

No. 1 (2005)

ARCHAEOLOGY

PRIRODNE NAUK

SCIENCE



ARHEOLOGIJA I
PRIRODNE NAUKE

Center for New Technology
Archaeological Institute Belgrade

ARCHAEOLOGY AND SCIENCE

1

Editor-in-chief
Miomir Korać

Editorial Board
Snežana Golubović, Žarko Mijailović, Živko Mikić,
Milan Milosavljević, Dragan Milovanović, Zoran Obradović,
Zoran Ognjanović, Slaviša Perić, Michael R. Werner,
Dejan Vučković, Zsolt Zolnai, Nemanja Mrđić (Secretary)

Belgrade 2005

Centar za nove tehnologije
Arheološki institut Beograd

ARHEOLOGIJA I PRIRODNE NAUKE

1

Glavni urednik
Miomir Korać

Uređivački odbor (redakcija)
Snežana Golubović, Žarko Mijailović, Živko Mikić,
Milan Milosavljević, Dragan Milovanović, Zoran Obradović,
Zoran Ognjanović, Slaviša Perić, Majkl R. Verner,
Dejan Vučković, Zsolt Zolnai, Nemanja Mrđić (sekretar)

Beograd 2005.

Published by: Izdavači:
Center for New Technology Viminacium Centar za nove tehnologije Viminacium
Archaeological Institute Belgrade Arheološki institut Beograd

For the publishers: Za izdavače:
Miomir Korać Miomir Korać
Slaviša Perić Slaviša Perić

Editor: Urednik:
Miomir Korać Miomir Korać

Translation: Prevod:
Milica Tapavički-Ilić Milica Tapavički-Ilić
Nemanja Mrđić Nemanja Mrđić

Cover Design: Dizajn Korica:
Miomir Korać Miomir Korać
Nemanja Mrđić Nemanja Mrđić

Graphic design by: Dizajn i tehničko uređenje:
Nemanja Mrđić Nemanja Mrđić

Photographs and plans: Fotografije i planovi:
Documentation of the Archaeological Institute Dokumentacija Arheološkog instituta u
Belgrade and Center for New Technology Beogradu i Centra za nove tehnologije

Print: Štampa:
DigitalArt Beograd DigitalArt Beograd

Printed in: Tiraž:
500 copies 500 primeraka

ISSN 1452-7448

SADRŽAJ / SUMMARY

Miomir Korać	REČ UREDNIKA <i>From The Editor</i>	7
Živko Mikić	TREPANACIJA LOBANJA NA ANTIČKOM VIMINACIJUMU – ANTROPOLOŠKE INFORMACIJE <i>Skull Trepanation in Ancient Viminacium - Anthropological Information</i>	9-20
Miomir Korać Radmila Pavlović Nemanja Mrđić	VIMINACIJUM - DALJINSKA DETEKCIJA I GIS <i>Viminacium - Remote Sensing and GIS</i>	21-36
Miomir Korać Vojislav Stojanović Nemanja Mrđić	PRIMENA GEORADARA U ISTRAŽIVANJIMA RIMSKOG AKVEDUKTA NA VIMINACIJUMU <i>Application of Ground Penetrating Radar (GPR) During Excavations of Roman Aqueduct in Viminacium</i>	37-46
Saša Redžić Angelina Raičković Vladimir Miletić	ARHEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA LOKALITETA STIG NA OSNOVU GEORADARSKIH ISPITIVANJA <i>Archaeological Research at Site "Stig" Based on GPR Survey</i>	47-56
Saša Redžić Angelina Raičković Snežana Golubović	HRONOLOGIJA VIMINACIJUMSKIH NEKROPOLA U SVETLU PRONAĐENIH FIBULA <i>Chronology of the Viminacium Necropolis According to the Fibulae</i>	57-60

