

**MIŠLJENJE O POBOLJŠANJU UVJETA ČUVANJA MUZEJSKE ZBIRKE
DOMINIKANSKOG SAMOSTANA U DUBROVNIKU**

Denis Vokić

U Zagrebu, 2002.

Sadržaj:

1. Opća teorijska ravan

- 1.1. *Kategorije predmeta u zbirkama s obzirom na njihovu osjetljivost na vlagu*
- 1.2. *Kategorije prostora s obzirom na mogućnost osiguranja odgovarajuće i stabilne vlažnosti*
- 1.3. *Kategorije predmeta u zbirkama s obzirom na njihovu osjetljivost na svjetlost i srodna zračenja*

2. Muzej dominikanskog samostana u Dubrovniku

- 2.1. *Predmeti u muzeju*
- 2.1. *Prostor muzeja*

3. Prijedlozi za poboljšanje uvjeta čuvanja predmeta u zbirci Dominikanskog samostana

- 3.1. *Uspostaviti monitoring mikroklimatskih uvjeta u muzeju*
- 3.2. *Unutar odgovarajuće prostorije osigurati povoljan smještaj predmeta*
- 3.3. *Pomoću paravana odmaknuti slike i vitrine od vanjskih zidova ili od zidova koji se vlaže*
- 3.4. *Koristiti se higroskopskim pufer materijalima u svrhu stabiliziranja vlage*
- 3.5. *Primjeren način stabiliziranja vlage slika na drvu u prostoru Muzeja dominikanskog samostana*
- 3.6. *Vitrine i rasvjeta*
- 3.7. *Smanjiti direktna zračenja*
- 3.8. *Zasjeniti izvore svjetlosti u vidokrugu gledatelja*
- 3.9. *Slikama uokvirenim "pod staklo" osigurati konzervatorsko uokvirivanje*
- 3.10. *Vrste stakala i zaštita slika*

1. Opća teorijska ravan

1.1. Kategorije predmeta u zbirka s obzirom na njihovu osjetljivost na vlagu

1.A. Predmeti koji se moraju čuvati na normalnoj RV zraka (45-65 %), ali podnose oscilacije RV unutar 45-65 posto.

Keramika, stabilno staklo, zlato, srebro, nebojani kamen . . .

1.B. Predmeti koji se moraju čuvati na normalnoj RV (45-65 %), ali su im potrebni stabilni uvjeti (RV \pm 7 % dnevno; \pm 7 % tjedno; \pm 7 % mjesečno).

Kost, rog, slonovača, nauljene puške i oružje, predmeti od kože, drvo, papir (umjetnička djela i dokumenti), tekstil i kostimi, namještaj, slike na platnu zaštićene poledinskim kartonom ili impregnirane voskom, ali i većina ostalih slika na platnu. . .

1.C. Predmeti koji se moraju čuvati na normalnoj RV (45-65 %), ali su im potrebni strogo stabilni uvjeti (RV \pm 3 % dnevno; \pm 3 % tjedno; \pm 3 % mjesečno).

Neke slike na platnu, iluminirani manuskripti, polikromirana drvena skulptura, pozlaćeni namještaj, intarzije, drveni glazbeni instrumenti, slike na drvu. . .

2. Predmeti koji se moraju čuvati u suhim uvjetima (RV 15-40 %).

Bronca, željezo i čelik, mumije, kostimi s metalnim kopčama, nestabilno (antičko) staklo, nestabilno olovo . . .

X. Izvan ovih kategorija s obzirom na vlagu jesu predmeti koji se moraju čuvati u hladnom (čuvaju se na stabilnoj temperaturi -20 °C ili nižoj, zatvoreni u vakumiranim posudama ili u vrećicama koje ih štite od kondenzacije koja nastaje kad se predmet izvadi iz hladnjaka. Vrećica mora biti zatvorena, a zrak koliko god je moguće isisan, čime se minimaliziraju nepovoljni utjecaji vlage zarobljene u vrećicu. Ako se koriste vakumirane posude, potrebno je u posudu staviti i dovoljnu masu silica gela kondicioniranog za upijanje vlage (isušivanje). Silica gel kondicioniran za isušivanje spriječit će opasan rast RV u razrijeđenom zraku, osobito pri tranziciji temperature između sobne temperature i temperature smrzavanja.

Životinjske kože i krzna, pergament, preparirane ptice i sisavci, foto-materijal i video-materijal.

1.2. Kategorije prostora s obzirom na mogućnost osiguranja odgovarajuće i stabilne vlažnosti

Opteretiti prostoriju ili zgradu nasilnim sistemom stabiliziranja mikroklima koji ne odgovara kategoriji prostorije ili zgrade najčešće je kontraproduktivno, jer može izazivati velike ili nagle oscilacije mikroklimatskih uvjeta prilikom svake promjene vanjskih uvjeta, svakim isključenjem uređaja, kvarom, ili svakom greškom operatora koji bi morao neprestano kontrolirati i regulirati uvjete u skladu sa svim promjenama registriranim na precizno baždarenim mjernim uređajima. Također, izaziva se naprezanje i moguće oštećenje zidova prostorije, ako prostor građevinski nije u stanju podnositi takva naprezanja.

1. **Nadstrešnice** - nikakvo reguliranje uvjeta nije moguće.
2. **Podrumi** - nepogodan prostor za čuvanje predmeta osjetljivih na vlagu. Osim često dokazanih sklonosti plavljenju, podrumi mogu imati nepovoljnu vlagu iz dva razloga: zbog kapilarne vlage iz tla; i ljeti, zbog toplog i vlažnog zraka koji ulazi u podrum, gdje se hladi = raste mu RV, tako da su, neovisno o hidroizolaciji, visoke vrijednosti RV i pljesnivost u podrumima ljeti uobičajena pojava.
3. **Barake i samostojeće garaže, potkrovlja** - vrlo ograničene mogućnosti reguliranja uvjeta (može se primijeniti ventiliranje izbacivanjem zraka van da bi se smanjila toplina i akumuliranje vlage u ljetnim mjesecima, tj. prevelika oscilacija uvjeta između dana i noći).
4. **Prostori s tankim, neizoliranim zidovima i s prozorima s jednostrukim staklom** - nešto viši stupanj reguliranja uvjeta je moguć, npr. zimi se može lagano malo grijati i ovlaživati zrak, a ljeti se može primijeniti ventiliranje izbacivanjem zraka van da bi se smanjila toplina i akumuliranje vlage (grijanje treba radnom osoblju i posjetiteljima – grijanje šteti svim muzejskim predmetima).
5. **Prostori s debelim, višeslojnim ili žbukanim zidovima s vrlo malim prozorima s jednostrukim staklom ili prozorima koji imaju rebrenice** - te se prostore može malo, lagano grijati i ovlaživati zrak ili lagano hladiti, a može se ljeti zrak hladiti i ponovo umjetno zagrijavati u svrhu ljetnog odvlaživanja.
6. **Prostori s dobrom termoizolacijom i s dvostrukim prozorima** - te zgrade uglavnom mogu podnijeti konvencionalnu regulaciju klime ako se pravilno postupa. Mogu se umjereno grijati, hladiti, te se zrak može ovlaživati i odvlaživati. Općenito, prostorije na sjevernoj strani takvih zgrada omogućuju lakše održavanje stalnih uvjeta jer sunce tijekom dana manje utječe na temperaturu u prostoriji zagrijavanjem zidova ili krovništva. Ovisno o starosti, kvaliteti zgrade, klimatskim osobina lokaliteta, unutarnjem rasporedu i veličini prostorija... može biti lakše ili teže održavati željene uvjete.
7. **Prostorije koje su s dva zida odvojene od vanjskih utjecaja**. Takve se prostorije obično koristi za čuvanje najvrednijih ili najosjetljivijih predmeta ili kao trezore. To su sobe u unutrašnjosti zgrade koje nemaju prozore i kojima nijedan zid (uključujući pod i strop) nije vanjski, a u svim prostorijama koje se nalaze

okolo mogu se, koliko toliko, održavati odgovarajući uvjeti. U takvim se prostorijama uz minimalan napor može precizno održavati odgovarajuću vlažnost zraka, bez bojazni da će visoke vrijednosti RV uzrokovati kondenzaciju vodene pare u hladnim porama vanjskih zidova.

