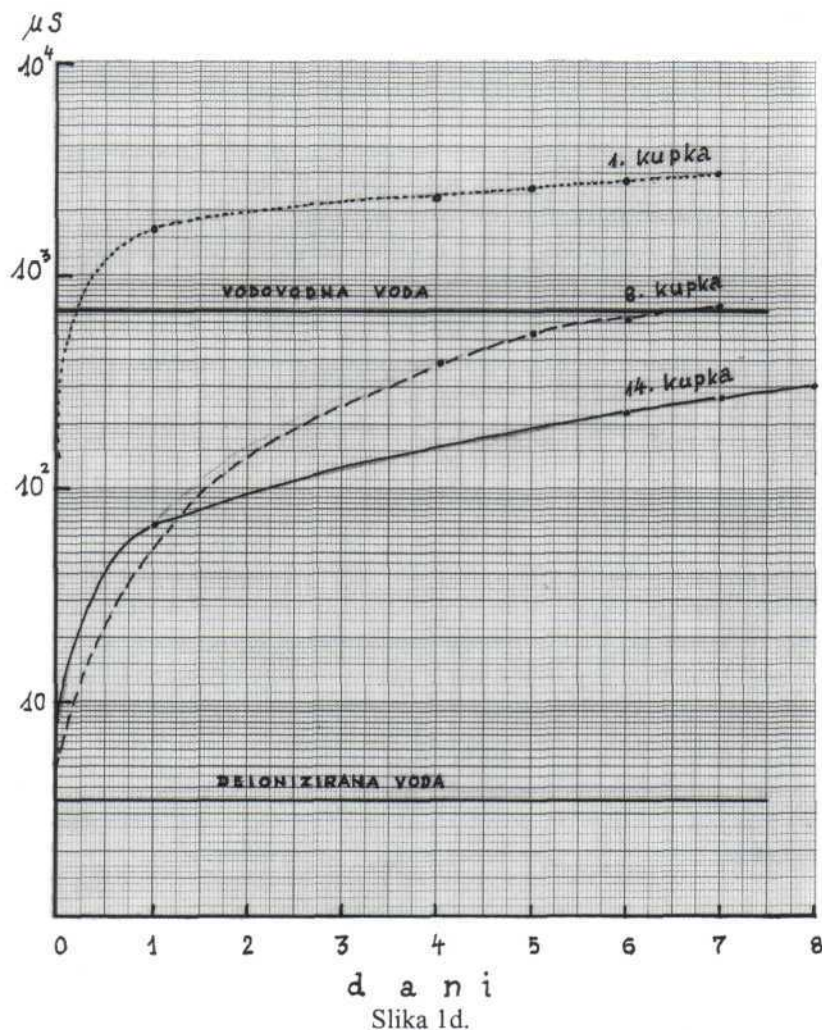
$$\text{volumen} = 764 \text{ cm}^3$$

$$\text{masa} = 10950 \text{ g}$$

Stela je zbog uklanjanja štetnih topljivih soli potopljena u posudu s deioniziranom vodom. Voda je odmah nakon potapljanja promiješana i potom izmjerena električna vodljivost otopine pomoću konduktometra. Iz poznate činjenice da veća koncentracija soli u vodi daje veću električnu vodljivost mogao se reaktivno jednostavnim i brzim postupkom pratiti učinak desalinizacije. To mjerenje električne vodljivosti ponavljano je svaki dan, a podaci su ucrtavani na semilogaritamski dijagram. Na apscisi su naznačeni dani desalinizacije, a na logaritamskoj ordinati naznačena je električna vodljivost otopine u mikrosimensima (f.S). Difuzijom deionizirane vode u porni prostor kamena, otapanjem topljivih soli i njihovim izlaskom iz kamena u okolnu vodu otčinu, povećava se električna vodljivost elektrolita, pa je na dijagramu desalinizacije dobivena karakteristična krivulja. Ta krivulja najprije se strmo uspinjala da bi nakon 7 dana postala sve položenija.

Na kraju prve kupke izmjerena vrijednost električne vodljivosti bila je $7,5 \times 10^3 \text{ f.S}$, što iznosi oko 2000 puta više od deionizirane vode, odnosno 100 puta više od vodovodne vode.

Tada je tretman desalinizacije u prvoj kupki prekinut. Stela je oprezno isprana deioniziranom vodom i ponovno položena u ispranu posudu za desalinizaciju. Deionizirana voda natočena je do iste razine kao i prvi puta, pa je postupak kontrole desalinizacije u drugoj kupki ponovljen kao i u prvoj.