Bebina Milovanović	STILSKO - TIPOLOŠKE ODLIKE I POREKLO FORMI	
Angelina Raičković	NAUŠNICA RIMSKOG PERIODA U SRBIJI	
Saša Redžić	<i>Style-typological Distinction and Origin of the Form of Earrings from the Roman Period in Serbia</i>	61-80
Angelina Raičković	KERAMIČKE I OPEKARSKE PEĆI VIMINACIJUMA -	
Saša Redžić	LOKACIJE "PEĆINE" I "LIVADE KOD ĆUPRIJE"	
	<i>Pottery and Brick Kilns From Viminacium - Sites "Pećine" and "Llivade kod Ćuprije"</i>	81-106
Mirjana Arsenijević	DVA NOVA TIPRA REVERSNIH PREDSTAVA	
Saša Redžić	KOVNICE NIKEJE SA NEKROPOLE VIŠE GROBALJA	
Milica Tapavički-Ilić	<i>Two New Types of Reverse Images of the Nicaia Mint at the Necropolis Više Grobalja</i>	107-110
Milica Tapavički-Ilić	POLJOPRIVREDA CENTRALNOG BALKANA	
Mirjana Arsenijević	NA PRELASKU STARE U NOVU ERU	
	<i>Agriculture on the Central Balkans during Transition of the Eras</i>	111-118
Dragana Rogić	VLAGA - UZROK ŠTETE NA FRESKO SLIKARSTVU	
Nemanja Mrđić	<i>Moisture - Cause of Decay on Fresco Paintings</i>	119-126
Milesa Srećković	PRIMENA HOLOGRAFSKE INTERFEROMETRIJE	
Andelka Milosavljević	I SKENIRAJUĆE ELEKTRONSKE MIKROSKOPIJE	
Miomir Korać	U ISPITIVANJU MATERIJALA PREDMETA	
Sanja Petronić	KULTURNE BAŠTINE	
	<i>Application of Holographic Interferometry and Scanning Electronic Microscopy in Examining Materials of the Cultural Heritage Objects</i>	127-136
Vanja Korać	SPAM	
	<i>SPAM</i>	137-150

Dragana Rogić
Arheološki institut Beograd

Nemanja Mrdić
Arheološki institut Beograd



75.052.025.2/4

VLAGA - UZROK ŠTETE NA FRESKO SLIKARSTVU

ABSTRAKT Uzroci propadanja zidnih slika su različiti ali međusobno povezani. U ovom tekstu se objašnjava povećano prisustvo vlage u strukturama zidne slike. Dugogodišnje prisustvo vlage u velikom broju slučajeva glavni je uzrok oštećenja zidnih slika, kako u nadzemnim, tako i u podzemnim objektima. Ukoliko se vlaga ne eliminiše, svaki drugi posao je uzaludan i ne daje trajne rezultate. Svaki deo zidne slike ima različit hemijski sastav, zbog čega se različito ponaša prema štetnim činiocima.

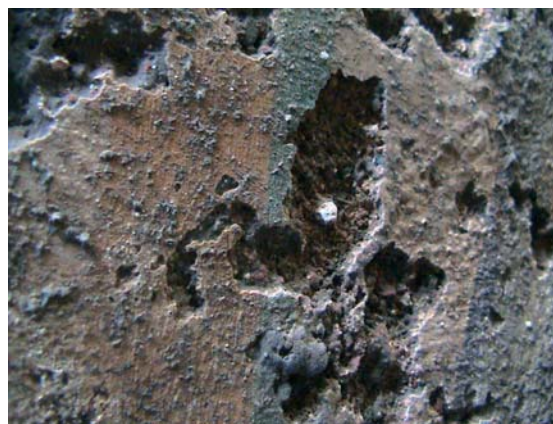
KLJUČNE REČI: KONZERVACIJA, VLAGA, RASTVORLJIVE SOLI, RELATIVNA VLAŽNOST, TEMPERATURA, ISPITIVANJE, SANACIJA, KLIMATIZACIJA

UVOD

Činioci koji dovode do oštećenja zidne slike u nadzemnim i podzemnim objektima zbog prisustva vlage su brojni. Vlaga koristi složenost hemijskog sastava materijala i veziva nalazeći put u unutrašnjost zida.

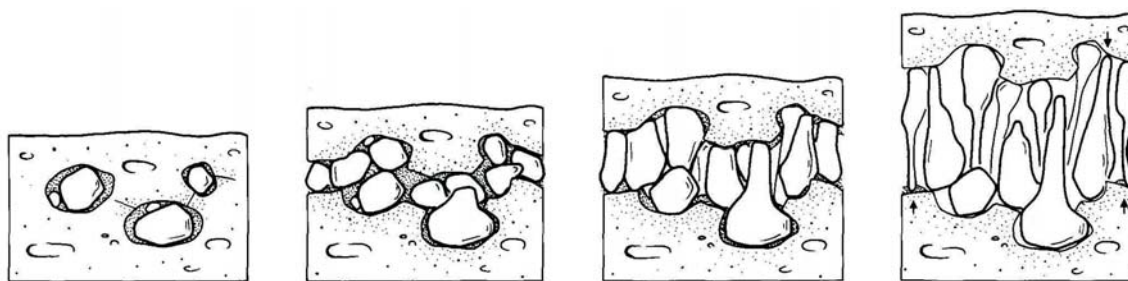
Zidna slika se sastoji od: nosača, fresko maltera, slojeva boja i zaštitne skrame.