8. Za najosjetljivije predmete **može se u takve prostorije (kategorije 6 ili 7) postaviti zatvorena vitrina u kojoj se uvjeti mogu dodatno stabilizirati higroskopskim puferom.** Zatvorena – stručno konstruirana vitrina s obiljem higroskopskog pufera, može znatno pomoći u stabiliziranju uvjeta oko umjetnine i općenito znatno poboljšati kvalitetu čuvanja u svim prostorijama iz kategorije 4, 5, 6 i naravno 7.

1.3. Kategoriziranje predmeta u zbirkama s obzirom na njihovu osjetljivost na svjetlost i srodna zračenja

Mrak je jedina idealna zaštita od fotokemijskih promjena muzejskih predmeta. S obzirom da je svjetlost neophodna da bi se predmeti mogli vidjeti, treba naći kompromis između zaštite predmeta (mrak) i zahtjeva gledatelja (svjetlost). Svaka svjetlost, slaba ili jaka, izaziva fotokemijske promjene, razlika je samo u njihovu intenzitetu. Treba znati da ekspozicija od 10 sati na 100 lux izaziva isti stupanj promjena kao 1 sat na 1000 lux ili 5 sati na 200 lux itd. Budući da stupanj promjena (= oštećenja) ovisi o intenzitetu svjetlosti i trajanju ekspozicije – kompromisom se smatraju sljedeće godišnje kumulativne izloženosti muzejskih predmeta svjetlosnom zračenju (jačina svjetlosti × vrijeme izloženosti):

1. najosjetljiviji predmeti trebali bi primiti manje od 100 000 lux sati godišnje. Najjače osvjetljenje 50 -100 lux. U ovu kategoriju ulaze svi predmeti bojani bojalima (tekstil), papir (crteži, grafike, naročito akvareli i gvaševi, dokumenti, knjige), tanko slikane slike na platnu, perje, fotografije u boji, filmovi... (dok nema gledatelja obvezno zaštititi od ikakve svjetlosti).
2. Srednje osjetljivi predmeti trebali bi primiti manje od 200 000 lux sati godišnje. Najjače osvjetljenje 100-200 lux. U ovu kategoriju spadaju uljene i tempera slike, polikromirane skulpture, drvo, namještaj, kosti (rog, slonovača...), koža, crno-bijele fotografije...
3. Relativno neosjetljivi predmeti trebali bi primiti manje od 450 000 lux sati godišnje. Može ih se osvjetliti sa 200 lux i više. U tu kategoriju ulaze kamen, drago kamenje, keramika, staklo, metal i predmeti kojima površinska boja nije važna...

1. Muzej dominikanskog samostana u Dubrovniku

2.1. Predmeti u muzeju

Muzej čuva izuzetno vrijedne slike na drvu velikog formata. Baštinici zapažaju da se na tim slikama kontinuirano pojavljuju podbuhline i da se ljušti boja, čak i neposredno nakon restauratorskih zahvata. Također, muzej čuva slike na platnu, bojani tekstil (ruho), predmete od metala i kostiju (moćnici), dokumente i knjige, uključujući iluminirane manuskripte, pozlaćenu drvenu skulpturu i sl.



Sl. 1,2,3. Slike su obješene ili postavljene uz zidove bez ikakve zaštite od dodira posjetitelja, bez fizičke zaštite od napada huligana i bez ikakvog mikroklimatskog pufera. Nakit, moćnici, ruho, knjige i dokumenti izloženi su u vitrinama od kojih većina ima izvor svjetlosti unutar vitrine. Vitrine su izrađene od iverice i prislonjene uz zidove.



Sl. 4,5,6. Sofisticirani posjetitelji smatrat će neprimjerenom metodu izlaganja dokumenata bušenjem i zakucavanjem čavlicima, isto kao i podvrgavanje papira ubrzanom fotokemijskom starenju uz pomoć izvora svjetlosti unutar vitrine - u neposrednoj blizini papira. Također, neprimjerenom je korištenje fluorescentne rasvjete bez korištenja UV- filtara...



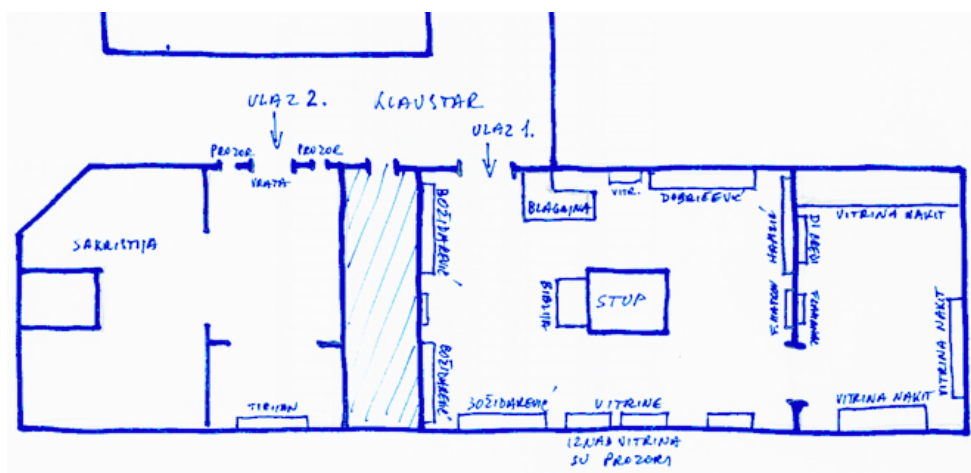
Sl. 7,8,9. Diptih slikan na drvenom nosiocu jedini je higroskopni materijal na zidu. Ovisno o oscilacijama relativne vlage zraka, slika prima i otpušta vlagu (širi se i stiska se), puferirajući tako sama, donekle, oscilacije vlage u zraku. Rezultat gibanja drvenog nosioca jesu podbuhline i ljuštenje bojanog sloja, jer bojani sloj ni na kojoj staroj slici nije toliko elastičan da bi mogao pratiti velika ili nagla dimenzionalna gibanja drvenog nosioca. Isto se događa i s pozlaćenim drvom.



Sl. 10, 11, 12, 13. Muzej čuva neka od najreprezentativnijih djela dubrovačke slikarske škole. Veličinom formata ističu se Dobričevićev poliptih, čak tri Božidarevičeve cjeline i Hamzićev triptih. Oštećenja se kontinuirano javljaju na nekima od tih djela, a najugroženiji je nedavno restauriran Božidarevićev triptih – smješten na samom ulazu u muzej. Dobričevićev poliptih također se ističe oštećenjima uzrokovanim drastičnim promjenama vlažnosti zraka.

2.2. Prostor muzeja

Prostor muzeja trebalo bi smjestiti približno u kategoriju četvrtu kategorizacije prostora s obzirom na mogućnost osiguranja odgovarajuće i stabilne vlažnosti. Kategorija četiri je relativno loš prostor za čuvanje i izlaganje predmeta osjetljivih na oscilacije relativne vlažnosti zraka kao što su slike na drvu. Od metoda stabiliziranja mikroklima u toj kategoriji prostora dolazi u obzir ventiliranje izbacivanjem zraka da bi se smanjila toplina i akumuliranje vlage u ljetnim mjesecima.



