

**“INTRIGANTNA” OČITANJA UVJETA U MIKROKLIMATSKOJ
KOMORI SA SLIKOM MUČENJE SV. VINKA IZ MUZEJA
DOMINIKANSKOG SAMOSTANA U DUBROVNIKU**

THE INTRIGUING MEASUREMENT DATA OF MICROCLIMATIC
CONDITIONS IN THE MICROCLIMATE BOX WITH THE
PAINTING *MUČENJE SV. VINKA* IN THE MUSEUM OF THE
DOMINICAN MONASTERY IN DUBROVNIK

Denis Vokić
Sveučilište u Dubrovniku
dvokic2@gmail.com

UDK / UDC 025.85:75
Stručni rad / Professional paper
Primljeno / Received: 21. 10. 2015.

Sažetak

U ovom radu prikazani su rezultati mjerenja koji pokazuju da mikroklimatske komore imaju pozitivan utjecaj na stabiliziranje relativne vlažnosti zraka za čuvanje starih, osjetljivih slika na drvu. Zabilježene su dvije intrigantne, nagle oscilacije uvjeta u jednoj mikroklimatskoj komori u dva navrata u razmaku od 4 mjeseca. S obzirom da takvih oscilacija nije bilo tijekom ostalih gotovo 14 godina mjerenja u istom prostoru – proučene su okolnosti takvih mjernih rezultata u svrhu definiranja pouke i djelovanja ubuduće.

Ključne riječi: mikroklimatska komora, relativna vlažnost zraka, transport higroskopske baštine

Summary

This paper presents results of measurements that show the benefit of the microclimate chambers at the stabilisation of relative humidity. Intriguing, data logger in the Museum of the Dominican Monastery in Dubrovnik registered two sudden, strange oscillations in the microclimate chamber that protects one of the renaissance paintings on wood. Since oscillations happened twice in the four months and nothing similar happened during 14 years of measurements in the same place, it was found worth of investigation. The purpose of the present paper is to explore the circumstances of such measurement results and find out what happened and what to do to avoid such oscillations in the future.

Keywords: microclimate chamber, relative humidity, transport of the hygroscopic heritage

Uvod

U radu se istražuju mikroklimatski uvjeti u kojima se nalaze slike u muzeju Dominikanskog samostana u Dubrovniku. Rezultati mjerenja pokazuju da mikroklimatske komore imaju pozitivan utjecaj na stabiliziranje relativne vlažnosti zraka za čuvanje starih, osjetljivih slika na drvu.

Zabilježene su dvije intrigantne, nagle oscilacije uvjeta u mikroklimatskoj komori sa slikom Frana Matijina, *Mučenje sv. Vinka* u dva navrata u razmaku od 4 mjeseca. Kako takvih oscilacija nije bilo tijekom ostalih gotovo 14 godina mjerenja u istom prostoru – istražene su okolnosti takvih mjernih rezultata radi definiranja pouke i djelovanja ubuduće.

Zašto mikroklimatske komore u muzeju Dominikanskog samostana u Dubrovniku?

Muzej Dominikanskog samostana u Dubrovniku baštini neke od najvažnijih slika nacionalne povijesti umjetnosti (tri od četiri pouzdana djela Nikole Božidarevića, jedno od dva djela Mihajla Hamzića, najveći poliptih Lovra Dobričevića...). Svake godine na proljeće i jesen primijeti se podklobučenja, ljuštenje i otpadanje sloja boje tih velikih slika na drvu (Slika 1 i 2).



Slika 1. i 2. Podljepljivanje slika se ponavlja svake godine

Prije gotovo 14 godina poduzete su mjere u svrhu istraživanja uzroka oštećenja. Da bi se znanstvenim motrenjem i mjerenjem utvrdilo mikroklimatsko stanje u muzeju, postavljen je precizan i kvalitetan uređaj za bilježenje relativne vlažnosti zraka i temperature (relativna vlažnost – u daljnjem tekstu RH). Od 2001. do ljeta 2006. mjerenje se izvodilo *data loggerom* Testostor 171-3 (Testo) u vlasništvu Hrvatskoga restauratorskog zavoda. To je kvalitetan uređaj u titanovom kućištu, ima memorijsku mogućnost bilježenja

do 20.000 očitavanja, odlikuje se preciznošću i pouzdanošću čak i za današnje pojmove. Jedna njegova sonda postavljena je na reprezentativno mjesto u prostoriji gdje se čuvaju djela Lorenza di Credija i nepoznatog flamanskog slikara (prostorija 1), a druga sonda je postavljena na reprezentativno mjesto u prostoriji u kojoj se čuvaju djela Nikole Božidarevića, Lovra Dobričevića, Mihajla Hamzića, Frana Matijina... (prostorija 2). Od 2006. do danas, vrijednosti RH i temperature u muzeju Dominikanskog samostana mjere se i bilježe Telehum (Euromix) *data loggerima* koji imaju memorijsku zapreminu 15 puta snažniju od prethodnika (300.000 očitavanja) i imaju zaštitu protiv gubitka podataka u slučaju pražnjenja baterije ili u slučaju nehotičnog vađenja baterije.

Do trenutka pisanja ovog članka, u muzeju Dominikanskoga samostana se RH i temperatura bilježi skoro 14 godina svakih 4 sata. Analiza mjernih očitavanja u tijeku cijele godine pokazuje da najniže izmjerene vrijednost RH dosežu do 11 posto; a najviše izmjerene vrijednost RH dosežu 92 posto u prostoriji sa slikama dubrovačke slikarske škole te 100 posto u prostoru u kojem su slike Lorenza di Credija i nepoznatoga flamanskog slikara. Srednja godišnja vrijednost RH (rezultanta svih oscilacija) je 56 posto. Najniža izmjerena vrijednost temperature je 11°C; najviša izmjerena vrijednost temperature je 29°C; srednja godišnja vrijednost temperature (rezultanta svih oscilacija) je 19,5°C. Oscilacije RH zraka u muzeju su više nego drastične, nagle i učestale. Svaki mjesec variraju najmanje 30 posto, uglavnom variraju 50-60 posto, a u proljeće uglavnom više od 80 posto u prvoj prostoriji i više od 70 posto u drugoj prostoriji.

Radi takvih okolnosti, nametnulo se pitanje kako zaštititi vrijedne slike u prostoru muzeja od šteta koje izazivaju tako velike oscilacije RH zraka. Kad se govori o oscilacijama RH zraka, koje iznose više od 70 ili 80 posto mjesečno, treba se prisjetiti gotovo nadrealne činjenice (u danim okolnostima) da se slike na drvu smatra konzerviranim tek ako su dnevne, tjedne i mjesečne oscilacije RH zraka manje od +3% (tri posto). Smatra se da će svaka oscilacija veća od +7% dnevno, tjedno ili mjesečno sigurno rezultirati oštećenjem slike na drvu. Dakle, da bi slike dubrovačke slikarske škole mogli smatrati konzerviranim, trebaju biti čuvane u stabilnim mikroklimatskim uvjetima gdje dnevne oscilacije RH ne bi prelazile +3%, gdje bi unutar istih vrijednosti +3% ostajale cijeli tjedan i cijeli mjesec.