Oštećenja ili bilo kakva promena na nosaču, slojevima fresko maltera i bojenog sloja izazivaju promene na celoj slici. Najveću opasnost predstavljaju fizička oštećenja poput kratera u strukturi zidne slike, koji nastaju zbog nepovoljnih uslova pod zemljom. Tokom viševjekovne izloženosti vlazi, oslabljeni delovi otpadaju (sl. 1). Stanje freske u velikoj meri zavisi od uslova u kojima se nalazi.



Sl. 1. Viminacium, Pirivoj, grob 160.
(snimio mr. Miroslav Stanojlović)

Svaka freska ima svoje karakteristike, pa samim tim ne postoji neka univerzalna metoda koja bi se mogla primeniti. Najvažnije je izvršiti potrebna detaljna ispitivanja i dati tačnu dijagnozu stanja u kome se freska nalazi.



Sl. 2. Opis procesa kristalizacije soli (Prema: Andreas Arnold, Konrad Zehnder, *Monitoring Wall paintings Affected by Soluble Salts*, sl. 11, str. 118.)

Konzervacija je opsežan posao u kom pored konzervatora, mora učestvovati više stručnjaka. Zato se prema prirodi problema u procesu konzervacije angažuju specijalisti iz raznih oblasti (hemičar, tehnolog, građevinski inženjer, istoričar umetnosti itd.).

Uzroke oštećenja zidnih slika možemo podeliti na fizičke, fizičko-hemijske, hemijske i biološke.

direktnog prodora vlage i agresivnih supstanci u unutrašnjost materijala.

Dugo izlaganje sunčevim zracima (ultra-ljubičastim) sa čestim prisustvom vlage prouzrokuje izmene, slabljenje i gubljenje intenziteta boje nekih pigmenata.

Slabljenje maltera i slikanih slojeva posle isušivanja izazvano je još dok su bili vlažni.

FIZIČKI ČINIOCI

Usled delovanja mraza, voda prelazi iz tečnog stanja u led, povećava joj se zapremina, i dolazi do velikog pritiska i pucanja poroznih materijala. Kada je u toku dana fresko slika izložena sunčevoj svetlosti, a tokom noći smanjenju temperature ili zamrzavanju (reč je o freskama koje su napolju), dolazi do zamora materijala i do pucanja. Pukotine mogu biti površinske i dubinske, dilatacione (one koje se povećavaju) i stabilne. One su uzrok



Sl. 3. Kristalizacija soli.

FIZIČKO-HEMIJSKI ČINIOCI

Oštećenja na zidnoj slici, kao što su pulverzacija, ljušpanje, pukotine i degradacija maltera, uzrokovana su rastom kristala za vreme kristalizacije rastvorljivih soli (sl 2). One migracijom svojih vodenih rastvora dospevaju na površinu slike.¹ Kristali se mogu javiti u različitim formama, mogu biti vlaknasti, stubasti, u obliku prizme i paperjasti. Voda u tlu nikada nije hemijski čista;

1. Stojanović 1990, 37.



Sl. 4 Kristalizacija solid - detalj sl. 3.

(Prema: Andreas Arnold, Konrad Zehnder, *Monitoring Wall paintings Affected by Soluble Salts*, T. 45-46)

javlja se u vidu vodenih rastvora raznih soli, minerala ili razgrađenih ostataka organskih materija (hloridi i nitrati). Soli mogu biti prisutne u materijalima za zidanje, mogu voditi poreklo iz zemlje, atmosfere, stvorene prisustvom životinja koje ostavljaju svoje izlučevine i koje se odnose na vodom deponuju na druga mesta. Nitrati nastaju raspadanjem ljudskih i životinjskih posmrtnih ostataka.² Soli mogu poticati i od materijala koji se koriste u konzervaciji. Kretanje rastvorljivih soli manifestuje se kao rezultat variranja i uticaja relativne vlažnosti i temperature vazduha u objektu.

Kod zidnih slika najčešće se mogu naći sledeće rastvorne soli: hloridi, nitrati, sulfati, itd. Najopasniji je natrijumov sulfat zbog stvaranja velikih kristala. Zbog toga, za konzervaciju zidnih slika ne treba koristiti gips i cementni malter, jer predstavljaju izvore najopasnijih soli kalcijumovog i natrijumovog sulfata.³

Soli se mogu pojaviti u vidu obilnih eflorescencija (često se javljaju u vidu belih "oblaka" i inkrustacija) na površini zidne slike i mogu se javiti ispod površine zidne slike - subflorescencija (sl 3, 4).

