

# Klimatizacija biblioteka i izložbenih galerija

Dušan Mirković \*

## 1. UVOD

Danas, u vreme sve većeg zagađivanja čovekove sredine, vrlo ozbiljno se postavlja pitanje zaštite i očuvanja dela velike istorijske i umetničke vrednosti. Ova dela se čuvaju u bibliotekama i muzejima koji se najčešće nalaze u velikim gradovima, okruženi prljavom i razornom atmosferom, a uz to izložena prometu između brojnih posetilaca. Ako se uzmu u obzir sve te činjenice, kao i značaj ostvarivanja pravilnih uslova sredine u tim objektima, postaje jasna težina zadatka projektanta uređaja, kojima ovi uslovi treba da budu ostvareni.

U bibliotekama se drže sva raspoloživa sredstva sa zabeleženim informacijama, kao što su zbirke knjiga, gramofonske ploče, magnetofonske i filmske trake. Pored raznih zbirki standardne vrednosti, u bibliotekama se često čuvaju veoma vredna dokumenta, retka izdanja, razne kolekcije, rukopisi itd.

U izložbenim galerijama (misli se na galerije savremene umetnosti i muzeje), čuvaju se i izlažu posetiocima umetnička i tehnička dela različitih vrednosti, zatim razni antikviteti, istorijske znamenitosti, prirodopisni eksponati i sl.

Koje prostorije će imati neka biblioteka, galerija ili muzej, zavisiće od njene veličine i namene, ali to su uglavnom skladišni i izložbeni prostori, čitaonice, sale za sastanke, službene prostorije i radionice. Neke univerzitetske biblioteke sadrže male prostorije za studiranje i audiovizuelne sale.

Svaka od ovih prostorija razlikuje se po karakteru svog toplotnog opterećenja i specifičnosti zahteva koji su

dakako najstroži tamo gde su izloženi ili se čuvaju predmeti velikih, ponekad neprocenjivih vrednosti. Ovi predmeti su po pravilu veoma osetljivi i podležu oštećenju, a strogo održavanje klimatskih uslova često je osnovni uslov za njihov duži vek. Delimično je srećna okolnost da ti uslovi obično leže u zoni ljudske ugodnosti.

## 3. UTICAJ KARAKTERISTIKA SREDINE NA MATERIJALE

Materijali od kojih su obično eksponati jesu papir, koža, pergament, platno, svila, pamučne materije, vuna, drvo, metal, i mnogi drugi. Na njihov vek utiču i karakteristike sredine u kojoj se nalaze. Podesna temperatura, relativna vlažnost, kretanje i čistoća vazduha su ovde vrlo značajni, ali naglo variranje ovih veličina ipak ima najnepovoljniji uticaj na vek eksponata.

Ako se iznenada promeni temperatura ambijenta, ili ako je materijal izložen toplotnom zračenju, njegova temperatura će varirati i razlikovaće se od temperature u prostoriji. Ovo će usloviti i promenu relativne vlažnosti\*. Na primer, ako materijal nekog predmeta ima temperaturu nižu od okoline, on će biti okružen slojevima vazduha, koji, što su bliži predmetu, imaju progresivno višu relativnu vlažnost. Zbog toga može doći do kondenzacije\*\*. Na taj način se pospešuje izdvajanje prašine na površini predmeta, koja dalje predstavlja jezgro kondenzacije kiselih gasova, čije dejstvo je veoma razorno. Međutim, ako materijal eksponata ima višu temperaturu, vlažnost\*\*\* će biti manja od vlažnosti ambijenta.

\* Vazduh u graničnom sloju (pošto je apsolutna vlažnost nepromenjena).

\*\* Vлага na površini materijala (ukoliko se temperatura površine spusti ispod tačke rose ambijenta).

\*\*\* U graničnom sloju.

To znači da je potrebno održavanje stalnih uslova sredine tokom 24 časa svakog dana preko cele godine u onim prostorijama gde se čuvaju vredni i značajni predmeti.