Usprkos najrigoroznijim inženjerskim specifikacijama raznih klimatizacijskih sustava, empirijsko iskustvo drugih u svijetu pokazuje da nije moguće održavati RH zraka unutar granica +7% niti uz najveće napore u onim prostorijama u koje ljudi ulaze i izlaze, gdje su vrata otvorena i gdje u jednom trenutku ima više desetaka posjetitelja, a u drugom trenutku nema nikoga. Štoviše,

sve su takve tzv. aktivne metode reguliranja mikroklimе dosta skupi sustavi u nabavi i instalaciji, a povrх toga, ti sustavi su zahtjevni i skupi za održavanje. Usprkos zahtjevnosti i skupoći, rezultati su uglavnom daleko od savršenog. Pokazalo se da i najskuplji i najstabilniji HVAC¹ sustavi u velikim muzejima imaju dnevne, tjedne i mjesечne oscilacije često veće i od +20% i da je vrlo teško postići manje oscilacije od +15%. Razlog za to su tromost higrometara i higrostata, te njihova tvornička kaucija tolerancije +3%, dodajmo tome tromost sustava aklimatizacije zraka koji se upuhuje u zgradu...

Upravo zato se u prostoru Dominikanskog samostana, čiji povijesni integritet nije primjereno destruirati instalacijama HVAC klimatizacijskog sustava, trebalo naći primjerenije rješenje zaštite slika, i uz to u skromnijim financijskim uvjetima. Najprimjerenije rješenje u ovom slučaju je postavljanje vrijednih slika na drvu u prostor koji će biti hermetički zatvoren, u koji ljudi neće moći ulaziti i izlaziti i gdje će mikroklima unutar tog prostora biti regulirana na pasivan način. Dakle, treba dizajnirati kvalitetne, djelotvorne, stabilne i kemijski inertne mikroklimatske komore.

Otpori izradi mikroklimatskih komora

Jedan manji dio stručne javnosti izrazio je sumnjičavost prema mikroklimatskim komorama u prostoru muzeja Dominikanskog samostana. Jedan uvaženi zagrebački konzervator je tvrdio da je staklo prepreka koja će odvojiti posjetitelje od umjetničkog djela, čime će muzej izgubiti na neposrednosti i izravnom kontaktu umjetnine i gledatelja. Jedan je drugi uvaženi zagrebački konzervator tvrdio da se “u svijetu odustalo od mikroklimatskih komora” jer je, po njemu, održavanje komora naporno, reaklimatizacije su, po njemu, potrebne svaki čas i zato su se mikroklimatske komore, po njegovoj izjavi, u svijetu pokazale kontraproduktivnim rješenjem od kojeg se odustalo. Protivljenje izradi mikroklimatskih komora izrazio je i arhitekt koji je sredinom osamdesetih godina oblikovao postav muzeja – smatra da će unošenje bilo

¹ Heat, ventilation and air conditioning. Pojam ventilacija je u nas dosta neprecizan jer se ventilacijom naziva sve i svašta. HVAC sustav kondicionira zrak na željenu vrijednost temperature i RH te klimatizacijskim cijevima (uz filtraciju) upuhuje takav zrak u prostorije. Prostor muzeja se drži u nadtlaku kako vanjski zrak ne bi kroz prozore, vrata i druge otvore ulazio u muzej, nego kroz ista nedovoljno zabrtvljena mjesta da kondicionirani zrak izlazi van. Na taj način je zrak u muzeju, teoretski govoreći, kondicioniran na željenu vrijednost temperature i RH i u potpunosti ovisi o kalibriranosti mjernih uređaja, napajanju strujom, senzibilnosti i stručnosti operatera i na kraju o raspoloživim financijskim sredstvima za pogon i održavanje sustava.

kakvih novih elemenata u prostor narušiti koncepciju. Čak se protivio ideji da se premjeste slike Lorenza di Credija i nepoznatog Flamanca u prostor 2, a da se dio vitrina s eksponatima od metala prenese u prostoriju 1. Na taj način slike bi bile okupljene u istoj prostoriji, a nakit, moćnici i drugi metalni predmeti u vitrinama u prvoj prostoriji, čime bi se omogućilo planiranje izrade većih komora i moguće objedinjavanje predmeta u njima, a time bi se u konačnici ostvarilo ujednačeniji dizajn cjeline i financijske uštede uz istu djelotvornost zaštite kao kad se radi zasebnu komoru za svaku pojedinu umjetninu.

U svakom slučaju, prvu primjedbu su već i sami vlasnici odbacili jer žele da se njihove slike zaštite od hotimičnih i nehotičnih diranja posjetitelja, a naročito od vodiča među kojima neki kišobranima i štapovima lupkaju po slikama pokazujući tko je tko ili što na slici.



Slika 3. Slika Frana Matijina, *Mučenje sv. Vinka* u tijeku postavljanja u mikroklimatsku komoru

Drugi dokaz za odbacivanje prve primjedbe je pružila prva, pokusna mikroklimatska komora u muzeju. Izrađena je za sliku Lorenza di Credija koja je tek vraćena s restauriranja. Relativno je mala te izrada mikroklimatske komore

za nju nije bio preskup "eksperiment". Na njenom primjeru se pokazalo da zaštita slike komorom nije odbojna posjetiteljima. Naime, dok je samo ova slika bila u mikroklimatskoj komori u cijelom muzeju, najviše i najdulje su se posjetitelji zadržavali upravo pred njom. Prolazilo se uglavnom nezainteresirano pokraj Božidarevića, Hamzića i Dobričevića i onda se dugo zaustavljalo pred slikom koja je "valjda najvrednija kad je jedina tako dostojanstveno zaštićena". Na taj način je mikroklimatska komora postigla upravo obratno od onoga što se prvom primjedbom prigovaralo; ne samo da mikroklimatska komora nije odbijala posjetitelje – ona ih je doslovno privlačila.

Za osporiti drugu, inače posve neinformiranu primjedbu, trebalo je skupiti podatke i potkrijepiti ih. Najstarije mikroklimatske komore za čuvanje umjetnina napravljene su u Metropolitan muzeju u New Yorku prije 35 godina i do danas nisu trebale nikakvih intervencija održavanja, reaktivizacija ili sl. Izrada mikroklimatskih komora mora biti odgovarajuća, u protivnom se ne radi o mikroklimatskim komorama, nego se radi o običnim vitrinama, a vitrine uistinu mogu biti kontraproduktivne u čuvanju baštine. Vlasnicima je dostavljen djelomičan, ali indikativan popis muzeja i/ili slika za koje su izrađene mikroklimatske komore zadnjih godina s naglaskom na Njemačku, Italiju, Veliku Britaniju i SAD, te izbor literature o tom konceptu. Sasvim dovoljno za otkloniti razlog privremenoga lošeg raspoloženja vlasnika kojima je netko neodgovorno rekao da su bacili novce plativši (do tada) jednu mikroklimatsku komoru.