Sl. 14. Skica prostora muzeja

Budući da je ovaj prostor dodatno specifičan po tome što je zaklonjen od sunca, što je prizemlje i stara kamena građevina, očekivano je da je u ovom prostoru ljeti znatno hladnije nego vani. Zagrijan i relativno vlažan ljetni zrak ulazi u prostor muzeja gdje se hladi. S obzirom da je apsolutna vlažnost tog zraka ostala ista, hlađenjem može doći do vrlo visokih vrijednosti relativne vlažnosti zraka, jer topli zrak može nositi veću masu vlage nego hladni zrak. Provjetravanje prostora u ljetnim mjesecima od esencijalne je važnosti za onemogućavanje razvoja plijesni i gljivica koje se razvijaju ako je relativna vlaga zraka dugotrajno iznad 70 posto. Ali, provjetravanje najčešće znači i nagle oscilacije relativne vlage zraka.

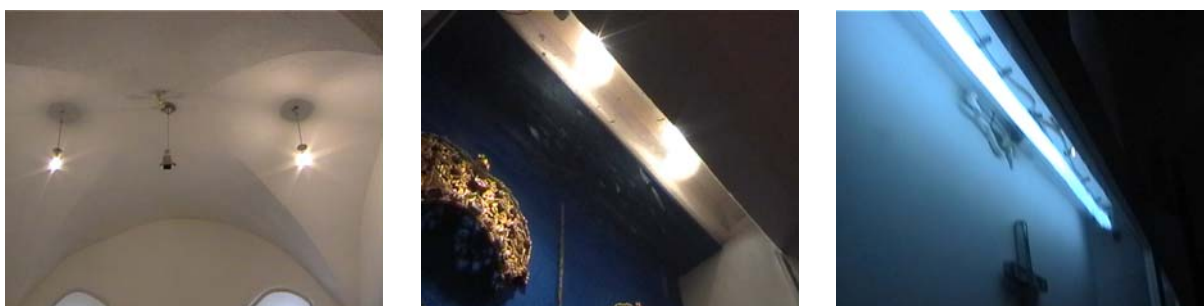
Nijedan sistem stabiliziranja ili reguliranja mikroklima ne postoji u ovom prostoru. Postavljene vitrine isključivo su u funkciji zaštite predmeta od dodira posjetitelja i nemaju puferacijsku funkciju. Vitrine su prislonjene uz zid; izrađene su od bojene iverice i u njihovom vrhu nalaze se rasvjetna tijela. Zapravo jedini higroskopski materijali u prostoru su umjetnine same.

Broj posjetitelja nije stalan u relativno malom prostoru muzeja. Muzej posjećuju uglavnom grupe turista, tako da u jednom trenutku muzej bude ispunjen prevelikom mnoštvom posjetitelja, a u drugom trenutku posve pust. Takva drastično ciklička posjećenost muzeja dodatno pridonosi oscilacijama mikroklimatskih uvjeta.

Nije vidljivo kapilarno vlaženje zidova. Pljesnivost na slici Silazak duha svetoga najvjerojatnije potječe iz doba ratnog sklanjanja slike.



Sl. 15, 16, 17. Nezasjenjeni ili nedovoljno zasjenjeni izvori svjetlosti u vidokrugu izazivaju kod gledatelja sužavanje zjenica. Da bi se uz taj efekt zasljepljenja izloženi predmeti mogli vidjeti - osvijetljeni su tako (toliko) da se mogu vidjeti. Primjerice, bojani tekstil pripada najmanje stabilnoj kategoriji predmeta osjetljivih na svjetlosna zračenja. Bojila diskoloriraju, a celulozna vlakna pucaju postajući krtija i krhkija, osobito pod utjecajem UV- zračenja. Od svih umjetnih rasvjetnih tijela, najviše UV- zračenja emitiraju fluorescentne cijevi, a stupanj oštećenja proporcionalan je primljenoj dozi zračenja (intenzitet, udaljenost, trajanje ekspozicije).



Sl. 18, 19, 20. Muzej je osvijetljen raznolikom svjetlošću. Dnevna svjetlost dopire kroz vrata i prozore na kojima su ponegdje filtri - polusjenila od bijelog platna; muzej je također osvijetljen toplim halogenim reflektorima, toplim žaruljama i hladnim fluorescentnim cijevima. Očito je da rasvjeta muzeja nije uzela u obzir ujednačenu boju (temperaturu) rasvjetnih tijela, a odatle niti ujednačen i «dobar» indeks uzvrata boje rasvjetnog tijela, što je jedan od primarnih obzira u dizajniranju rasvjete galerija slika.

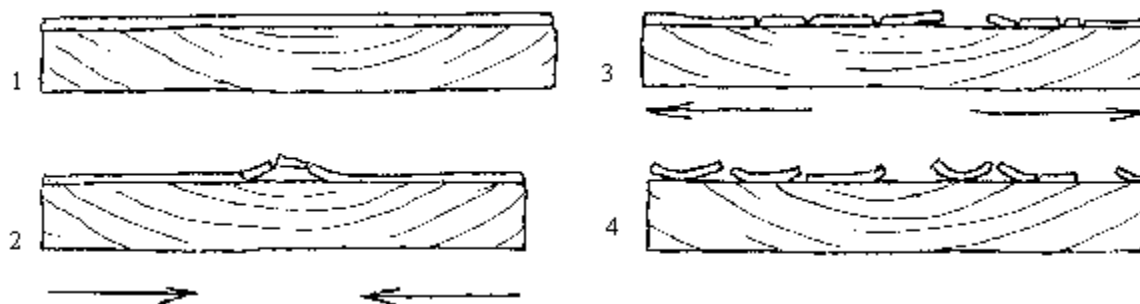
3. Prijedlozi za poboljšanje uvjeta čuvanja predmeta u zbirci Dominikanskog samostana

3.1. Uspostaviti monitoring mikroklimatskih uvjeta u muzeju

Treba postaviti u prostor muzeja mjerače vlage i temperature koji bilježe izmjerene vrijednosti i provoditi mjerenja svjetlosnih zračenja. Temeljem tih očitavanja bi se ubuduće kontinuirano moglo kvalitetno usmjeravati daljnje postupke poboljšavanja uvjeta čuvanja zbirke.

3.2. Unutar odgovarajuće prostorije osigurati povoljan smještaj predmeta

Važno je predmete osjetljive na vlagu smjestiti tako da propuh, prozor, vrata, radijatori i "topli" izvori svjetlosti - uključujući sunce nemaju izravan utjecaj na grijanje predmeta ili na nagle oscilacije vlažnosti predmeta i zraka oko predmeta. Mora se izbjeći naslanjanje higroskopskih materijala direktno na vlažne zidove ili pod.

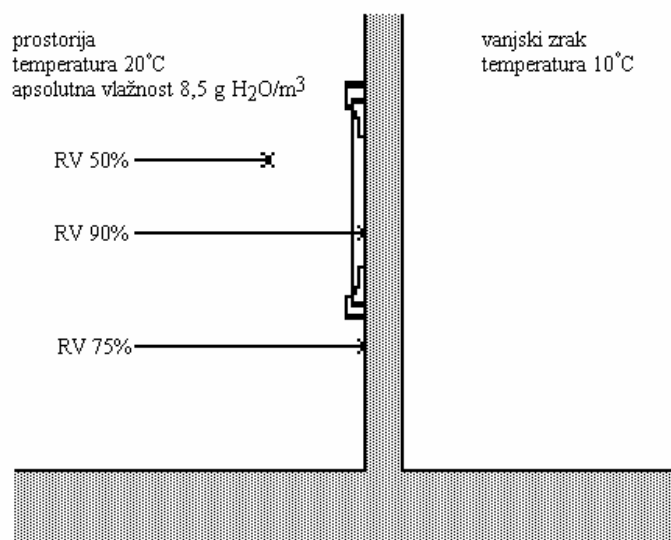


Sl. 21. Dijagram ilustrira imperativ čuvanja slika i skulptura na drvu u stabilnoj vlažnosti zraka. Padom vlažnosti drvo se skuplja i dolazi do pucanja veze između drva i osnove, jer je (ostarjela) boja nefleksibilna i relativno inertna na promjene RV. Javlja se podbuhlina bojanog sloja. Ponovnim širenjem (povišena RV) podbuhlina se može (ne mora) ispraviti, ali ne može obnoviti vezu. Kao rezultat promjena RV, a time i dimenzija higroskopsnog nosioca - rubovi krakelira će se podizati i stvarat će se ljuske, a u konačnici i lacunae.