Slika 1d.

Ukupno je postupak potapljanja u deioniziranoj vodi ponavljan u 14 kupki. Natapanje je trajalo ovisno o obliku dijagrama od 3 do 8 dana, odnosno ukupno 86 dana. Nakon svake kupke dijagram je pokazivao manje vrijednosti električne vodljivosti. Na kraju 8. kupke električna vodljivost vodenog ekstrakta soli kretala se u rasponu koliko iznosi vodljivost vodovodne vode (oko 7×10^2 μ S). Električna vodljivost za 14. kupku pala je na $2,7 \times 10^2$ μ S, što je otprilike 2,5 puta manja vrijednost nego za vodovodnu vodu. Time je količina soli pala na neštetnu razinu, pa je postupak odsoljavanja završen.

Već prilikom prvog ispiranja površine stele (nakon vađenja iz 1. kupke dana 12. listopada 1995. god.) primijećeno je da s prednje strane stele otpadaju vrlo tanke ljuskice. Te ljuskice bile su tamnije od kamena ali poluprozirne i savitljive. Pincetom su uzeti uzorci ljuske i predani na kvalitativno laboratorijsko ispitivanje¹. Namakanjem u acetonu pod binokularnim mikroskopom primijećeno je najprije bubrenje ljuske, a potom otapanje i pretvaranje u žitku masu. U poluprozirnoj masi motrena su zrna sivosmedega pigmenta. Drugi uzorak ljuske štavljenje na porculanski crjepić i izložen visokoj temperaturi plinskog plamenika. Ljuska je najprije pocrnjela, a potom izgorjela.

1. Sve kemijske kvalitativne testove i kvantitativne analize soli radila je km. tehn. Marijana Stapanić iz Laboratorija

za konzervatorska istraživanja Hrvatskog restauratorskog zavoda.

Ovi testovi ukazuju na to da je stela radi bolje čitljivosti reljefa bila umjetno "patinirana" tamnim pigmentom i umjetnom smolom koja se otapa u organskom otapalu. To bi mogao biti razrijeđeni nitrolak s dodatkom pigmenta, ali se točnija determinacija ovim testovima nije mogla obaviti. Kasnijim pomnim pregledom površine stele uočeno je da se "patina" nalazi i na udubljenjima kamena nastalim ljuškanjem površine zbog štetnog djelovanja sadržanih topljivih soli. To ukazuje na to daje "patiniranje" obavljeno nakon pojave ljuškavanja kamena.

Poslije svake kupke uzet je uzorak vodenog ekstrakta za kvantitativnu kemijsku analizu topljivih soli. Osim analize aniona i kationa određivanje isparni ostatak, pH vrijednosti i električna vodljivost.

Kvantitativnim kemijskim analizama utvrđeno je da su od aniona bili najzastupljeniji kloridi (Cl⁻), kojih je u prvoj kupki bilo 2,20 g/l. Potom su slijedili sulfati (SO₄²⁻) sa 0,74 g/l, pa karbonati (CO₃²⁻, HCO₃⁻) sa 0,10 g/l i na kraju nitrati (NO₃⁻) sa 0,08 g/l. Fosfati (PO₄³⁻) su utvrđeni samo kvalitativnim testom.

Od kationa najzastupljeniji je bio kalcijev ion (Ca²⁺) sa 0,68 g/l, dok je magnezijev ion (Mg²⁺) nađen u znatno manjoj koncentraciji sa 0,04 g/l. Natrij (Na⁺) i kalij (K⁺) utvrđeni su samo kvalitativnim testom. Željezni je ion (Fe³⁺) kvalitativnim testom dokazan samo u tragovima.

Prilikom desalinizacije najsporije se ekstrahirao sulfatni ion, dok su kloridi (kojih je bilo u početku najviše) bili nakon 10. kupke manje zastupljeni od sulfata.