Nesuradnja autora postava nametnula je neka ograničenja. Prvo, mikroklimatske komore su dogovorene da trebaju biti što je moguće diskretnije u prostoru, a to nije lako. Drugo, boja zidova muzeja, te raspored i postav izložaka neće se mijenjati. To je vrlo problematičan kompromis jer je muzej obojan u bijelu boju. Sve je bijelo, zidovi, stropovi, podovi. A bijela boja je najproblematičnija boja za izbjeći refleksu u staklu. Odbijena je ideja da se komore izrade u 18 postotnoj sivoj boji (fotografska siva) i da se zidovi prebojaju u istu, ili sličnu sivu boju. Ideja je odbijena ne samo zbog poštivanja koncepcije postava iz osamdesetih, nego i sami Dominikanci prednost daju bijeloj boji muzeja jer je bijela boja njihova reda.

Zahvaljujući poticaju Konzervatorskog odjela Ministarstva kulture i samih vlasnika da se smanje štete koje neprestano nastaju u muzeju, pristupilo se programu izrade mikroklimatskih komora.

Konstrukcija mikroklimatskih komora

Izrađene su mikroklimatske komore u kojima je RH zraka regulirana na pasivan način, tj. bez uređaja koji rade na struju i koje treba stalno nadzirati i održavati. RH je reguliran pomoću silica gela kondicioniranog na stabilnu vrijednost bilo gdje unutar 50 do 60 posto RH.

Komore za muzej Dominikanskog samostana izrađene su od nemagnetnog i nehrđajućeg čelika obojanog suhom bojom u prahu koja se tali u pećima kako bi se od praha stvorio iznimno čvrst sloj boje. Ta boja nema nikakvih isparenja, posve je inertna, kemijski stabilna i iznimno je otporna na razne utjecaje i abraziju. Sve brtve su silikonske te zadovoljavaju norme najviše stabilnosti. Staklo je *Schott Mirogard Protect*. Ono štiti umjetninu i u slučaju huliganskog napada jer nije rasprskavajuće, te se zbog polikarbonatne jezgre smatra nelomljivim (iako pokaže “vlasi” pukotina u slučaju jakog udara). To staklo se smatra praktično nevidljivim u primjerenim uvjetima osvjetljenja jer ima manje od 1 posto odraza dok obično prozorsko staklo ima oko 8 posto odraza. Svoja optička svojstva duguje posebnom sastavu koji omogućuje veću prozirnost i bezbojnost u odnosu na obično staklo, a poništenje odraza je postignuto posebnim premazima, slično kako se tretiraju suvremeni objektivi foto aparata. Sastavni dio svake mikroklimatske komore je *data logger* bez kojega nije moguće znati je li u komori uopće stabiliziran RH zraka, posebno u odnosu na vanjske uvjete. Mikroklimatska komora nikako ne utječe na temperaturu zraka u komori. Kakva je temperatura izvan komore, takva je i unutar komore. Neka mala odstupanja treba pripisati specifičnim termodinamičkim svojstvima materijala u komori kojima treba neko vrijeme da se adaptiraju na novu temperaturu. U svakom slučaju, zahvaljujući *silica gelu*, pasivna mikroklimatska komora stabilizira samo RH zraka u uvjetima oscilacija temperature i oscilacija RH zraka izvan komore. Korišteni *silica gel* u mikroklimatskoj komori koja čuva sliku *Mučenje sv. Vinka* je ArtSorb (Fuji-Sylisia).

Mikroklimatske komore su izrađene i kondicionirane u suradnji tvrtke K-R centar iz Zagreba i Kambič laboratorijska oprema iz Semiča (Slovenija). K-R centar je mjerio uvjete, definirao uzroke oštećenja i oblikovao što i kako napraviti, te je kondicionirao potrebne uvjete u komori. Laboratorijska oprema Kambič je izradila komoru i riješila tehnička pitanja oko učinkovitosti ljepila i brtvila, te stabilnosti i inertnosti upotrijebljenih materijala.

Cijeli posao je potaknuo i vodio Konzervatorski odjel Ministarstva kulture u Dubrovniku, a financiran je dijelom sredstvima Ministarstva kulture, a dijelom sredstvima vlasnika, Dominikanske provincije.



Slika 4. Poledina slike prije zatvaranja komore pokazuje način pričvršćenja *silika gela* i slike za komoru

Odabir načina prikazivanja mikroklimatskih podataka i “intrigantnih” oscilacija u komori sa slikom *Mučenje sv. Vinka*

Prezentacija mjernih podataka u numeričkom obliku zauzima dosta prostora, a ne rezultira jasnom slikom vrijednosti i oscilacija, kako se to bjelodano može vidjeti na grafičkim prezentacijama istih mjernih očitavanja. Rađene su mjesečne grafičke prezentacije jer se čini da je to najprimjereniji kompromis prikaza dugotrajnih mjerenja. Ipak, i taj način prikaza je vrlo nesavršen.

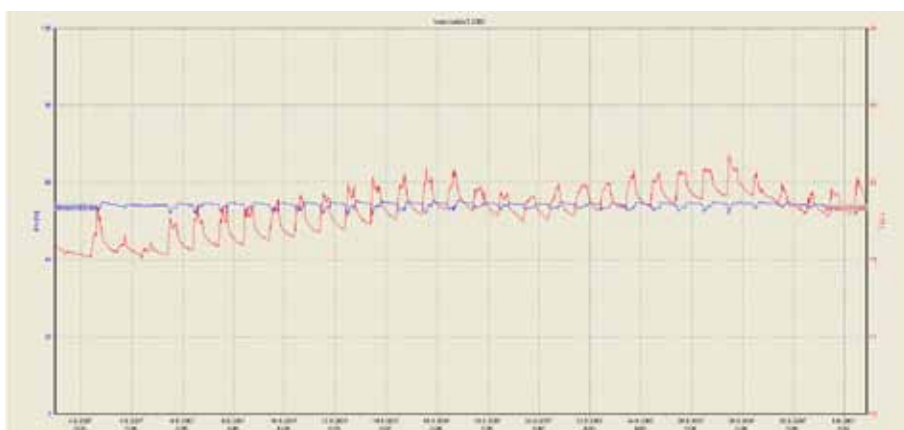
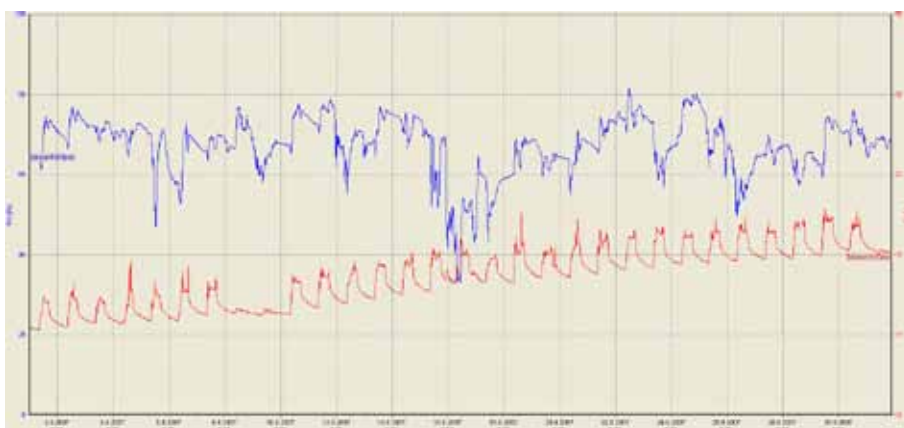
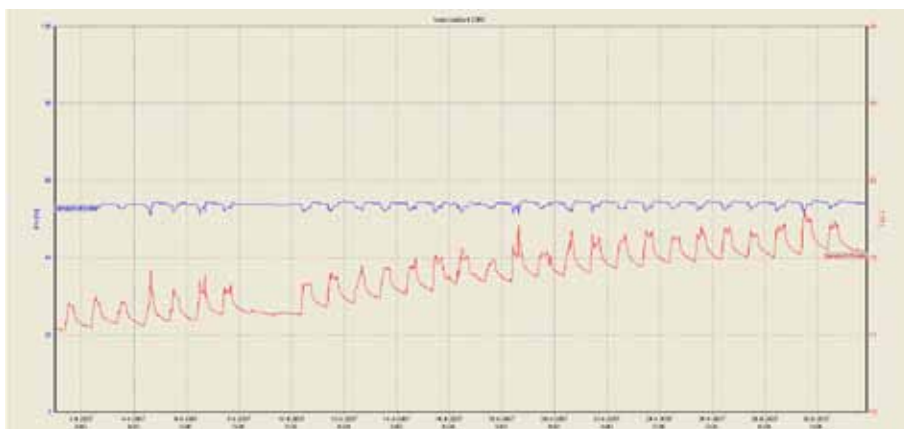
Prvi kompromis je mjerenje i bilježenje vrijednosti svakih 4 sata. *Data loggeri* omogućuju potpunu prilagodljivost po pitanju postavljanja intervala mjerenja i bilježenja vrijednosti. Mogu se postaviti da mjere svaku sekundu ili svakih nekoliko sekundi, svaku minutu, nekoliko minuta, sati, dana... Postave li se da mjere i bilježe vrijednosti previše često, životni vijek baterije se razmjerno skraćuje, a mjerenja rezultiraju datotekom koja može biti ogromna i “mučiti” čak i jaka računala. S druge strane, postavljanje prerijetkih intervala mjerenja može rezultirati nedovoljno vjerodostojnom slikom oscilacija. Naime, teoretski, između dva očitavanja mogla se dogoditi velika oscilacija neke vrijednosti i vratiti se prije intervala mjerenja i bilježenja *data loggera*. U tom