Razmotrićemo detaljnije ponašanje nekih osnovnih materija u različitim uslovima sredine. Naučnici širom sveta izvršili su mnoge eksperimente i došli do raznih podataka o faktorima koji štetno utiču na pojedine organske materije. S tim u vezi treba napomenuti da se podaci raznih autora u pogledu optimalnih uslova za minimalno kvarenje donekle razlikuju. Razlog tome su verovatno različite klimatske zone u kojima su vršeni eksperimenti i njihovo obavljanje u ekstremnim ili optimalnim uslovima, koji su delimično bazirani na individualnom prosuđivanju.

## Papir

Papir je kao materijal najviše zastupljen u čuvanoj dokumentaciji. Na papir utiču sledeći faktori:

- a) kiseli atmosferski gasovi, kao CO<sub>2</sub>, a naročito SO<sub>2</sub>,
- b) sunčeva svetlost, naročito zraci malih talasnih dužina,
- c) ekstremna suvoća,
- d) visok? vlažnost koja ubrzava raščćenje budi.

Postupak zaštite je sledeći:

- 1) Odstraniti kisele gasove iz dovođenog vazduha pomoću čvrstih sorbenata ili ih neutralisati provođenjem vazduha kroz alkalni sprej. Pri tom pH-faktor alkalnosti raspršene vode treba stalno da iznosi 8,5 do 9.
- 2) Izbegavati otvore za spoljašnju svetlost u skladištima ili koristiti specijalne filtere koji uglavnom eliminišu ultra-ljubičaste i njima slične zrake.

\* Dušan Mirković, dipl. ing., Mašinski fakultet, Beograd; stan: Tiršova 2, Zemun.

- 3) Održavati relativnu vlažnost u granicama od 45 do 65% na običnim sobnim temperaturama.

### Koža i pergament

Proučavanju zaštite pergamenta posvećena je velika pažnja zbog značaja. Ponekad se preduzima i specijalni režim zaštite važnih dokumenata. Tako na primer, »Deklaracija o nezavisnosti« ili »Državni zakon« u SAD čuvaju se pod staklom u atmosferi helijuma.

Eksperimenti poznatog naučnika koji se bavi ovom problematikom, N. J. Plenderleitha, u cilju ispitivanja ponašanja primerka pergamenta, pokazuju da on sadrži 10% vode od svoje suve težine, kada vlada ravnoteža sa atmosferom, čija relativna vlažnost iznosi 40%. Kada relativna vlažnost poraste na 80%, nakon tri dana se uspostavlja ravnoteža u kojoj sadržana količina vode u pergamentu iznosi 30% njegove suve težine.

Na suvom vazduhu, relativne vlažnosti ispod 35%, pergament teži da postane krut i krt. Rastegljivost mu se može uvek povećati ako se izlaže većoj vlažnosti, ali u međuvremenu može doći do oštećenja zbog isušeno-  
sti. Izlaganje visokoj vlažnosti još je opasnije, jer dolazi do razlivanja mas-tila, boja i sl.

Iako je tako osetljiv na promenu vlažnosti, pergament zadržava svoju čvrstoću i elastičnost i vrlo je trajan. Najvažnije je da ne bude izložen ekstremnim nepovoljnim uticajima tokom dužeg perioda.

Sve što je ovde rečeno za perga-ment, važi i za druge vrste kože.

### Slikarsko zategnuto platno

Za slikarska platna koja mogu biti znatnih dimenzija, premazana debelim slojevima boja, obično organskog porekla, najvažnije je održavanje stalne temperature i vlažnosti. Najpogodnije je da bude  $t = 17^{\circ}$  i  $\phi = 60\%$ . Ponekad se zahteva stroga kontrola ovih uslova, ali u većini slučajeva sve se čini da se ne pređu gornja i donja granica za  $t$  i  $\phi$ .