Za svaku pojedinačnu kupku izračunata je ukupna količina ekstrahiranih soli u gramima po litri vode. Suma svih ekstrakata iznosila je 12,86 g/l. Budući daje volumen vodenog ekstrakta iznosio 8,45 l, odavde je izračunata masa ukupnih ekstrahiranih soli:

$$\text{Ukupna količina soli} = 12,86 \text{ g/l} \times 8,45 \text{ l} = 108,7 \text{ g}$$

Iz odnosa mase kamena i mase ekstrahiranih soli, jednostavno je izračunat postotak ekstrahiranih soli iz kamena:

$$\text{Količina ekstrahiranih soli} = \frac{\text{masa ekstrah. soli } 108,7 \text{ g}}{\text{masa kamena } 10950 \text{ g}} \times 100 = 0,99 \%$$

Zaostale količine topljivih sulfata u kamenu pretvorene su Levvinovim postupkom u netopljive i neštetne soli natapanjem kamena u vrućoj otopini barijeva hidroksida s aditivima. Nakon vađenja kamena iz otopine ispran je višak barijeva hidroksida. Stelaje bila pokrivena mjesec dana sve dok nije okončana kemijska reakcija pretvorbe barijeva hidroksida u barijev sulfat i ostatak u barijev karbonat. Potom je cjelokupni kamen dodatno učvršćen sredstvom na bazi etilsilikata i ponovno pokriven, kako bi se u sljedećih mjesec dana etilsilikat hidrolizom razgradio u silicijevu kiselinu i napokon u SiO₂. Time je proces konzervacije završen.

2. Poklopac kanopske posude u obličju sokolove glave

Zbirka Koller, br. 17, Monnet Saleh 516.

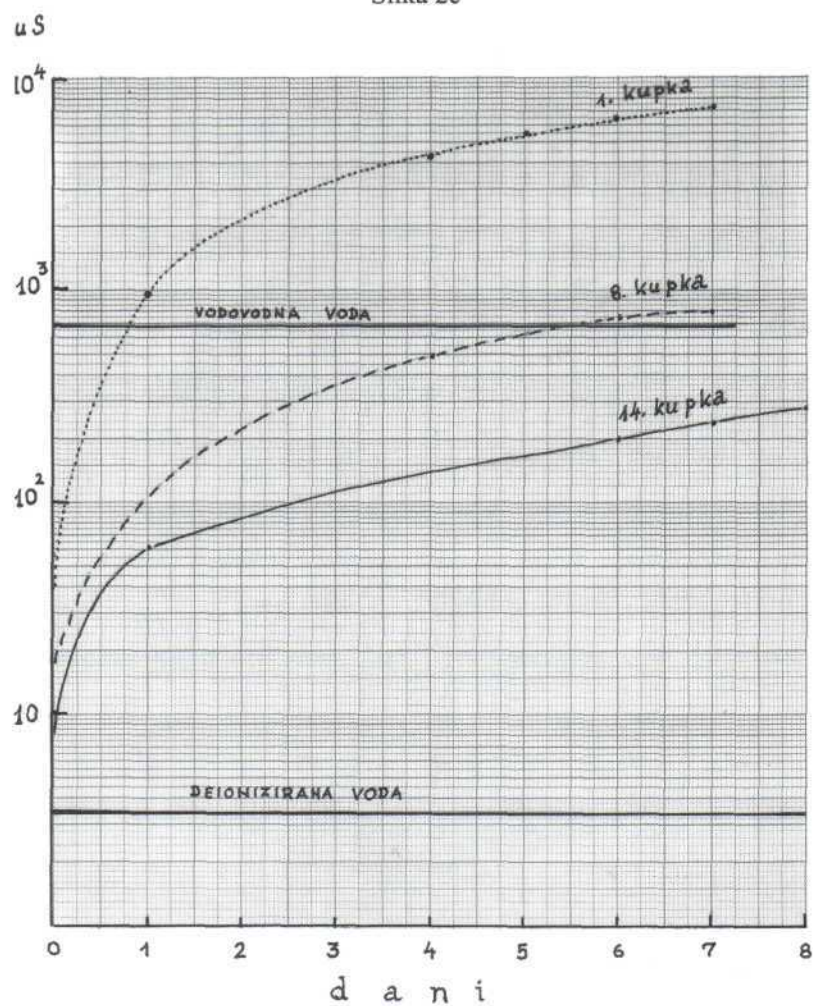
Poklopac kanopske posude iz saitskog doba isklesan je od žućkastog vapnenca u obličju sokolove glave. Dimenzije su mu 0,125 x 0,095 m. Na uglačanoj površini kamena, koji je guste strukture, vide se mjestimice izolirane, a ponegdje i spojene depresije promjera od 5 do 20 milimetara i dubine do 2 milimetra. Površina tih depresija je hrapava i na njoj se pod jakim povećanjem vide zrnca trošnog kamena kojem je vezivo uništeno. Pretpostavljalo se daje uzrok takvog propadanja kamena koncentriranje štetnih topljivih soli, kojima je kamen bio kontaminiran prije njegova iskapanja. Te soli su zbog guste strukture kamena sporo migrirale iz unutrašnjosti



Slika 2a-b.