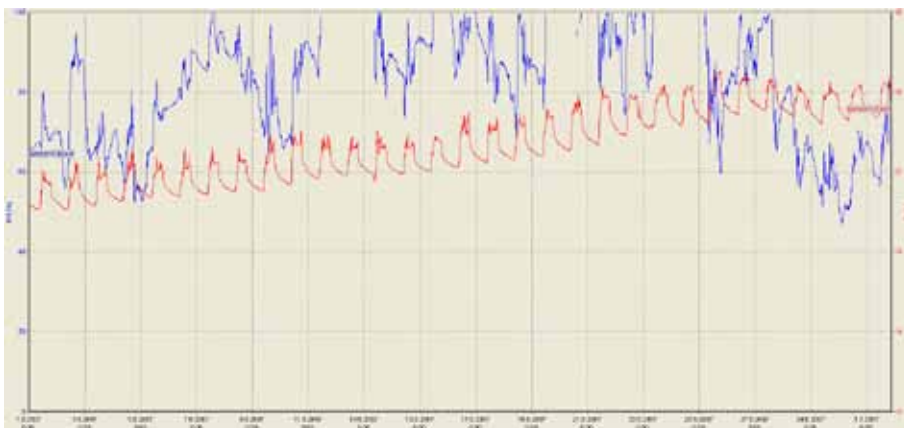
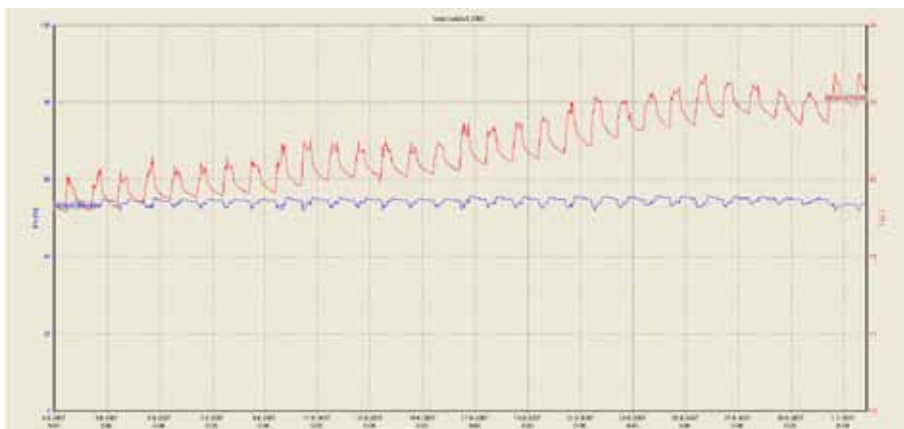
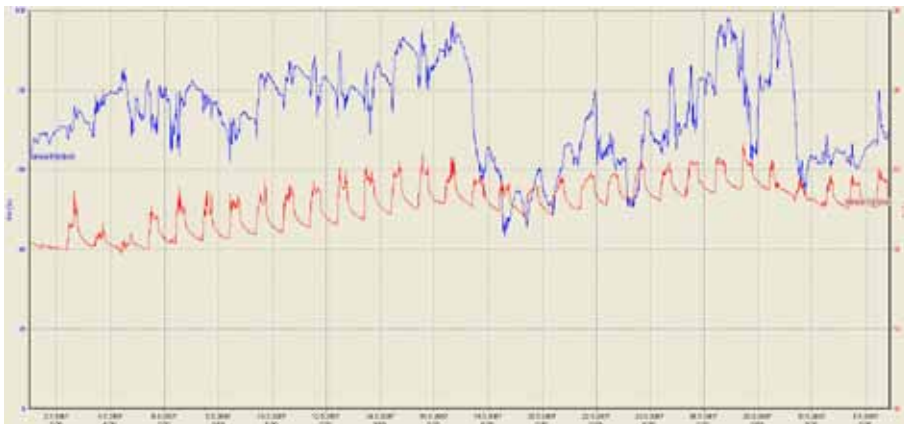
slučaju *logger* uopće nije zabilježio takvu oscilaciju. Iskustveno se pokazalo kompromisnim rješenjem postaviti *logger* da mjeri i bilježi izmjerene vrijednosti svakih 4 sata. Treba znati da i u tom slučaju postoji mogućnost da *logger* ne zabilježi neku brzu oscilaciju ili njezinu najvišu ili najnižu vrijednost. Ipak, kako su oscilacije relativno tromi procesi u muzejskim prostorijama, interval od 4 sata smatra se zadovoljavajuće indikativnim. Uzmimo da *logger* mjeri u 12.00, u 16.00, 20.00 sati itd. Uzmimo za primjer da je RH u 12.00 - 50%, u 13.00 - 60%, u 14.00 - 70%, u 15.00 - 60%, u 16.00 - 50%, u 17.00 - 40%, u 18.00 - 30%, u 19.00 - 40% u 20.00 - 50%. To bi značilo da je u tih 8 sati RH oscilirala od 70% do 30%, a da su sva tri mjerna očitavanja ista – 50%, tj. da *logger* nije izmjerio ni zabilježio nikakvu oscilaciju. Naravno, riječ je o teorijskoj, idealnoj shemi zablude *data logger* kakva se u praksi u ovakvom primjeru može dogoditi iznimno rijetko, ali treba uvažiti i takvu mogućnost pri raspravi o mjerenjima.