Prema Plenderleithu, tačka opasnosti za slikarska platna koja su sklona mrljama iznosi  $\phi = 70\%$ . Uzimajući u obzir osetljivost svih organskih materija na oštećenje pri isušivanju, najniža pouzdana granica vlažnosti će biti  $\phi = 50\%$ . Kratkotrajnim držanjem na nepovoljnim uslovima neće se verovatno prouzrokovati veća šteta, ali ako ti uslovi potraju, može biti opasno.

### Drvo

U muzeju se često čuva stari drveni nameštaj i drugi drveni predmeti. Zaštita drveta nije veliki problem, ako se ne dozvole krajnja suvoća i preterana vlažnost. Bilo koji zadovoljavajući uslovi za papir biće dovoljni i za zaštitu drveta.

Drveni paneli, naročito oni kojima su obloženi spoljni zidovi bibliotečkih i muzejskih prostorija, poseban su problem. S jedne strane, paneli su izloženi hladnom zidu, a sa druge toploj sobi. Čak i ako se temperatura i vlažnost u sobi ne menjaju tokom godine, drvena daščica će promeniti svoje dimenzije leti u odnosu na one zimi. Promena će biti više izražena u pravcu poprečnom na vlakna. Zbog toga je potrebno osigurati mogućnost malih pomeranja panela, koja mogu biti znatno umanjena ako se obezbedi izolacija i parna barijera na poleđini daske.

### Svila, pamučne materije i vuna

Na ove materije deluju isti razorni faktori kao i na papir. Atmosfera koja štiti papir i ovde će biti zadovoljavajuća, ako se obezbedi odgovarajuća zaštita od insekata.

### Metali

Potrebni uslovi za zaštitu prethodnih materijala i ovde su pogodni, uz napomenu da su sumporvodoničnik ( $H_2S$ ) i amonijak ( $NH_3$ ) čak i u malim količinama štetni za bakar i bronzu.

### Ostalo

Životinjska krzna treba da se skladište na  $t = 5 + 10^{\circ}C$  i  $\phi = 50\%$ . Fosili i stare kosti bolje se održavaju na višoj vlažnosti.

## 3. PROJEKTNE KONCEPCIJE

Za neke od karakterističnih prostora koje se sreću u bibliotekama i izložbenim galerijama, u nastavku će biti izložene osnovne koncepcije projektovanja instalacija za grejanje, hlađenje i klimatizaciju.

### Skladišni prostori

Skladišni prostori biblioteka i muzeja su obično smešteni u unutrašnjosti zgrade, najčešće u podzemlju i to u jednom ili nekoliko spratova. Visinsko rastojanje između spratova je minimalno. Skladišta su namenjena čuvanju bibliotečke i muzejske imovine tokom veoma dugog vremenskog perioda.

Knjige se skladište na naročitim stalažama, gde se na malom rastojanju slažu uspravno jedna pored druge. Trake, filmovi i ploče se obično čuvaju u pregradama ili kutijama. Različiti muzejski eksponati se slažu na razne načine, ali uvek tako da jedan drugog ne oštećuju.

Toplotno opterećenje skladišta je relativno malo. Zaposednutost površine ljudima je neznatna (do 100 m<sup>2</sup> po čoveku). Intenzitet osvetljenja je mali i često se mogu zanemariti dobici od osvetljenja, koje se povremeno upotrebljava. Toplotno opterećenje od prolaza toplote obično nije suviše veliko, zbog relativno malog udela spoljnih površina, ali je značajno zbog uticaja vlage na predmete koji se nalaze u vezi sa spoljnim zidovima, čemu treba posvetiti pažnju. Dobici toplote od sunčevog zračenja su mali, pošto se otvori za dnevnu svetlost u skladištima izbegavaju, a i ukoliko postoje, obavezno su snabdeveni uređajima za zaštitu od sunčevog zračenja. Pušenje u skladištima se ne dozvoljava, a provetranje treba da bude svedeno na minimum.

Uslovi sredine koje treba održavati u skladištu prvenstveno zavise od materijala koji se u njemu čuvaju, o čemu je bilo reči. Najvažnije je, međutim, da se ti uslovi održavaju stalno, 24 časa dnevno tokom cele godine.