HEMIJSKI ČINIOCI

Na zidnim slikama vlaga prouzrokuje hemijsko delovanje štetnih činilaca na nosač, slojeve fresko maltera i boja, koji se pri tom rastvaraju ili menjaju hemijski sastav, a time i svoje hemijske osobine. Ove promene koje se odražavaju na bojenu sloj tako što ga menjaju dalje uzrokuju slabljenja veza, pojave raznih drugih oštećenja (pukotina, kratera...), izmene celokupnog izgleda slike. Glavni štetni činioci su: direktno i indirektno dejstvo vlage; hemijsko dejstvo vlage, nataloženih prljavština na slici, kao i štetnih gasova i para prisutnih u okolnoj atmosferi.

Ugljen-dioksid je prirodnog porekla i sastavni je deo procesa disanja ljudi u prostorima ograničene veličine sa lošom cirkulacijom vazdu-

ha. Ugljen-dioksid koji se nalazi u atmosferi rastvara se u vodi i formira jednu vrlo slabu kiselinu - ugljenu kiselinu. Rastvori ugljene kiseline rastvaraju polako kalcijum karbonat i pretvarajući ga u kalcijum bikarbonat, koji se ponovo deponuje svugde u malteru, tada voda isparava pokazujući se u obliku belog vela od kalcijum karbonata.

Sumpor dioksid dobijamo spaljivanjem materijala u kojima ima sumpora (kao što su ugalj i mineralna ulja). Sagorevanjem se formira sumpordioksid, koji se u kontaktu sa atmosferskom vodom pretvara u sumpornu kiselinu. Ona napada krečne materijale (maltere i kamen) i pretvara ih površinski u kalcijum sulfat, povećavajući voluminoznost. Sulfatizacija na relativno brz način prouzrokuje razlaganje površine, podljuspavanje slikanog sloja i jakih kristalizacija na površini slike.⁴ Kada voda deluje na čestice negašenog kreča u malteru zidne slike, formira se gašeni kreč. Tada se na površini zidne slike javljaju oštećenja u vidu takozvanih "kokica".⁵

Fresko slika je izložena raznim negativnim uticajima; to su štetni činioci prisutni u okolnoj atmosferi i lošim klimatskim uslovima. Jedan od najboljih načina zaštite je da se iz atmosfere uklone zagađenja i da se obezbede aparati za klimatizaciju.

Postoje i drugi načini kao što je provetranje, zagrevanje radi sprečavanja kondenzacije na slici i zidovima.

BIOLOŠKI ČINIOCI

Svi tipovi vlažnosti favorizuju nastanak mikroorganizama.

Mikroorganizmi, gljivice, alge i lišajevi razvijaju se brzo kada se relativna vlažnost popne preko 65%. Zbog toga treba uvek očekivati njihovo postojanje na vlažnim mestima. Često se manifestuju u obliku mrlja ili površinskih tačkica raznih boja. Mogu izazvati otpadanje slikanog sloja i maltera. Jedini lek je temeljno odstranjivanje vlage.

2. Dragutinović-Komatina, 2004, 21

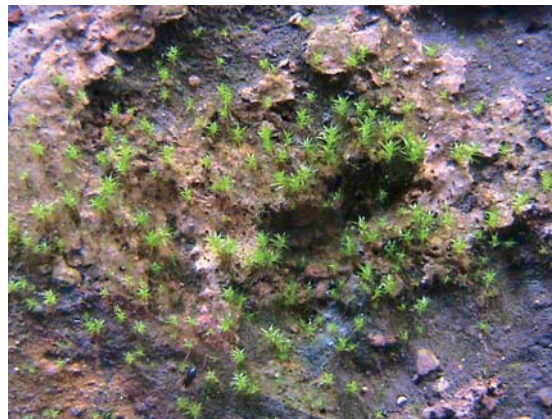
3. Mora, Philippot, Bresciani 2001, 192.

4. Mora, Philippot, Bresciani 2001, 194.

5. Dragutinović-Komatina 2004, 13.



Sl. 5. Viminacijum, Pirivoj, grob 160.
(snimio mr. Miroslav Stanojlović).



Sl. 6. Viminacijum, Pirivoj, grob 160
(snimio mr. Miroslav Stanojlović).

Vlažan živopis omogućava prisustvo vegetacije i kolonije mikroorganizama (algi, lišajeva, bakterija).

Alge su grupa nižih biljaka različitog oblika. Žive u sredinama bogatim vlagom. Javljaju se u obliku prahova: zelene, crvene i mrke boje i kao sluzavi filamenti i skrame, što zavisi od uslova vlažnosti. Osim što ruže izgled slike, izazivaju pulverzaciju i ljušpanje.

Bakterije pripadaju grupi jednoćelijskih aerobnih i anaerobnih organizama. Mogu se javiti u žutoj, crvenoj i crnoj boji. Neke bakterije luče organske kiseline i izazivaju propadanje zidnih slika. Mogu se prepoznati po karakterističnom mirisu.