Drugi je kompromis u činjenici izrade mjesečnih grafičkih prikaza mjernih očitavanja. Naime, dnevne karte daju najbolji prikaz svih oscilacija, ali je vrlo nepregledno steći ikakav dojam pregledavanjem 365 karata za jednu godinu. I tjedne karte su dosta nepregledne kad treba prikazati godišnji ili višegodišnji prikaz mjernih rezultata. S druge strane, godišnje karte apstrahiraju previše mjernih rezultata. Ako se u godišnjoj karti mjesec dana treba zbiti na približno 1,5 cm širine grafa na uspravno (portretno) postavljenom listu A4 papira, onda se može dogoditi da se naizmjenične vrijednosti primjerice 90%, 30%, 90%, 30%, 90%, 30% prikažu kao jedna vrijednost 60%. Riječ je o apstrahiranju mjernih rezultata kako bi se mjerna očitavanja moglo prikazati na fizički uskom prostoru. Zato se uzima da je prikaz mjesečnih karata kompromisno rješenje između vjerodostojnosti prikaza zabilježenih vrijednosti i znanstvene informativnosti prikazivanja očitavanja. Mjesečne karte uistinu daju najprimjereniji odnos vjerodostojnosti i “apstrahiranosti” mjernih rezultata, te preglednosti duljega razdoblja, ali zbog navedenih razloga treba uvažiti i njihovu nesavršenost.

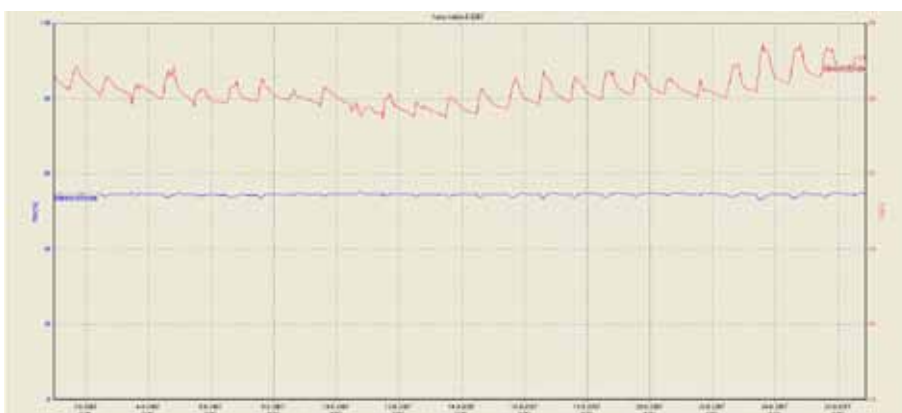
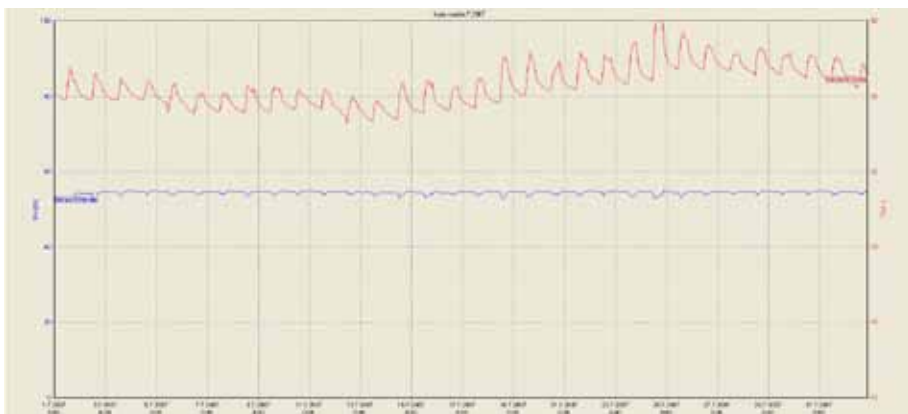
Imajući u vidu navedene informacije, pristupilo se izradi karata mjesečnih mjerenja RH i temperature u muzeju Dominikanskog samostana u Dubrovniku, u drugoj prostoriji gdje su izložena djela slikara dubrovačke slikarske škole, i mjernih očitavanja u mikroklimatskoj komori u kojoj se čuva slika Frana Matijina, *Mučenje sv. Vinka* (Slike 5-27).

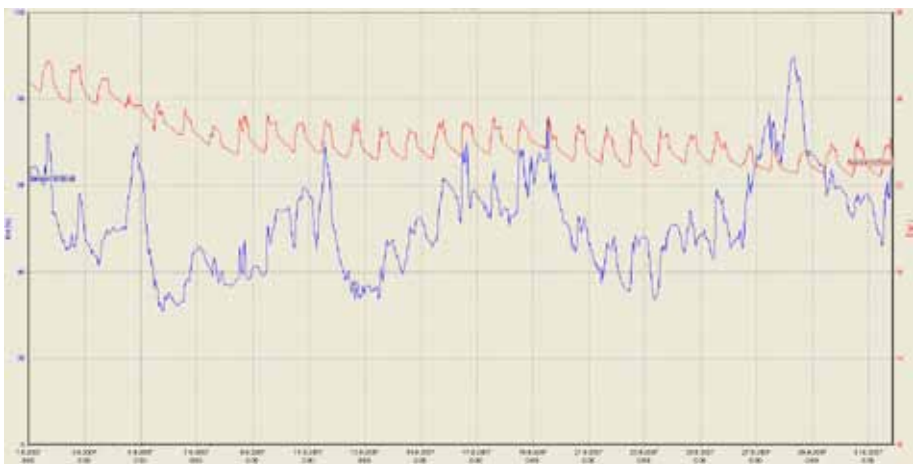
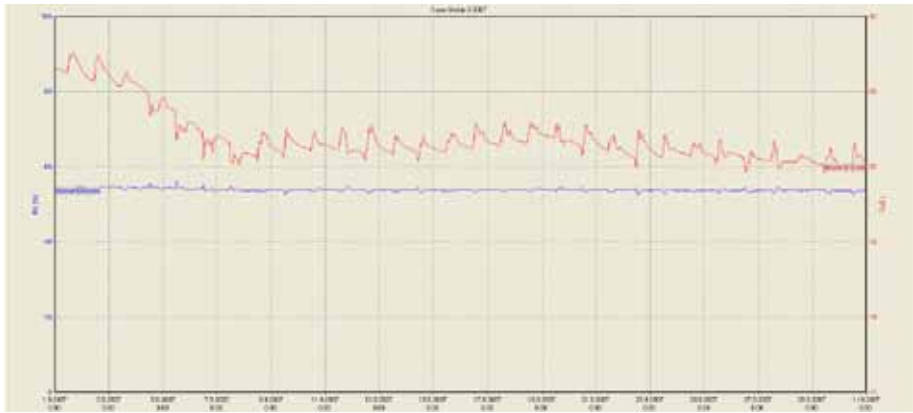
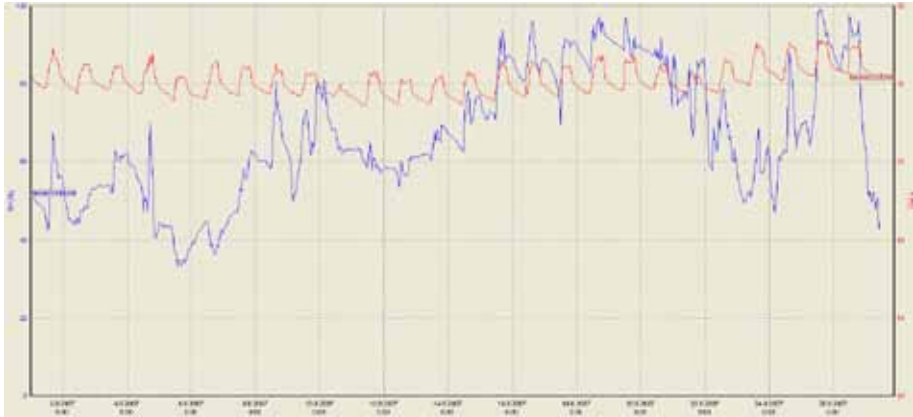
D. VOKIĆ: "INTRIGANTNA" OČITANJA UVJETA U MIKROKLIMATSKOJ KOMORI ...