3.3. Pomoću paravana odmaknuti slike i vitrine od vanjskih zidova ili od zidova koji se vlaže

Slike ne bi smjele biti prislonjene na vlažnim zidovima ili vanjskim zidovima na kojima se može događati visoka oscilacija RV (naročito južni zid zbog utjecaja sunca na temperaturu zida dan/noć). Ako se višom silom trenutno ne mogu premjestiti, može se omogućiti cirkuliranje zraka iza slika tako da ih se odmakne od zida. Time se sprečava da slika igra ulogu dodatne izolacije na zidu i da se tako oštećuje. U tu se svrhu koriste samostojeći paravani ili paravani koji su pomoću distancera pričvršćeni za zid. Slika se s obveznom poledinskom zaštitom vješa na paravan koji je odmaknut od zida tako da je omogućena što veća cirkulacija zraka iza paravana.

Jednako kao ni slike, ni vitrine ne bi smjele biti dodatna izolacija na zidu.



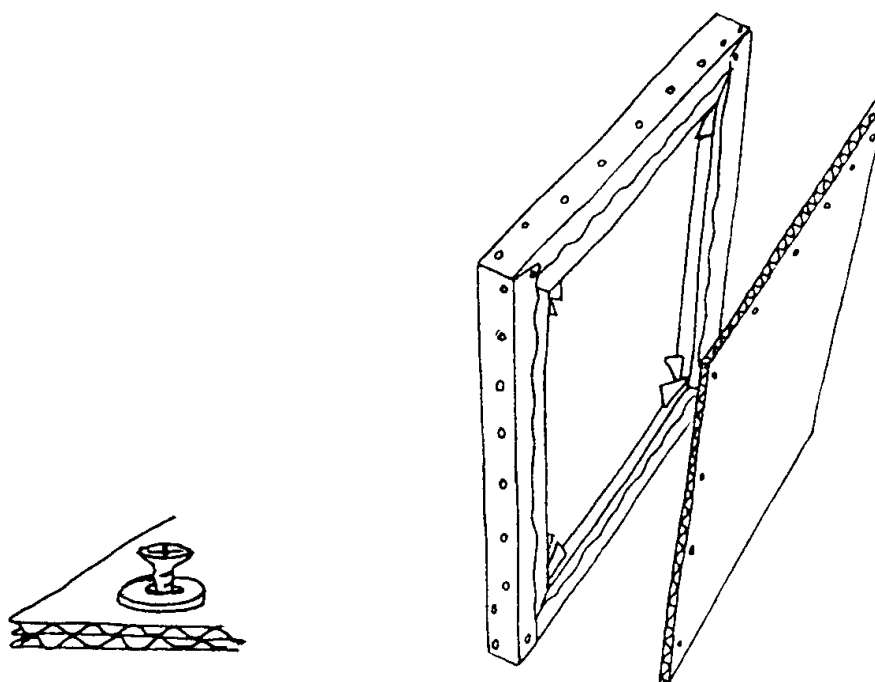
Sl. 22. Presjek slike na platnu i zida u situaciji gdje je temperatura prostorije viša od temperature vanjskog zraka. Relativna vlažnost zraka znatno je viša u neposrednoj blizini hladnog vanjskog zida. To je zato što hladniji zrak može držati manje vlage nego topliji (blizu hladnog zida temperatura zraka je niža, a apsolutna vlažnost zraka je ista). Slika na ovom mjestu djeluje kao dodatna izolacija na zidu i vrlo je moguće da je temperatura zraka iza slike puno niža nego u prostoriji. Može se očekivati da se događaju strukturalna oštećenja, a u ekstremnim slučajevima mogu se na poledini slike razviti plijesan i druge vrste gljivica. Također nepovoljne situacije za čuvanje slike direktno prislonjene na vanjski zid jesu kad je vanjski zrak topao - a unutrašnjost prostorije hladna ili kad sunce izvana zagrijava zid. U tim slučajevima, zbog zagrijavanja vanjskog zida, vlaga zraka iza slike može biti znatno niža od vlage zraka ispred slike u prostoru muzeja - što može rezultirati podbuhlinama i ljuštenjem bojanog sloja.

3.4. Koristiti se higroskopskim pufer materijalima u svrhu stabiliziranja vlage

Relativna vlažnost u prostoriji može se regulirati odgovarajućim reguliranjem temperature (grijanje, hlađenje) i odgovarajućim reguliranjem apsolutne vlažnosti (ovlaživač, odvlaživač). Odgovarajuće korištenje higroskopskih pufer materijala treća je efikasna metoda - pomoć u osiguravanju željene, stabilne vlažnosti.

Kad RV naglo u prostoriji padne nekoliko postotaka, tada zrak "izvlači" vlagu iz higroskopskih materijala u prostoriji, jer oni teže uravnotežuju sadržaja vlage sa zrakom. Ti materijali su ne samo inventar sobe, uključujući umjetnine, već donekle i zidovi, plafon, podovi... Neki su materijali neznatno higroskopski, a neki su jače higroskopski (krpe, papiri, kartoni, nelakirano drvo... a osobito silica gel). I jednostavno, ako su takvi higroskopski materijali u dovoljnoj količini u neposrednoj blizini ili svuda unaokolo osjetljive umjetnine, preuzet će dio uloge ovlaživača/odvlaživača zraka puferirajući RV u njezinoj neposrednoj blizini - ulogu koju bi inače sama umjetnina morala podnijeti. Tako će pufer materijal umanjiti stres umjetnini.

Predmetima izloženim u vitrinama može se osigurati stabilna klima ako se u konstrukciji hermetički zatvorene vitrine koristi obilje nelakiranog drva, papira, pamučne tkanine, a osobito ako se kao pufer koristi kvalitetan silica gel. Kvalitetan silica gel puferira daleko brže i efikasnije od spomenutih materijala.

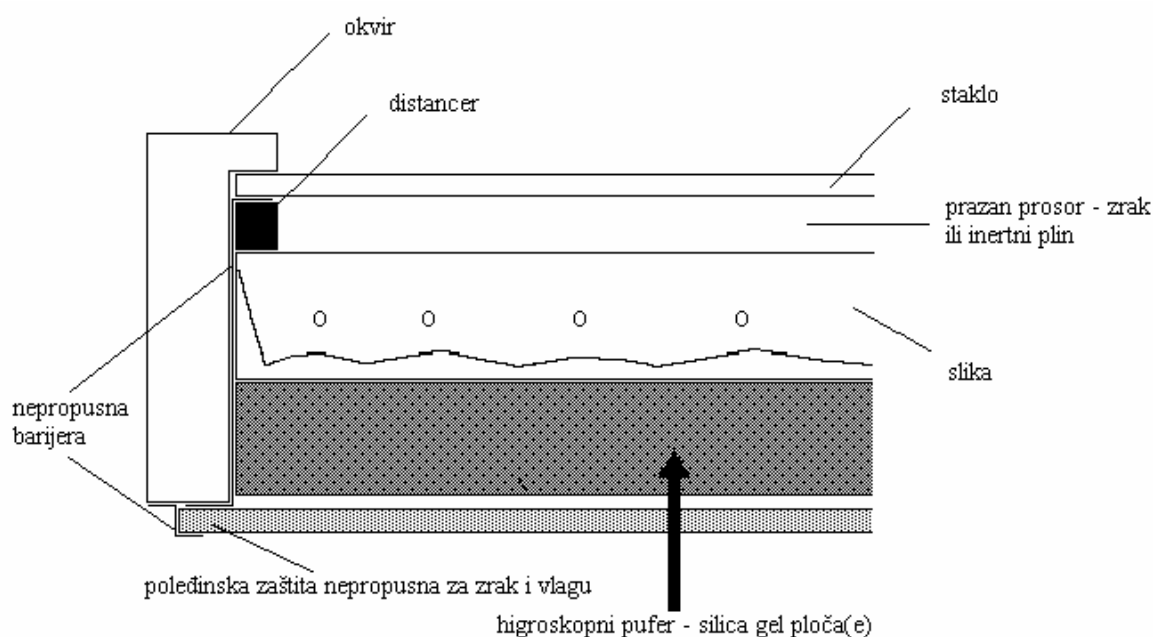


Sl. 23. Postavljanje higroskopske poledinske zaštite na poledinu slike danas se smatra osnovnim konzervatorskim postupkom zaštite.