Aktinomicete su velika heterogena grupa mikroorganizama. Po osobinama su između bakterija i gljiva. Prokariotska građa približava ih bakterijama a prisustvo micelina-hifa gljivama. Proizvode karakteristične mirise i sluz.¹

Cijanobakterije su podvrsta bakterija; za njihov razvoj dovoljna je svetlost, voda, mala količina neorganskih jedinjenja i bazna sredina.

Gljive su niže biljke koje ne obavljaju fotosintezu. Snabdevaju se organskim materijama od uginulih organizama (saprofitne gljive) ili od živih organizama–parazitske gljive. Naseljavaju staništa gde je vazduh više ili manje zasićen vodenom parom, jer ne mogu da spreče gubljenje vode iz svog organizma. Na površini slikanog sloja javljaju se u obliku tačaka i fleka koje se mogu širiti tako

1. Dragutinović-Komatina 2004, 29.

da na površini ostane sivi zeleni ili crni baršunasti sloj. Mogu se javiti i kao tamne mrlje koje mogu prouzrokovati mehanička kao i hemijska oštećenja podloge izazivajući raspadanje maltera.

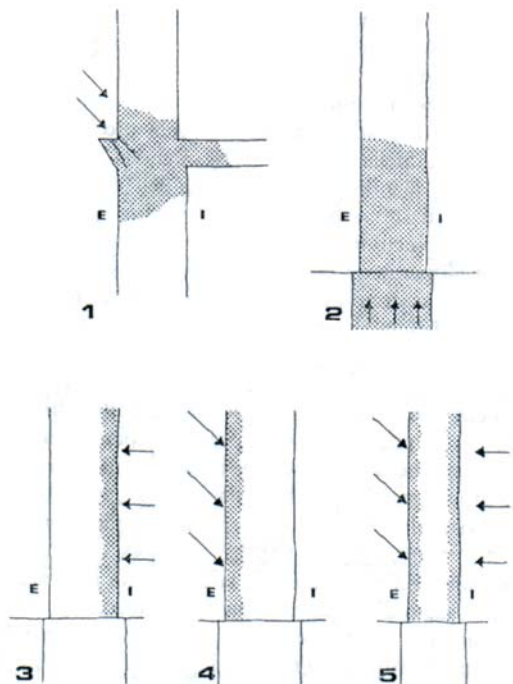
Lišajevi su simbioza gljiva i cijanobakterija. Javljaju u vidu zelenih, crnih ili ružičastih okruglih mrlja.

Mahovine su prelazne forme između primitivnih i viših biljaka. Najčešće se pojavljuju na freskama koje su na arheološkim lokalitetima. Prisustvo vode poroznih materijala (opeka, malter) i svetlo je pogodno za odvijanje fotosinteze mogu prouzrokovati pojavu mahovina. One se mogu pojaviti u nadzemnim objektima ukoliko postoje pogodni uslovi za njihov razvoj. Mahovine deluju hemijski i mehanički. Na slici 5. prikazan je prosušeni deo bez mahovina i deo gde je pojačano vlaženje dovelo do jakog razvoja mahovina.

Krateri na zidnim slikama, gde nisu u potpunosti očišćeni humus i izvršena dezinfekcija, pružaju dobre uslove za rast niskih biljaka (sl. 6).

Više biljke imaju koren, stablo i list. Koren svojim rastom, može izazvati mehanička oštećenja, najčešće podzemnih objekata.

Insekti, ptice, glodari, životinje takođe mogu štetno delovati na zidnu sliku, ali njihovo prisustvo najčešće nije vezano za prisustvo vlage.



Sl. 7. Šema osnovnih tipova vlage u zidovima
(Prema: *La Conservazione delle pitture Murali*,
D.e L. Mora, p. Philippot, Bresciani S.r.l.ICCROM,
sl.17)

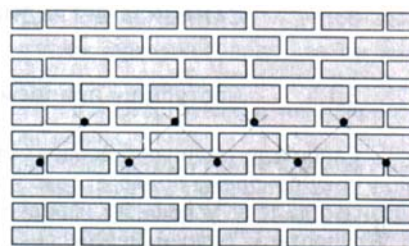
1. Infiltracija
2. Kapilarnost
3. Kondenzacija
4. Kiša i vetar prouzrokuju zahlađenje zida sa posledicom stvaranja kondenzacije na unutrašnjoj strani zida. E= spoljno; I= unutrašnje

TIPOVI VLAGE

Postoji nekoliko tipova zavisno od njenog porekla:

Vlaga koja se uvukla (infiltrirala) zbog oštećenja pokrivnih površina, oštećene kanalizacije ili izloženosti kiši.² Natapanje zida kroz neko od oštećenja, najčešće zakišnjavanjem koje se ponavlja, dolazi do zasićenja zidne strukture, koja se vidi na površini freske kao tamna fleka.