Slika 2c



Slika 2d.

prema površini. Tu su se postupno koncentrirale i dosegle kritični sadržaj, pa je tada započeo destruktivan proces. Zbog pomanjkanja podataka o lokaciji i uvjetima nalaza predmeta nije moguće utvrditi podrijetlo tih soli, već samo njihov sadržaj.

Budući da je dijagnoza propadanja kamena od kojeg je klesan poklopac kanopske posude jednaka kao u slučaju stele, predviđen je i jednaki tretman za sanaciju. Poklopac kanope desaliniziran je odvojeno od stele, tj. u posebnoj posudi. Bio je potreban jednaki broj kupki, a razlika je u tome što na poklopcu kanope nije bilo tragova umjetne patine. U prvoj kupki kanopa je imala već nakon drugog dana desalinizacije nešto položeniju krivulju električne vodljivosti, pa su i vrijednosti na kraju bile upola niže nego kod stele (stela = $7,5 \times 10^3 \mu\text{S}$, a kanopa = $3,0 \times 10^3 \mu\text{S}$). S vremenom su se krivulje električne vodljivosti oba eksponata približile i postale gotovo identične.

Rezultati kemijskih analiza topljivih soli u ekstraktima analogni su onima kod stele, pa je poklopac kanope obrađen Lewinovim postupkom, a potom konsolidiran etilsilikatnim učvršćivačem.



Slika 3.

3. Glava statuete faraona s bijelom krunom

Zbirka Koller, br. 200, Monnet Saleh 34.

Glava statuete faraona s bijelom krunom iz razdoblja Novog kraljevstva izrađena je od smeđeg drva neodređene vrste. Visina glave je 0,116 m. Sušenjem drva nastalo je mnoštvo radijalnih pukotina, čime je kohezija materijala u znatnoj mjeri oslabljena. Radi sprječavanja daljnje destrukcije bilo je potrebno izvesti konsolidaciju drva.

Trošno i ispucalo drvo konsolidirano je metodom vakuum impregnacije. U tu svrhu korištena je otopina izbijeljnog pčelinjeg voska u čistom benzinu. Otopina je priređena na vodenoj kupelji i još tako zagrijana upotrebljena je za vakuum impregnaciju. Postupak je ponavljan tri puta. Višak voska odstranjen je benzinom. Na temelju odvage drva prije i poslije vakuum impregnacije utvrđen je porast mase za 11,1 %. Nakon ovog tretmana drvo je dobilo zadovoljavajuću čvrstoću.



Slika 4.

4. Polulik žene od nepečene gline

Zbirka Dr. Petar Karlić, br. 676.

Polulik žene visine 0,157 m izrađen je od nepečene gline tamnosive boje s velikim učešćem pijeska. Glina je armirana dlakama animalnog podrijetla, ali se ne isključuje mogućnost da su za učvršćenje korištene i ljudske vlasi. Kohezija materijala bila je vrlo slaba, pa je bilo potrebno izvesti konsolidaciju. Ranijim preparatorskim zahvatom fragmenti predmeta bili su spojeni ljeplom na bazi polivinilacetatne otopine u organskom otapalu (UHU ljeplilo ili si.). Površina se jako trusila i osipala.

Radi učvršćenja strukture skulpturica je natopljena učvršćivačem za porozne tvari na bazi otopine akrilne i silikonske smole u smjesi organskih otapala. To je povratni materijal koji se otapa u nitrorazrijeđivaču. Stupanj učvršćenja bio je osrednji. Daljnje učvršćivanje osjetno bi promijenilo ton boje gline, pa je postupak tu zaustavljen.