Zapaženo je da su se mnoge slike urađene na platnu puno bolje očuvale ako su imale neki higroskopi materijal iza sebe. Osim puferiranja klimatskih oscilacija, poleđinska zaštita štiti platno od mehaničkog oštećenja i od onečišćenja koja se nakupljaju iza donje prečke slijepog okvira. Zračni jastuk koji se stvara između zaštite i platna znatno će smanjiti vibracije platna dok se slika prenosi. Poleđinska zaštita pričvršćuje se na vanjsku stranu slijepog okvira tako da ne dodiruje platno već stvara zračni jastuk između platna i sebe.

Danas se za poleđinsku zaštitu prakticira postavljanje relativno jeftinog laganog, higroskopskog, debljeg kartona. U obzir dolaze i daske, lesonit, panel-ploče i sl. Materijali koji ne "dišu" (lakirani materijali, plastika, metal, staklo i sl.) ne bi se smjeli koristiti bez dovoljne količine efikasnog higroskopskog pufera. Ako je zrak iza platna zatvoren materijalom koji ne "diše", njegova RV može vrlo opasno narasti padom temperature, što je još naglašenije ako je slika i sa lica zaštićena staklom ili pleksiglasom.

Ipak, ako u tako hermetički uokvirenu sliku inkorporiramo dovoljno higroskopskog pufera konstruirat ćemo mikroklimatsku komoru koja, ako je dobro napravljena, može slici pružiti izuzetno dobru zaštitu od oscilacija relativne vlage i temperature u prostoriji.



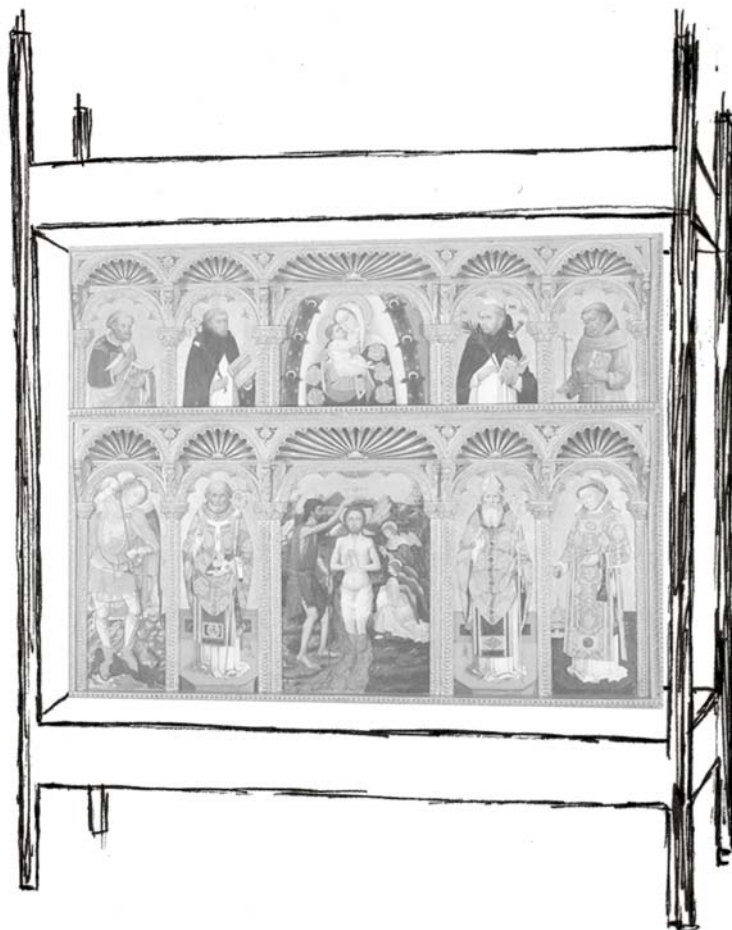
Sl. 24. Mikroklimatska komora – okvir.

3.5. Primjeren način stabiliziranja vlage slika na drvu u prostoru Muzeja dominikanskog samostana

Zbog niske kategorije prostora muzeja s obzirom na mogućnost osiguranja odgovarajuće i stabilne vlažnosti zraka nije primjereno planirati reguliranje mikroklimе ovlaživačima i odvlaživačima zraka, te grijanjem i hlađenjem zraka. Neizbježno bi se takvim pokušajem reguliranja uvjeta izazivalo još veće oscilacije mikroklimatskih uvjeta u prostoriji i građevinsko naprezanje žbuke i zidova.

Zbog niske kategorije prostora i zbog drugih specifičnosti ranije opisanih, treba računati da jedino ljetna provjetranja izazvana stalno otvorenim vratima sprečavaju akumuliranje ustajalog zraka vrlo visoke vlažnosti u muzeju; takav zrak bi omogućio razvoj plijesni i gljivica. U tom slučaju vjetrobranska vrata, koja se planiraju ugraditi, nisu dobrodošla. Ipak, u hladnijim i promjenjivim dobima godine, vjetrobranska vrata pomogla bi u smanjenju brzih nepovoljnih oscilacija klimatskih uvjeta u muzeju – ali ni u kom slučaju nisu, sama za sebe, rješenje problema.

Kako bi se stabilizirala odgovarajuća vlagu zraka za čuvanje osjetljivih slika na drvu, trebalo bi konstruirati mikroklimatske komore. Mikroklimatsku komoru treba promatrati kao prostoriju unutar prostorije muzeja. Unutar mikroklimatske komore mora biti obilje kvalitetnog i kvalitetno kondicioniranog silica gela (pufer materijal). Neovisno o oscilacijama temperature i vlage u prostoriji muzeja, obilje kvalitetnog silica gela puferirat će relativnu vlagu u komori na kondicioniranu vrijednost (obično se kondicionira na 55 posto). Uvjet je da komora bude hermetički zatvorena. U komoru se diskretno postavi precizno baždaren mjerač vlage. Mikroklimatska komora za slike može izgledati kao okvir ili kao vitrina. S obzirom na veličinu i razvedenost ugroženih slika na drvu iz zbirke Dominikanskog samostana, izrada mikroklimatskih komora u obliku vitrina izgleda jedino kvalitetno rješenje problema. U izradi vitrine može se koristiti nerefleksno staklo poput stakla Mirogard Protect. Mikroklimatska vitrina ne smije biti prislonjena uz zid; zrak mora cirkulirati svuda oko nje. Ne smije kapilarnim uzgonom vući vlagu iz tla. Dakle, vitrine trebaju biti samostojeće u prostoru. Moraju stajati na nosačima (nožicama) tako da zrak može cirkulirati između poda i vitrine. U rezervoar u bazi i u vrhu vitrine postavi se obilje silica gela. Baza i vrh trebaju imati dobro zabrtvljenu ladicu koja omogućuje jednostavnu zamjenu ili rekondicioniranje silica gela, a omogućuje i jednostavan pristup mjeraču vlage.