Kapilarna vlaga koja se kapilarnim silama transportuje iz tla, kroz temelje u zidove. Visina kapilarnog dizanja zavisi od veličine kapilara u građevinskom materijalu zida tako da je kod materijala sa sitnijim sastavom kapilara, kapilarno dizanje veće, zbog većeg kapilarnog potencijala po-
2. Mora, Philippot, Bresciani 2001, 198.



Sl.8.Položaj rupa u zidu

rozne strukture. Uzroci kapilarne vlage su različiti: kiša, velike količine otopljenog snega, visoka podzemna voda, zasićeno tlo. Kapilarna vlaga povećava relativnu vlažnost vazduha u prostoriji.³

Kondenzaciona vlaga koja se javlja uglavnom na unutrašnjim površinama zidova, kada je zid hladniji od okolnog vazduha. Prepoznaje se kao tanki film sićušnih kapljica izlučene vodene pare na hladnoj površini i privlači sve tipove vazдушnih nečistoća te samim tim dopunski razara građu.⁴

Varirajuća vlaga formirana zahvaljujući higroskopnosti materijala.

Maksimalni sadržaj vode koji može biti tolerisan u zidu je 3-5%.

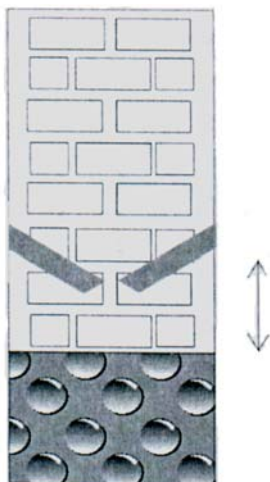
PROUČAVANJE I METODE ISPITIVANJA DELOVANJA VLAGE

Neophodno je ispitivanje samog objekta, ispitivanje klimatskih uslova unutar i van objekta, utvrđivanje najpogodnijih metoda za sprovođenje konzervacije (čišćenje, fiksiranje, konsolidacija, restauracija) i zaštitu objekta od daljeg propadanja.

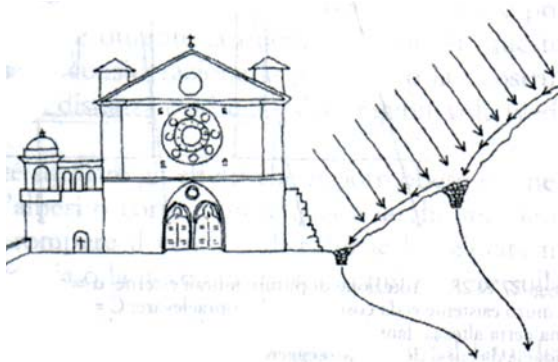
Određivanje porekla vlage jednog zida bazira se na pažljivom ispitivanju: mora se utvrditi relativna vlažnost i temperatura vazduha unutar i van objekta i izmeriti površinska vlažnost zidova, kao i merenje koncentracije i distribucije vlažnosti u zidu koja nam obezbeđuje utvrđivanje porekla vlažnosti, iz zemlje, sa zida ili krova. Za ovakvo merenje neophodno je uzimanje uzoraka, koji se mere pre i posle sušenja.

3. Netinger, Bjegović, Aničić 2004, 34.

4. Netinger, Bjegović, Aničić 2004, 36.



Sl. 9. Ugao bušenja rupa i prečnik istih
(Prema: D. Punda, D. Miljković, *Prekid kapilarnog vlaženja zidova postupkom hidrofobizacije*, slika 2 i 3, Metode utvrđivanja i otklanjanja posledica dejstva vlage na kulturna dobra).



Sl. 10. Spoljna drenaža za skretanje i skupljanje površinske vode
(Prema: D.e L. Mora, p. Philippot, Bresciani S.r.l *La Conservazione delle pitture Murali*. ICCROM, Figura. 29).

U zid se mogu postaviti sonde povezane sa instrumentom za registraciju.¹

Ispitivanja moraju trajati duže jer je evidentno da se određeni tipovi vlažnosti kao kondenzacija pojavljuju u određenim periodima. Potrebno je registrovati promene u toku dana i u toku jednog godišnjeg ciklusa.

Postoje različiti instrumenti koji se koriste za merenje površinske vlage. Oni se baziraju na varijacijama provodljivosti elektriciteta materijala koji se nalaze u zidovima i prema količini

prisutne vode.² Temperatura zidova danas se meri optičkim termometrima.