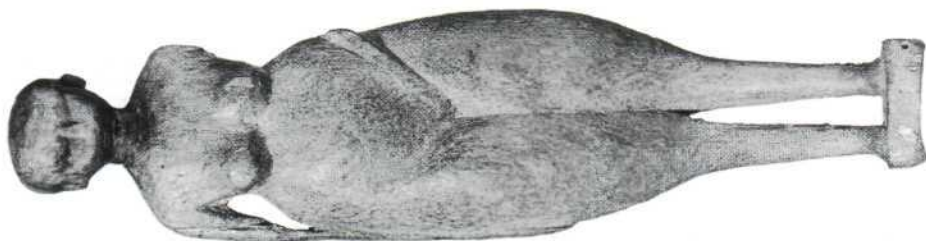
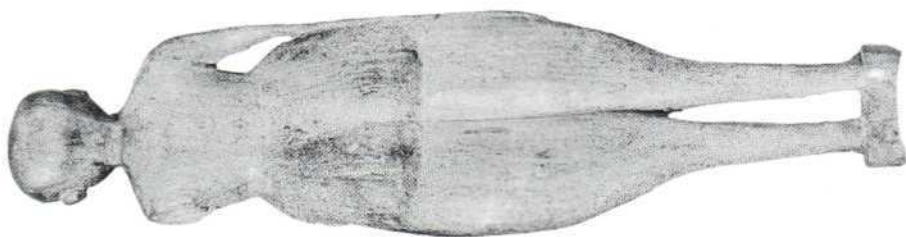
5. Dječja lutka

Inv. br. M. 42+50, K. 196+201

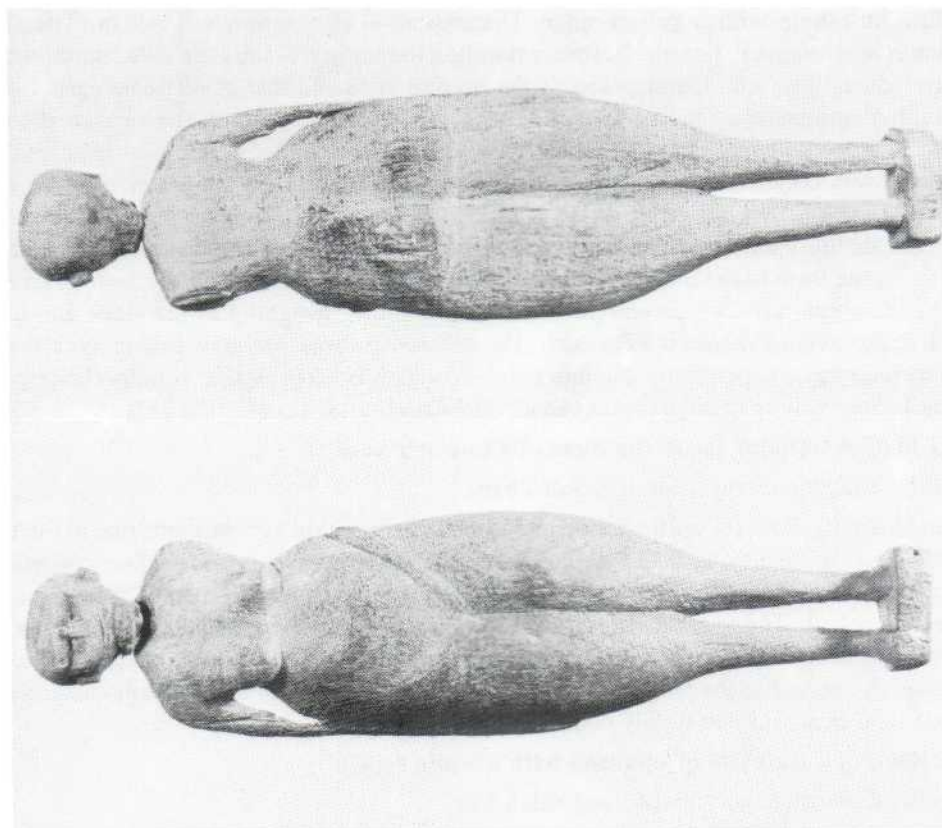
Dječja lutka izrađena je od smeđeg drva neutvrđene vrste. Visina skulpturice je oko 0,18 m. Glava drvene lutke bila je odvojena od tijela. Samo tijelo bilo je već ranije impregnirao², dok glava nije bila tretirana, jer još tada nije bila pronađena. Stanje drva glave bilo je takvo da se moglo raspasti na malo jači pritisak prstiju.

Glava je konsolidirana izbijeljenim pčelinjim voskom u vakuumu kao i glava faraona. Međutim, vjerojatno se odvojena glava nalazila tijekom duljega razdoblja u nešto drukčijim uvjetima nego tijelo prije impregnacije, pa je glava prilikom vakuum impregnacije osjetno potamnijela i nije bila u skladu s tijelom, iako se po mjestu loma vidjelo daje njegov sastavni dio. Tako potamnijeloj glavi najprije je uklonjen sloj voska ispiranjem benzinom. Potom je drvo izbijeljeno vodikovim peroksidom. Površina glave je zatim natapana otopinom voska.