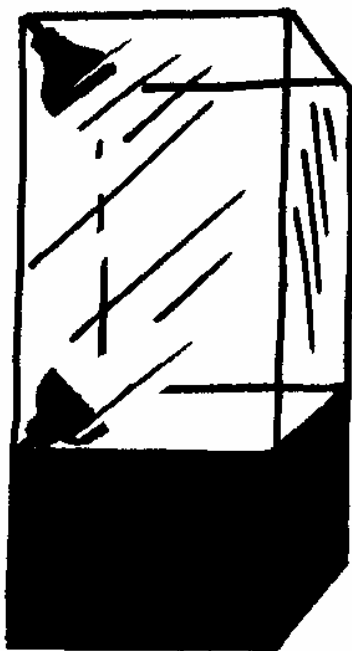


Sl. 25. Skica načelnog izgleda vitrine. Ispod i iznad slike nalaze se rezervoari ispunjeni kondicioniranim silica gelom. Rezervoar je prema vani nepropusan za zrak i vlagu (metal, sintetični materijal ili hidrofobizirano drvo), a od unutrašnjosti vitrine dijeli ga prozračna, higroskopska konstrukcija. Kondicionirani silica gel u obliku ploča može se postaviti i iza slike. Vitrina je hermetički zatvorena. U vitrini ne smije biti izvora svjetlosti. Iznad, ispod i sa stražnje strane vitrine treba cirkulirati zrak. Noge (nosači) vitrine trebali bi biti učvršćeni u podu i u stropu. Stražnja strana, pa čak ni bočne strane, ne moraju biti od stakla. Može se više slika obuhvatiti jednom velikom vitrinom koja bi u pravom smislu riječi bila prostorija u prostoriji. Takva velika vitrina za tri ili četiri velike slike pridonijela bi skladnom (ujednačenijem) izgledu muzeja kao prostorne cjeline. Vitrine se može i građevinski zidati unutar prostora muzeja, s tim da bi to zidanje trebalo biti lako reverzibilno (knauf ili sl.), a ispod, iznad i iza vitrine također treba biti prazan prostor za cirkulaciju zraka.

4.6. Vitrine i rasvjeta

Izvori svjetlosti ne smiju biti u vitrini jer izazivaju zagrijavanje zraka = dehidraciju zraka i predmeta u vitrini. Paljenje/gašenje izaziva oscilaciju temperature = oscilaciju RV. Ako se inzistira na efektu unutarnjeg osvjetljenja, svjetlost se do unutrašnjosti vitrine može transportirati optičkim vlaknima (jer ne prenose toplinu) ili izvor svjetlosti može biti izoliran od umjetnine vakumiranim staklenim oknima. U tom slučaju obično je u vrhu vitrine izvor svjetlosti, iznad njega je otvoren prostor da zrak cirkulira zbog ohlađivanja, a ispod izvora svjetlosti (prema unutrašnjosti vitrine) nalazi se višeslojno vakumirano staklo koje je toplinski izolator. Utjecaj IC-zračenja proporcionalan je s udaljenošću izvora svjetlosti od predmeta. Halogena i volframova rasvjetna tijela emitiraju obilje IC-zračenja, zato se predmeti u blizini takvih rasvjetnih tijela izuzetno jako zagrijavaju!

Ako su vitrine izrađene od kiselog drva (divlji kesten, hrast...) ili panel-ploča, iverice i slično, zagrijavanjem te drvene mase ubrzano se oslobađaju korozivna isparenja i generira termokemijske promjene materijala, osobito u uvjetima povišene vlažnosti.



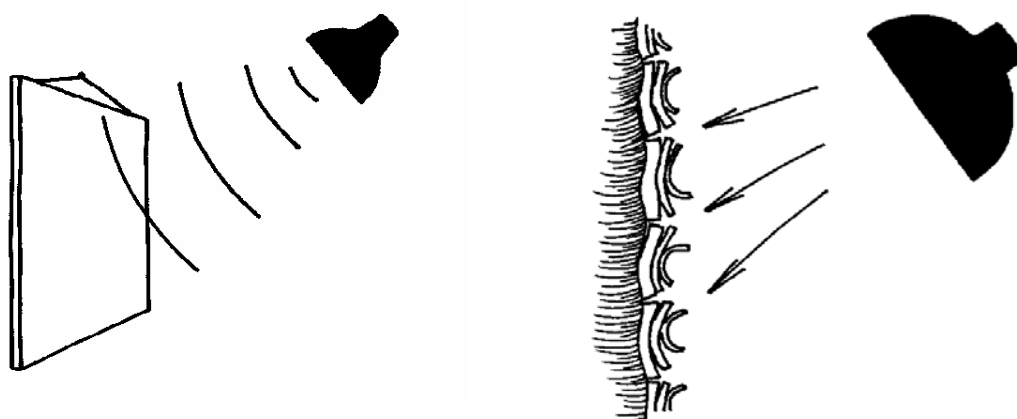
Sl. 26. Izvori svjetlosti smješteni unutar vitrine ili nedovoljno izolirani od vitrine, izravno i ubrzano destruiraju većinu materijala od kojih su izrađena umjetnička djela ili povijesni dokumenti. Materijali se destruiraju termokemijski, fotokemijski i stresnim dimenzionalnim gibanjem kojeg uzrokuju oscilacije temperature i relativne vlage zraka u vitrini izazvane paljenjem i gašenjem rasvjetnih tijela.

3.7. Smanjiti direktna zračenja

Svjetlost ne treba slikama. Svjetlost treba gledateljima da bi slike mogli vidjeti. Svjetlost šteti slikama jer je izvor energije za fotokemijske procese starenja. Za čuvanje muzejskih zbirki esencijalno je kontrolirati intenzitet i sastav svjetlosti.

UV i vidljiva svjetlost: izazivaju izbljeđivanje boja; diskoloraciju većine materijala; pucanje molekularnih lanaca platna ili papira (krhkost); fotooksidaciju laka i veziva za pigmente (krhkost)...

infracrveno zračenje: (= toplinsko zračenje) paljenje/gašenje izaziva zagrijavanje (dehidracija) ili hlađenje predmeta od površine prema unutra, što prvo rezultira krakeliranjem i ljuštenjem bojanog sloja ili laka, zatim utezanjem i opuštanjem nosioca.

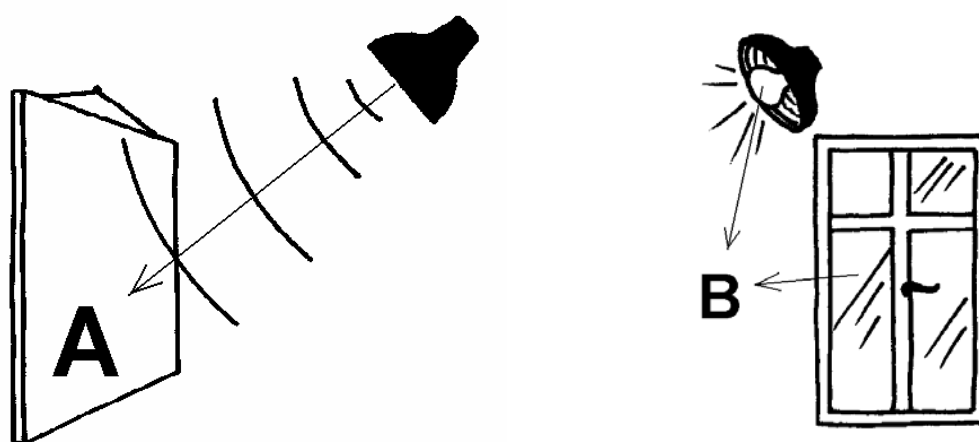


Sl. 27. Da bi se događale fizikalne i kemijske promjene materijal, potrebna je energija. Vidljiva svjetlost, ultraljubičasto zračenje (UV) i infracrveno zračenje (IC) - oblici su energije. Ta zračenja emitiraju Sunce i umjetna rasvjetna tijela.