Relativna vlažnost vazduha (RH) predstavlja stepen zasićenosti vazduha vodenom parom i izražava se u procentima.

Instrumenti koji se koriste za merenje RH su: psihometri bazirani na raznim principima, aparati sa osetljivim vrhom, higrometri bazirani na raznim principima.

Iako grejanje ne utiče na apsolutnu vlažnost, smanjuje uvek relativnu vlažnost vazduha. Da bi se u praksi postigli željeni uslovi neophodno je primeniti: grejanje, ventilaciju i dehidraciju.

SANACIJA VLAGE

Vlaga od infiltracije – da bi se sprečile ove pojave treba otkloniti greške na pokrivkama, kanalizaciji i odvodima.

Vlaga koja je prouzrokovana pljuskovima i naslagama snega rešava se pokrivnim konstrukcijama, popunjavanjem, plombiranjem pukotina. Konsolidacija slikarskog sloja, organskim i neorganskim proizvodima, ne može ni u kom slučaju biti konačna zaštita.

Kapilarna vlaga – jedini način da se zidovi izoluju od nadolazeće vlage je vertikalna i horizontalna zaštita, kao i sistem drenaže. Za vertikalnu zaštitu (vertikalna se često kombinuje sa horizontalnom) najčešće se koriste vodonepropusni malteri i vodonepropusne suspenzije. Ako vlaga potiče od padavina, objekat se može zaštititi drenažom.

Uobičajen mehanički postupak je “presecanje” malo iznad poda, da bi se mogla ugraditi hidroizolaciona traka (folija).³ Time se onemogućava preki-da kapilarno dizanje. U ovu svrhu mogu se koristiti bitumenizirana metalna folija, olovne folije, lim od nerđajućeg čelika, veštačke folije, sloj od vodonepropusnog maltera i niz drugih materijala.

Injektiranje (gde nema živopisa): skida se

1. Mora, Philippot, Bresciani 2001, 178.

2. Mora, Philippot, Bresciani 2001, 186.

3. Netinger, Bjegović, Aničić 2004, 39.

vlažan malter a i zdrav do 50-60 cm iznad vlažnog dela. Taj deo zida mora se očistiti žičanim četkama. Pre injektiranja potrebno je zapuniti sve pukotine i isušiti zid. U prosušenom zidu voda u kapilarima se neće opirati injekcijskim sredstvima. Na takvoj površini buše se rupe pod uglom od 40 stepeni, sa jedne ili sa obe strane zida. U izbušene rupe montiraju se dozatori, kroz koje će u zid ulaziti sredstvo za prekidanje toka vlage. Pore se sužavaju i postaju vodonepropusne. Nasuprot tome, savremenim penetratima pogoduje vlažna sredina za injektiranje.

Drenaža predstavlja dobar način odvođenja vode od objekta, u zavisnosti od hidroloških uslova u okolini objekta. Sastoji se od sistema kanala kojim se voda odvodi u područje odakle ne može uticati na objekat.

Vlaga iz tla: kapilarna vlaga iz tla prolazi i kroz neizolovan pod i isparavanjem povećava relativnu vlažnost u prostoriji. U ovim slučajevima neophodno je izvesti hidroizolaciju poda. Mora se ukloniti stari pod i na njegovo mesto položiti armirano-betonska ploča, posle prosušivanja na ploču se stavlja hidroizolacioni sloj. Kod podova koji moraju zadržati prvobitni izgled, ploče poda se vade, malo se spusti pod da bi mogle da se polože drenažne cevi sa odvodom iz građevine. Zatim se tanko izbetonira i preko betona se stavljaju stare destilisane ploče.⁴

Elektrohemijski postupak: Iznad granice vlaženja na zidu postavlja se pozitivna elektroda - anoda, a u području temelja negativna - katoda. Struja teče od pozitivne elektrode preko zida ka negativnoj elektrodi. Voda u kapilarima ne može teći suprotno od smera struje. Električni parametri (napon, struja) u strujnom krugu prati se mernim uređajem. Vremenom kako se zidovi suše, otpor zidova se povećava, napon raste a struja pada. Ovaj tretman treba koristiti u kombinaciji sa hidroizolacionim malterima, u zavisnosti od hidroloških uslova u okolini objekta.

Otvaranjem lukova u bazi zida, smanjiće se visina do koje će se popeti kapilarna vlaga.⁵

Kondenzaciona vlaga – najbolje rešenje je termo izolacija na spoljnoj strani zida (ukoliko izgled objekta time ne bi bio narušen) i niskotemperaturno grejanje prostora.⁶

Isušivanjem se može pojaviti kristalizacija soli i razlaganje zidnih nanosa. Iz tog razloga treba zaštititi lice zidne slike jednom oblogom na koju bi se taložile soli.