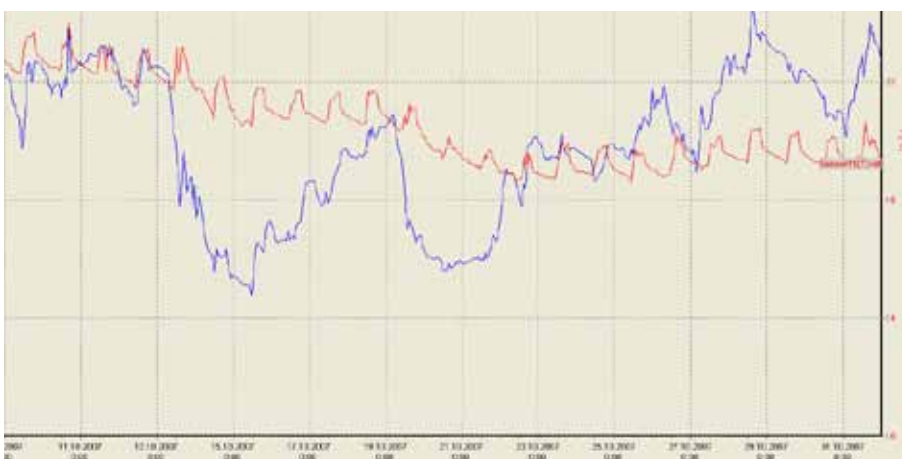


D. VOKIĆ: "INTRIGANTNA" OČITANJA UVJETA U MIKROKLIMATSKOJ KOMORI ...





D. VOKIĆ: "INTRIGANTNA" OČITANJA UVJETA U MIKROKLIMATSKOJ KOMORI ...





Slika 5.-20. Mjerna očitavanja u komori i u prostoru muzeja od travnja do studenog 2007.

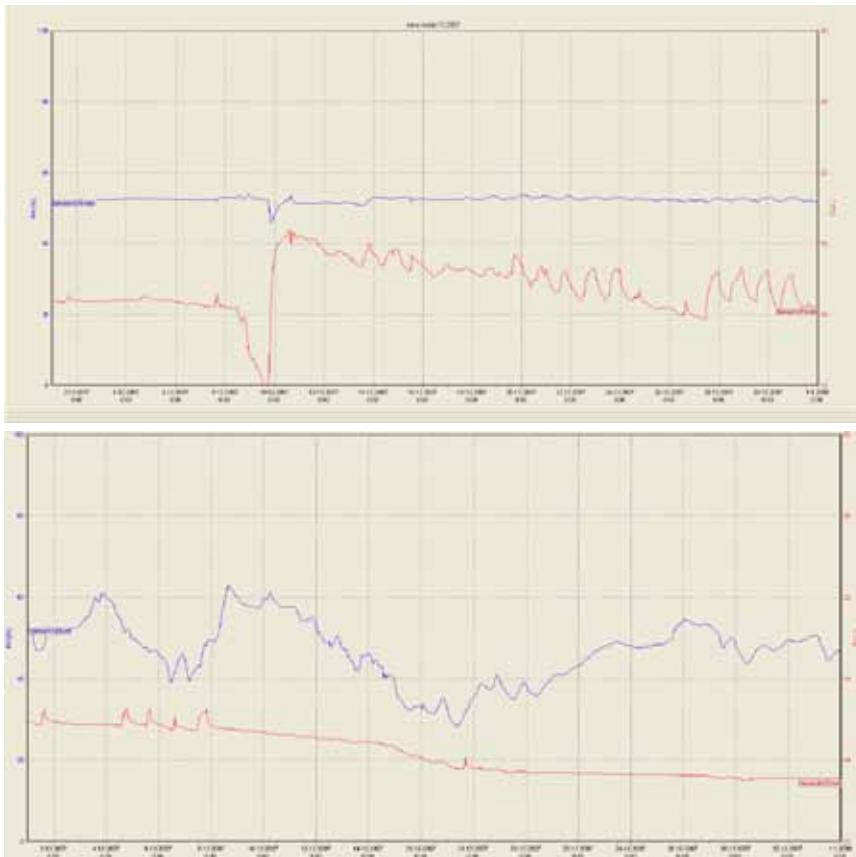
Mjerna očitavanja su prikazana u softverskom prikazu Telehum Euromix *data loggera*. Lijevo je skala u plavoj boji koja odozdo prema gore broji: 0, 20, 40, 60, 80 i 100. Oznaka s lijeve strane “RH (%)”, također u plavoj boji ukazuje da se radi o skali relativne vlažnosti zraka. S desne strane je skala u crvenoj boji koja odozdo prema gore broji: 10, 14, 18, 22, 26 i 30. Oznaka s desne strane “T(°C)”, također u crvenoj boji, ukazuje da se radi o skali temperature zraka. Donja, vodoravna os obilježava dane u mjesecu. Uspravne isprekidane linije označavaju 0.00 sati svaki drugi dan tj. 2., 4., 6., 8... dan svakog mjeseca.

Slike 5.-20. prikazuju sliku mirnog stanja u mikroklimatskoj komori i snažnih oscilacija izvan komore, počevši od travnja 2007. do studenog 2007. Prvo je prikazana slika mjernih očitavanja u komori, zatim slika mjernih očitavanja u prostoru izvan komore za isti mjesec. Odmah upada u oči da je crvena krivulja koja označava temperaturne oscilacije istovjetna u grafu mjernih očitavanja u komori i izvan komore. To znači da komora ni na koji način ne stabilizira temperaturne oscilacije. Kako temperatura oscilira izvan komore, isto se prenosi i unutar komore. Neznatne razlike je moguće pronaći, a rezultat su specifičnih termodinamičkih svojstava materijala komore i materijala u komori kojima treba nešto vremena da poprime temperaturu okoline.