Najčešće je dovoljno postaviti rasvjetu manje jakosti, izbjeci direktno osvjetljavanje predmeta iz blizine i zasjeniti izvor svjetlosti u vidokrugu gledatelja. Količina dnevne svjetlosti kontrolira se zastorima na prozorima ili drugim oblicima sjenila, a osjetljivi predmeti ne izlažu se u blizini nezasjenjenog prozora ili nezasjenjenih vrata. Rasvjetna tijela trebaju imati dobar indeks uzvrata boje i odgovarajuću temperaturu (boju!) svjetlosti. Najosjetljivije predmete izlaže se samo povremeno (izmjenjuju se predmeti u čuvaonici i oni na izložbi, a ako se radi o nekoj knjizi može se povremeno okrenuti list izložen svjetlosnom zračenju). Ne izlažu se originali fotografija već obilježeni faksimili. Kad nema posjetitelja, najosjetljiviji predmeti trebali bi biti zaštićeni od svjetlosti (makar pokrivanjem vitrine neprozirnom krpom). Kad je muzej zatvoren - predmeti bi trebali biti u mraku.

3.8. Zasjeniti izvore svjetlosti u vidokrugu gledatelja

Zdravo ljudsko oko razlikuje boje već pri svjetlosti od 50 lux. Uvjet je da je oko adaptirano i da ga ništa ne zasjeppljuje. Zato nije konzervatorski zadatak osvijetliti sliku jačom svjetlošću, nego adaptirati zjenice gledateljeva oka na manje svjetlosti.



A - svjetlost koja osvjetljava sliku

B - izvori svjetlosti koji zasjeppljuju gledatelja

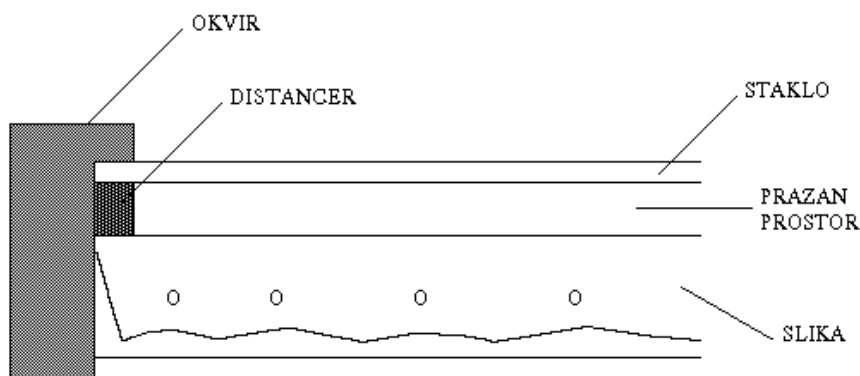
Sl. 28. Ako u vidokrug gledatelja ulazi svjetlost koja je više od dva puta svjetlija ($\times 2$ lux) nego slika koju se gleda - zjenice oka stisnut će se toliko da će slika djelovati nedovoljno osvijetljena. (Efekt se može usporediti sa zasjeppljenjem kojeg izazivaju farovi automobila koji dolazi u susret.) Rješenje je da se umjetni izvori svjetlosti pomoću sjenila uklone iz vidokruga gledatelja, ili da se svjetlost prozora priguši ili blokira (zavjesom, neutralno sivim staklom, neutralno sivom UV-folijom na staklu, rebrenicama...). Izravna sunčeva svjetlost mora se eliminirati iz muzejskih prostorija.

3.9. Paziti da slike ne budu prislone na staklo

3.9.1. Uokvirivanje slika pod staklo

Funkcija distancera (ili dubokog paspartua) jest biti separator između stakla i slike. Prazan prostor ispunjen zrakom između slike i stakla štiti sliku od zloglasne povišene vlažnosti na specifično hladnom staklu.

Za velike slike na platnu na kojima se osobito vidi kako dišu - nategnu se ili olabave ovisno o promjenama relativne vlage zraka, vrlo je važno ostaviti dovoljno prostora između platna (papira) i stakla, da kada su opuštena ne bi došla u kontakt sa staklom. Ako se slika deformira i mjestimično se nasloni na staklo, započet će ubrzan proces diskoloracije naslonjenih mjesta. Ako je ta slika urađena na kartonu ili papiru od drvenjače (npr. natronu), što je čest slučaj u ovom i kraju prošlog stoljeća - na mjestima (grbama) koja diraju staklo boja će pod utjecajem visoke relativne vlage prvo diskolorirati, a onda će se na tom mjestu otvoriti rupa u nosiocu, zbog izgaranja čiji su uzrok aciditet i nečistoća (osobito lignin) papira od drvenjače (ili poledine koja pridržava papir, tj. kartona od drvenjače, panel-ploče, drva...).

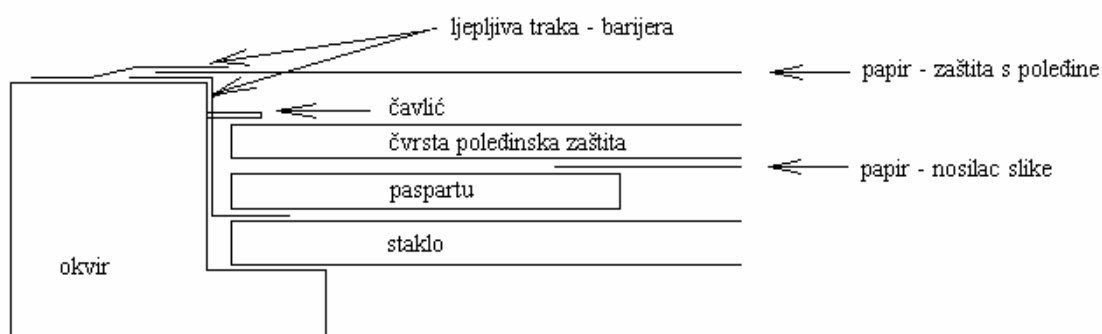


Sl. 29. Slike koje su prislone na staklo, osobito one urađene na papiru, nisu podložnije samo kemijskom propadanju od onih koje su odvojene od stakla, već i biološkom (plijesan i druge gljivice).

3.9.2. Uokvirivanje slika na papiru

Papir-nosilac slike pričvršćuje se na poledinski karton pomoću vješalica ("šarki") od beskiselinskog japan-papira ili platna. Ljepilo, najradije škrobno, mora biti stabilno i beskiselinsko. Paspartu i čvrsta poledinska zaštita moraju biti izrađeni od krpa 100 posto, s dodatkom pH pufera. Ljepljive trake-barijere, najradije aluminijske, lijepe se da spriječe kontaminaciju papira i kartona migracijom kiselosti i drugih nečistoća iz drvenog okvira i ulazak plinova i nečistoće procjepom na polju dodira drvenog okvira i stakla. Poledina se može ojačati s više kartona, svi bi trebali biti od krpa 100 posto s dodatkom pH pufera (kalcij karbonat). Na samom kraju postavi se završna poledina od papira - barijera za prašinu; s oznakom (natpisom) da je riječ o uokvirivanju konzervatorske, muzejske ili arhivske kvalitete.

Za uokvirivanje slika na papiru ne dolazi u obzir poledinsku zaštitu raditi od šperploča i panel-ploča (osim kiselosti emitiraju, formaldehid i razne nečistoće); iz približno istog razloga nepoželjne su i gotovo sve vrste drva.



Sl. 30. Važno je odvojiti sliku na papiru od stakla i koristiti beskiselinske materijale u neposrednom okružju.