ZIDNA SLIKA POD ZEMLJOM

Posebna problematika se odnosi na zidno slikarstvo pod zemljom. Zidna slika je izložena viševjekovnoj vlazi, rastvornim solima iz zemlje, biološkim faktorima, konstantnoj temperaturi i relativnoj vlažnosti vazduha. Iako je zidna slika veoma dugo izložena ovim negativnim dejstvima, dešava se vrlo često da je u mnogo boljem stanju od fresko slikarstva u nadzemnim objektima koji su sagrađeni mnogo kasnije.

Nakon otvaranja grobnice može doći do naglog propadanja zidnog slikarstva zbog promene mikroklimatskih uslova.⁷ Dolazi do naglog isušivanja površine zidnih slika i migracija soli iz zemljišta do slikanog sloja. Ovakve štete se mogu sprečiti izgradnjom zaštitne građevine sa primenom uređaja za kondicioniranje vazduha. Tako se omogućava stabilna temperatura i relativna vlažnost vazduha i vazduh oslobođen od bakterija. Čak i kad je grobnica klimatizovana treba ograničiti broj posetilaca, jer mogu dovesti do povećanja temperature i relativne vlažnosti vazduha.

Za osvetljenje grobnica treba koristiti slabo svetlo sa filterima protiv ultraljubičastog zračenja i ono mora biti kratkotrajno.

Ranije su se zidne slike konzervatorskim postupcima skidale sa zidova i odnosile u muzeje, klimatizacijom arheoloških kompleksa one se mogu čuvati *in situ*. Ovako zaštićeno i prezentovano zidno slikarstvo doprinosi boljoj percepciji posmatrača i sveobuhvatnijem sagledavanju umetničkog dela.

4. Netinger, Bjegović, Aničić 2004, 41.

5. Mora, Philippot, Bresciani 2001, 213.

6. Netinger, Bjegović, Aničić 2004, 45.

7. Dragutinović-Komatina, 2004, 11.

MOISTURE - CAUSE OF DECAY ON FRESCO PAINTINGS

The decay of wall paintings is caused by conditions in which it is kept. Moisture is the most common cause of decay of mortar and painted layer and has a broad specter of effects. In this paper factors are described, which, combined with moisture, lead to numerous damages: frost - defrost, growth of crystals during crystallization of soluble salts, harmful gasses which, together with moisture have disastrous effects on wall paintings and biological factors. Types of moisture are named, as well as investigation and sanitation of moisture in over- and underground objects. Through sanitation of moisture, one can stop all these negative effects. It can be stopped in various ways, but it is of greatest importance to act on time.

Sanitation of moisture, stable temperature and relative air humidity, which is obtained by acclimatizing objects, one can stop further decay of wall paintings and make its life longer.

Translated by M. Tapavički-Ilić



Sl.8. Detalj zidne slike

BIBLIOGRAFIJA

Dragičević, Ršumović, Savić 2004.

L.J. Dragičević, M. Ršumović, M. Savić, Uticaj vlage na degradaciju materijala, *Metode utvrđivanja i otklanjanja posledica dejstva vlage na kulturna dobra*, Novi Sad 2004, 22-31.

Dragutinović-Komatina 2004.

S. Dragutinović-Komatina, *Konzervacija zidnih slika u grobnicama i pećinama*, Beograd 2004, 11-56.

Korać 2000

Korać, M. Slikarstvo grobnica u Viminaciumu, Požarevac, 2000.

Mora, Philippot, Bresciani 2001.

D.e L. Mora, P. Philippot, Bresciani S.r.l, *La Conservazione delle pitture Murali*, ICCROM, Firenze 2001, 173-211.

Netinger, Bjegović, Aničić 2004.

I. Netinger, D. Bjegović, D. Aničić, Uklanjanje vlage iz zidnih konstrukcija, Uticaj vlage na degradaciju materijala, *Metode utvrđivanja i otklanjanja posledica dejstva vlage na kulturna dobra*, Novi Sad 2004, 32-46.

Stanojlović 2004.

M. Stanojlović, Evakuacija fresko celina iz Grobnica u Viminaciumu, otkopanih posle arheoloških kampanja, Uticaj vlage na degradaciju materijala, *Metode utvrđivanja i otklanjanja posledica dejstva vlage na kulturna dobra*, Novi Sad 2004, 230-235.

Stojanović 1990.

N. Stojanović, Fizičko-hemijska ispitivanja i njihov značaj u zaštiti spomenika kulture, *Glasnik DKC* 14, Beograd 1990, 36-40.