Drugo što upada u oči je prilično mirna, vodoravna plava crta na grafu koji prikazuje mjerna očitavanja u komori, nasuprot vrlo nemirnim plavim kri-

vuljama mjernih očitavanja u prostoru. Riječ je o RH zraka. Ova očitavanja dokazuju fantastično svojstvo konkretne mikroklimatske komore da oscilaciju RH vanjskog zraka veću od 70 posto u potpunosti amortizira unutar fantastičnih granica +3%. Može se uočiti da se *silika gel* postupno aklimatizira i da komora duljim stajanjem u miru sve stabilnije i stabilnije puferira RH zraka.

Zašto je došlo do odstupanja od prikazanog trenda?

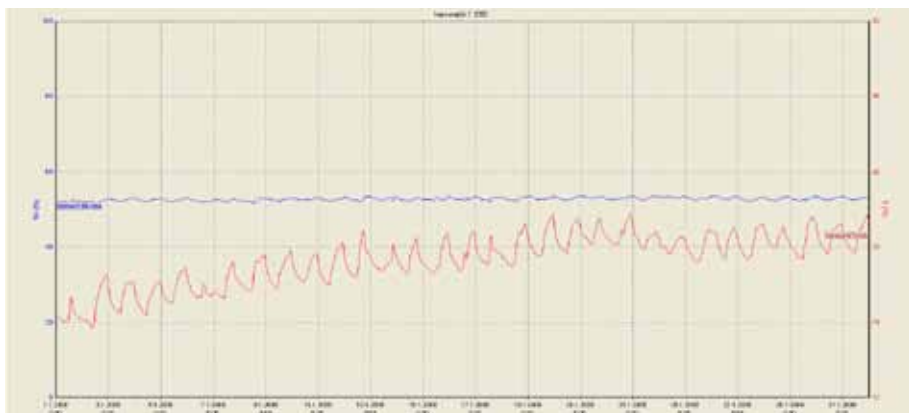


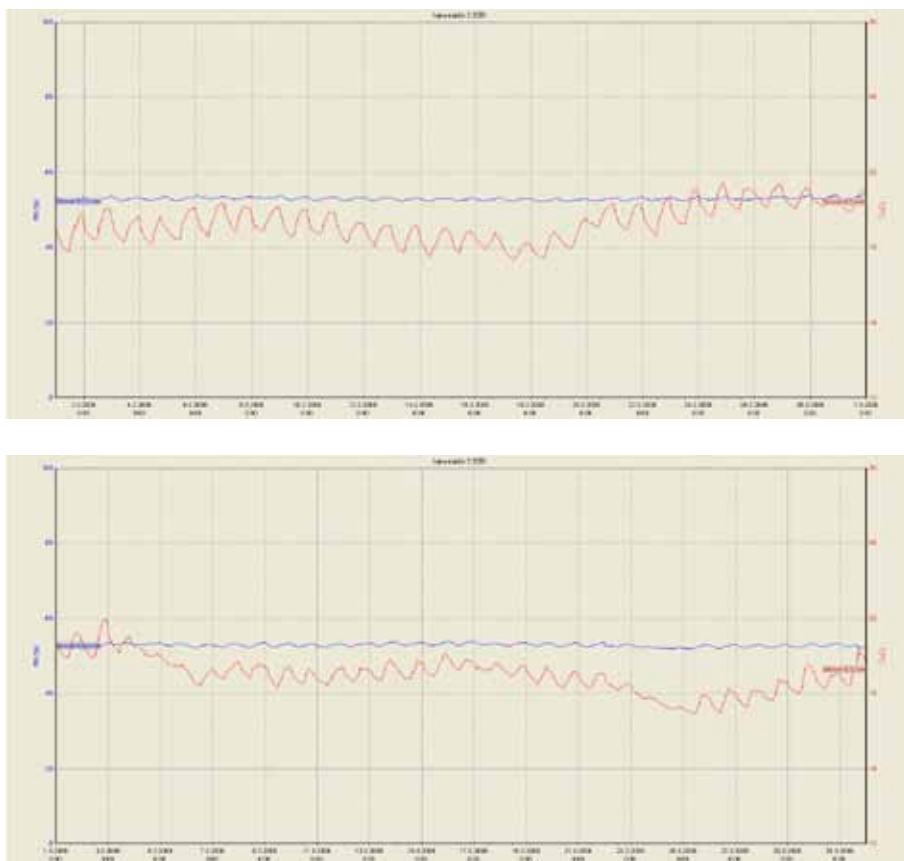
Slika 21. i 22. Mjerna očitavanja u komori i u prostoru muzeja u prosincu 2007.

Slika 21 prikazuje mjerna očitavanja u komori, a Slika 22 prikazuje mjerna očitavanja izvan komore. Treba uočiti da je temperatura od 1. 12. do 9. 12. na oba grafa ista, da je RH u komori iznimno stabilna, a da RH u prostoru jako oscilira. A onda se 9. 12. počelo događati nešto čudno. Temperatura u komori

i izvan komore više nije ista. Temperatura naglo pada ispod vrijednosti od 10°C. Ta je granica namjerno postavljena u postavkama *data loggera* zato što se nikad nije dogodilo (od kad se mjeri RH i temperatura) da je temperatura u muzeju Dominikanskog samostana bila niža od 11°C, kao što nije ni bila viša od 29°C. Ipak, 9. 12. 2007. u roku od nekoliko sati temperatura je u komori naglo pala, što bi bila daleko, daleko najveća i daleko, daleko najbrža oscilacija temperature u prostoru muzeja od kad se mjeri. Za to vrijeme je *silika gel* savršeno odradio svoj posao i u komori se nije dogodila oscilacija RH koja bi bila veća od +3%. Onda se, opet 11. 12. 2007. događa ogroman rast temperature u komori. Gotovo trenutno dolazi do porasta temperature na 21°C. RH zraka u komori pada za 4 posto tj. s 52 posto 11. 12. 2007. pada na 48 posto. Usprkos ostanku komore na tako naglo povišenoj temperaturi, komora u manje od 24 sata normalizira RH na raniju vrijednost i unutar granica +3% održava RH do kraja mjeseca. Na mjernim očitanjima u prostoru muzeja nema takvih oscilacija temperature. Što se događa?

Mjerna očitavanja u siječnju 2008. potpuno su različita za vrijednosti u komori i one u prostoru muzeja Dominikanskog samostana. U veljači također. Treba primijetiti kako su vrijednosti RH u komori sve mirnije što je više vremena prošlo od velikoga temperaturnog “šoka”. Isto je i u ožujku. Vrijednosti temperature zabilježene u komori i u prostoru muzeja Dominikanskog samostana ni približno se ne podudaraju. A onda se 7. travnja 2008. opet događa ogromna oscilacija temperature u komori. Temperatura strmoglavno pada na 12°C, pa se isto tako strmoglavno penje na 22°C nakon čega odmah pada na 16°C. Zanimljivo, od 9. 4. 2008. nadalje, opet su istovjetne izmjerene vrijednosti temperature u komori i u prostoru muzeja.