2. Tijelo drvene dječje lutke impregnirao je svojevremeno preparator pok. Ivan Kavurić iz Arheološkog muzeja u Zagrebu.



Slika 5 b.



Slika 5 a.

Nakon usklađivanja boje glave s bojom tijela, glava je spojena s tijelom pomoću tankog mjedenog klina i voska. Stražnji dio vrata na glavi odlično je pristajao uz dio vrata na tijelu, dok je prednji dio vrata manjkao. Udubljenje je ispunjeno voskom do približno 1 mm ispod razine originalne površine, a vosak toniran na boju drva. To upuštenje površine na vratu učinjeno je kako bi se mogla razlikovati izvorna površina od restaurirane.

SUMMARY

CONSERVATION OF ANCIENT EGYPTIAN OBJECTS FROM THE ZAGREB ARCHAEOLOGICAL MUSEUM

During 1995 five different items from the museum's ancient Egyptian collection underwent conservation: a stele, the lid of a canopic jar, the head of a statuette of Pharaoh, a child's doll and the half figure of a woman. A programme was drawn up based on detailed, professional inspection of the articles. The items were in a bad state and made of varying materials requiring varied treatment.

1. Stele of priest Rahotep, 18th dynasty

Koller Collection, no 588, Monnet Saleh 12

The stele dates from the 18th dynasty and resembles the Tel-el-Amarna style. It is carved from white limestone with a yellow tinge. Dimensions 0.28 x 0.565 x 0.047 m. The Stone is homogenous and relatively porous. Before restoration the surface of the stele was crumbling which gradually reduced its form. Comparison of the present state and that of 40 years earlier showed considerable degradation of the surface. Analysis of the soluble salts on the surface showed by chloride and sulphate contamination, which required desalination by soaking in deionized water. The process was controlled by constant analysis of the salinity of the water and the electric conductivity. The results were presented in a diagram. The process of immersion in deionized water was repeated in fourteen water-baths. It was carried out over 3 to 8 days, totalling eighty-six, depending on the form of the diagram. There was quantitative chemical analysis the total amount of extraction of soluble salts which amounted to 108.7 grams. Weighing of the Stone and the salts showed that the stela contained 0.99% salts. The salt content was probably higher as certainly not all salts were extracted, especially calcium sulphate which is less soluble. Finally the dried stone was Consolidated with material based on an ethelsilicate.

2. Lid of a Canopic jar in the form of a falcon's head

Koller collection, no 17, Monnet Saleh 516

This lid dates from the Saitic period and is carved from light yellow limestone in the form of a falcon's head. Dimensions 0.125 x 0.095 m. The stone suffered from saline corrosion and conservation was carried out in the same way as on the stele. It was immersed fourteen times in deionized water bath. The process of desalination was controlled with a conductometer to measure the electric conductivity of the water. Quantitative chemical analysis of the salts extracted was also carried out. The excess of the less soluble sulphate was treated by the Levlin method using barium hydroxide. The entire lid was finally conserved in ethelsilicate.

3. Head of a statuette of Pharaoh with a white crown

Koller Collection, no 200, Monnet Saleh 34

This head is from the New Kingdom made of indeterminate brown wood. Height 0.116 m. The drying of the wood caused radial cracks which damaged and weakened the figure. The wood

was treated with vacuum impregnation with white beeswax dissolved in petrolium. The solution was heated in a water-bath in preparation for impregnation. This was repeated three times. The wood was satisfactorily strengthened and after impregnation the head had gained **11.1%**.

4. Half figure of a woman in unfired clay

Dr Petar Karkić Collection, no 678

The profile in 0.157 m modelled of unfired dark grey clay with large grains of sand in it. It is armoured with hair of some animal. The clay's cohesion was very weak and the surface was crumbling. Conservation was carried out by a solution of acryline resin in an organic solution.

5. Child's doli

Inv. no M 42+50. K 196+201

The doli is made of indeterminate brown wood. Height 0.18 m. The head had been separated from the body. The body had earlier undergone conservation before the head was found. The head was in such a bad condition that it was in danger of falling apart if pressed by a finger. It was conserved in white beeswax in vacuum like the Pharaoh's head. Since the head had long been apart from the body and under different conditions it was much darker in colour. For this reason it was first impregnated with hydrogen peroxide to resemble the colour of the body. The two were then joined together with a thin brass peg and coloured beeswax was applied.

Rukopis primljen 15.VI.1999.

Rukopis prihvaćen 18.VIII.1999.