3.10. Vrste stakala i zaštita slika

3.10.1. "Prava" stakla

Postoje razne vrste koje variraju u sastavu, tonu i jasnoći transmitacije. Varijacije ovise i o proizvođaču, međutim, grubo gledajući iz aspekta uokvirivanja slika - zbog približno podjednake lomljivosti i sličnog refleksa "klasičnih" stakala, sva se mogu svesti pod zajednički nazivnik i zajedno promatrati. Najčešće se koristi ono debljine 2 mm ili 3 mm (prozorsko). Ta stakla pri okomitom padu svjetlosti imaju refleks više od 8 posto. Za velike formate su dosta teška i lako pucaju u transportu. Rijetko se za uokvirivanje koriste deblja stakla ili teško lomljiva securit stakla.

3.10.1.1. Stakla koja ne reflektiraju svjetlost

Postoje dvije vrste:

a) Stakla koja svoje nerefleksno djelovanje duguju mikroskopskoj hrapavosti svoje površine

Ta stakla moraju biti u dodiru sa slikom da ne bi djelovala magličasto. S obzirom na to da se konzervatorski gledano slike ne smije uokviriti licem na staklo, ova stakla ne mogu se preporučiti.

b) Stakla koja svoje nerefleksno djelovanje duguju posebnim premazima

Takva stakla ne moraju biti u kontaktu sa slikom. Ta stakla nisu idealna, ali su uz odgovarajuće galerijsko osvjetljenje praktično nevidljiva. Vrlo su skupa, ali su trenutno, estetski gledano, najbolje rješenje za ostakljenje slika. Ne smije se zaboraviti da su ta stakla lomljiva.

Američki proizvod **Denglas** ne mora biti u kontaktu sa slikom i ostaje gotovo nevidljiv ako se gleda iz gotovo svih uglova, a da ništa u izgledu slike ne oduzima ili kvari. Refleksa nema bilo da se nalazi u blizini, kao u slučaju uokvirene slike, ili na većoj distanci, kao u slučaju vitrine. Površina Dengalsa (tanki metalni premazi) ne može biti baš lako zagrešana. Ipak, treba paziti pri čišćenju, a čisti se posebnom tekućinom. Inertan je i nema statičkog naboja.

Mirogard der Deutschen Spezialglas A. G. vrlo su efikasna stakla koja ne reflektiraju svjetlost. Njihova djelotvornost počiva na nizu ekstremno tankih slojeva koji reduciraju refleks a nanose se posebnim postupkom uranjanja. **Mirogard Protect** sastoje se od plastične UV-apsorpcijske jezgre u sendviču nerefleksnih stakala. Plastična jezgra otežava lomljivost, a nerefleksna stakla kvalitetno smanjuju refleks, čime Mirogard Protect kombinira prednosti običnog stakla i stakala od plastičnih masa.

Nakon čitave serije napada na remek-djela u minhenskom muzeju Alten Pinakothek, uprava muzeja iz očaja je odlučila sve slike zaštititi postavljanjem pod staklo. Testiranje raznih nerefleksnih stakala pokazalo je da je Mirogard, po svojim svojstvima, za tu svrhu trenutačno najbolje što postoji. Sva tzv. nerefleksna stakla ipak reflektiraju nešto malo svjetlosti; Mirogard reflektira (skoro neznatnih) jedan posto, pri okomitom padu svjetlosti. Tih jedan posto može se eliminirati pravilnim osvjetljenjem, kakvo bi muzeji i galerije trebali imati, jer u protivnom i neostakljene slike, osobito one sjajno lakirane, imaju refleks. U slučaju galerijskog svjetla i pod uvjetom da se sliku gleda frontalno - Mirogard je nevidljiv. Prema podatku proizvođača stakla, boje ostakljene slike reproduciraju se nepatvoreno, što je relativno točno. Ali čak i najsavršenije nerefleksno staklo u nekim okolnostima mijenja izgled slike. Npr. Tizianova Krunidba trnovom krunom (Alten Pinakothek) izgleda zbog različitog indeksa loma svjetlosti stakla za nijansu tamnija, a iza običnog stakla izgleda još tamnija. U svijetlih tonova optičke su promjene, u pravilu, gotovo nezamjetne.

3.10.2. Stakla od plastičnih masa

3.10.2.1. (Poli)metil-metakrilat-stakla

Kemijski je to stabilan (Fellerov A razred) i prilično inertan materijal, ali ga njegova elektrostatička svojstva (privlači prašinu) čine nepogodnim za uokvirivanje praškastih medija (pastel, ugljen i sl.). Postoje antistatičke polir paste koje neutraliziraju djelovanje statičkog naboja. Najdjelotvornije su ako se postave s obje strane stakla. Vanjski sloj treba povremeno obnoviti jer se skida manipuliranjem slikom i čišćenjem. Postojanje tog filma s unutarnje strane okvira neće stvoriti unutarnju klimu opasnu za sliku ili papir. Premaz nije hlapljiv i/ili je pH neutralan ili je blago lužnat. U svakom slučaju treba postojati separator (zrak), kao i uvijek, između stakla i objekta. Obično (poli)metil-metakrilat-staklo u nas je poznato pod komercijalnim nazivom pleksiglas. **Pleksiglas** se teško lomi, ali je vrlo osjetljiv na ogrebotine. Savitljiv je, pa udaljenost od njega do slike mora biti nešto dublja. (Poli)metil-metakrilat prodaje se i pod drugim komercijalnim nazivima, npr. **Perspex**, **Acrylite** ili **Lucite**. Osim običnih (poli)metil-metakrilat stakala postoje i posebna. **Lucite AR i SAR** (Abrasion Resistant (otporan na ogrebotine) i Super Abrasion Resistant) sastoje se od (poli)metil-metakrilat-jezgre preko koje su slojevi vrlo čvrste, bistre plastične mase, kako bi staklo bilo otpornije na ogrebotine. U SAD-u je to popularno staklo, jer teško puca i općenito se teško oštećuje, pa se kupljena slika uokvirena u Lucite AR ili SAR može slati i poštom. Lucite SAR inače se koristi kao staklo izloženo vandalima i kao staklo u bankama jer ga ne probija metak (i neka druga akrilna stakla su toliko čvrsta da ih metak ne probija npr. **Acrylite GP BR**). Lucite SAR je prozirniji od običnog (poli)metil-metakrilata, 45 puta je otporniji na ogrebotine i daleko je manje elektrostatičan. Proizvode se i posebne vrste s jezgrom koja filtrira UV-zrake, npr: **Plexiglas UF-1 i Lucite AR UF-4** koji su bezbojni, dok su **Plexiglas UF-3 i Lucite AR UF-3** blago žućkaste boje. Kako UV-zrake oštećuju i ubrzavaju propadanje slika, i to djelujući prvenstveno na diskoloraciju nekih pigmenata, slabljenje papirnog nosioca,

tkanja...., za uokvirivanje se preporučuju UV-apsorpcijska stakla. UV-filtri žućkaste boje daleko su djelotvorniji od bezbojnih, ali kvare percipiranje djela. Proizvode se i (poli)metil-metakrilat-stakla koja ne reflektiraju svjetlost, npr. **Acrylite FF P-99**, ali se ubrajaju u prvu skupinu nerefleksnih stakala (mikroskopski hrapava).

3.10.2.2. (Poli)karbonat-stakla

Lexan 9034 je puno jači i otporniji nego (poli)metil-metakrilat-stakla. Smatra se nelomljivim. **Lexan Margard MR-5000** je još dodatno pojačan protiv ugrebavanja. Ta stakla najbolja su zaštita od vandalizma. Koriste se za ograde sportskih stadiona, prozore navijačkih autobusa, u građevinarstvu itd. Oba tipa su UV-apsorpcijska. Komercijalni nazivi (poli)karbonat-smola su: **Lexan, Hyzoid, Polyglaze, Calbre, Makrolon**.