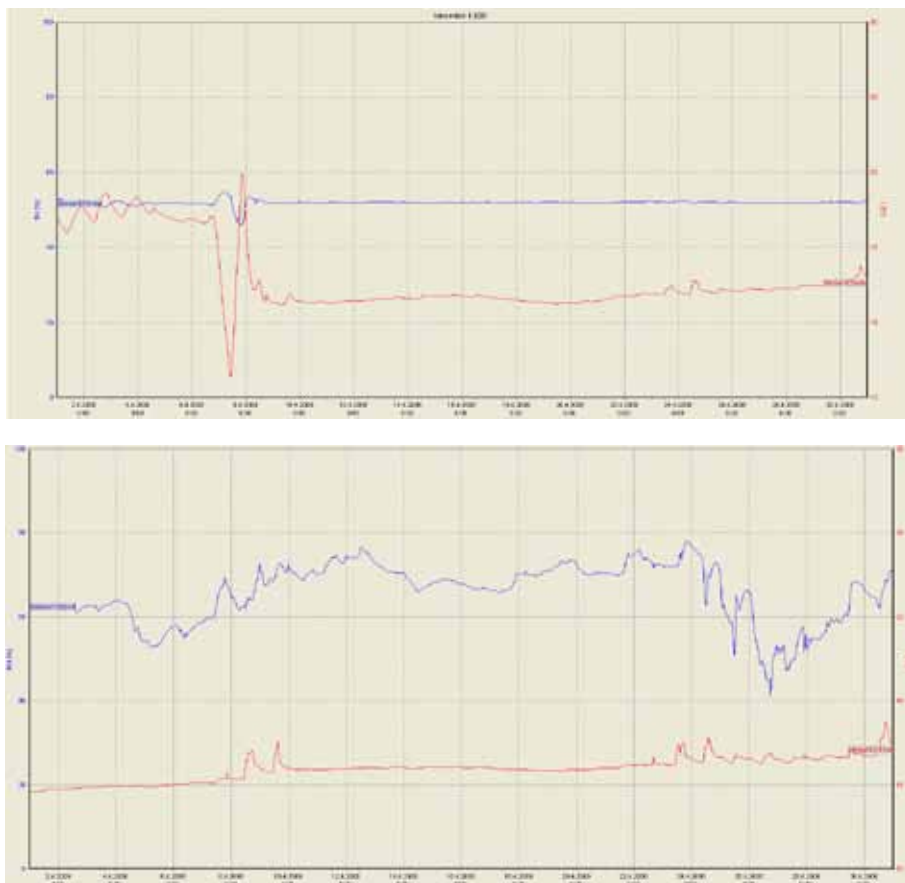




Slika 23.-25. Mjerna očitavanja u komori dok je bila izvan prostora muzeja Dominikanskog samostana

Misterij je prilično prizeman i nimalo nije povezan s nekim neobjašnjivim silama. Dana 9. 12. 2007. mikroklimatska komora je zajedno sa slikom skinuta sa zida i odnesena u Zagreb na izložbu u jedan naš poznati galerijski centar. Vraćena je 8. 4. 2008.

Sad kad se zna kakvim je temperaturnim šokovima u kratkom razdoblju bila izložena mikroklimatska komora sa slikom *Mučenja sv. Vinka*, može se lako izračunati kakve su šokove pretrpjele one umjetnine koje nisu imale sreću biti zaštićene mikroklimatskom komorom.



Slika 26. i 27. Komora vraćena u prostor muzeja
Dominikanskog samostana u Dubrovniku

Na temelju zabilježene temperature i RH u prostoru u kojem je izvedeno pakiranje umjetnine, onda je lako iz psihrometrijskog grafikona ili iz odgovarajuće tablice² očitati kolika je apsolutna vlažnost zraka bila u prostoru, tj. kolika je apsolutna vlažnost zraka zapakirana s umjetninom. Ako je pakiranje rađeno na idealnoj sobnoj temperaturi od 20°C i na idealnoj RH zraka od 55 posto, to znači da je u paketu zarobljena apsolutna vlažnost zraka cca. 9,8 g vlage po m³. Ako u transportu temperatura padne na 9°C, zrak ne može nositi

² Primjerice, tablica na str. 19. knjige D. Vokić, Preventivno konzerviranje slika, polikromiranog drva i mješovitih zbirki, K-R centar 2007.

više vlage od 8,84 g/m³. To je 100 postotno zasićenje zraka vlagom na toj temperaturi. U paketu će se kondenzirati vodena para, a padne li temperatura još niže – umjetnine u paketu mogu se namočiti te se mogu aktivirati plijesni, gljivice, pa i bakterije. Uključi li netko grijanje u kombiju ili pod utjecajem sunca poraste temperatura u kombiju iznad 27°C, ista apsolutna vlažnost u paketu od 9,8 g/m³ će rezultirati presuhim uvjetima jer će RH na toj temperaturi iznositi manje od 40 posto, a to će rezultirati pucanjem, krivljenjem, ljuštenjem i povećanom krhkošću umjetnine.

Zaključak

Transport umjetnina osjetljivih na oscilacije RH zraka je riskantan poduhvat koji neminovno izlaže umjetninu temperaturnom i vibracijskom stresu i mogućim posljedičnim oštećenjima. Uzmemo li da se slike na drvu smatra konzerviranima samo kad se čuvaju na RH zraka unutar 45-65 posto uz maksimalne dnevne, tjedne i mjesečne oscilacije +3 posto unutar spomenutog raspona RH vrijednosti, onda treba znati da sve značajnije promjene temperature rezultiraju promjenama RH zraka pod uvjetom da je apsolutna vlažnost ostala nepromijenjena, a u paketima u kojima nema obilja higroskopskih pufer materijala u neposrednom dodiru s umjetninom – apsolutna vlažnost je uglavnom nepromijenjena. Mjerenja RH i temperature u komori sa slikom *Mučenje sv. Vinka* pokazuju da je komora savršeno amortizirala ogroman mikroklimatski šok koji je ta slika doživjela u transportu do Zagreba i nazad. To pokazuje da se bez prevelike bojazni od mikroklimatskih oštećenja na dulji transport može slati samo one slike na drvu koje su zaštićene mikroklimatskim komorama. U svim ostalim slučajevima, eksploatacija baštine na raznim revijalnim izložbama značit će veće ili manje štete, a nakon dovoljnog broja ciklusa može značiti i gubitak značenja ili čak i fizičkog postojanja “dovoljne količine” izvornog materijala baštine.

LITERATURA

Shiner, Jerry. Trends in microclimate control of museum display cases. // Museum microclimates. Contributions to the conference in Copenhagen 19-23 November 2007 / ed. Tim Padfield and Karen Borchersen. The National Museum of Denmark, str. 267-275. [citirano: 2014-11-14]. Dostupno na: http://natmus.dk/fileadmin/user_upload/natmus/bevaringsafdelingen/billeder/far/Museum_Microclimate/Proceedings/mu-smic150.pdf

Vokić, Denis. Preventivno konzerviranje slika, polikromiranog drva i mješovitih zbirki. K-R centar 2007.