Pri izvođenju instalacija u skladištima, naročito onih u kojima se čuva vrednija imovina, treba izbegavati prolaz parnih ili vodenih cevi, čije curenje može (izazvati oštećenje te imovine. Stoga je najkorisnija primena nekog vazdušnog sistema klimatizacije, u kome moraju cirkulisati dovoljne količine vazduha, da bi se u celom skladištu održavala podjednaka temperatura. Ubacivanje vazduha na plafonu i njegovo izvlačenje pri dnu stalaža je dobar i često primenjivan način distribucije. Ako se predmeti nalaze u blizini spoljnih zidova, potrebno je naročito na tim mestima obezbediti pravilnu cirkulaciju. Svež vazduh je najbolje uzimati kroz krov kako ne bi sadržao prašinu koja se nalazi u slojevima bližim tlu. U načelu se zahteva 4 + 6 izmena vazduha na sat.

Čistoća u skladištu je veoma važna. Njeno održavanje se znatno pojednostavljuje i pojeftinjuje korišćenjem visokoeфикаsnih filtera za vazduh. Povoljnost primene elektrostatičkih filtera još se ispituje, jer postoje različita mišljenja o delovanju izvesnih količina ozona koje se u njima stvaraju na papir i neke druge materijale.

Kontrola uslova sredine u skladištu je neophodna. Preporučuje se i kontrola prašine. Obavezna je sigurna protivpožarna zaštita. Poželjna je ugradnja alarmnih uređaja koji se aktiviraju čim dođe do odstupanja neke od kontrolisanih veličina.

### Izložbeni prostori

Ovde su u pitanju prostori likovnih i drugih umetničkih galerija, muzeja, pa i raznih sajmova. Ti prostori su raznih veličina i oblika i često se preuređuju od jedne izložbe za drugu, što stvara znatne probleme pri projektovanju grejanja, hlađenja ili klimatizacije ovih objekata. Izložbene galerije obično rade od 8 do 10 časova dnevno i 5 do 7 dana nedeljno.

Toplotno opterećenje od ljudi varira u širokim granicama, u zavisnosti od vrste izložbe, njene popularnosti, doba dana, atmosferskih prilika itd. Jačina osvetljenja orijentaciono iznosi za umetničke galerije 60—150 W/m<sup>2</sup>, a za istorijske i prirodopisne muzeje 20—60 W/m<sup>2</sup>.

Izložbene galerije ponekad imaju znatne staklene površine, u vidu zidnih i krovnih prozora. Infiltracija se obično izuzima. Prozori treba da budu bez mogućnosti otvaranja osim nekih za slučaj da zataji sistem provetranja. Pušenje se ne dozvoljava ako ono šteti eksponatima.

U izložbenim prostorijama obično se održavaju standardni

uslovi ljudskog komfora, tj. temperatura od 20 do 24°C i relativna vlažnost oko 50%. U izuzetnim slučajevima eksponati velike vrednosti mogu zahtevati posebne uslove. Uticaj direktnog sunčevog zračenja obavezno treba otkloniti primenom odgovarajućih uređaja za zaštitu od sunca.

Kod projektovanja sistema za distribuciju vazduha treba voditi računa da u prostoru ne bude »mrtvih zona«. Otvori za ubacivanje i izvlačenje vazduha mogu se rasporediti na različite načine, korišćenjem pogodnih mesta, na primer ispod slika, iza eksponata i sl.

Veliki izložbeni prostori često imaju velike tavanice i u njima može doći do obrazovanja toplotnih slojeva (stratifikacija). Topao vazduh se diže i zauzima prostor na većim visinama. Klimatizovani vazduh se tada nadoknađuje, u niskim slojevima, do 3 m od poda, a vazduh iz gornjih slojeva se odvodi posebnim ventilacionim sistemom. Na ovaj način se sprečava indukcija toplote u klimatizovanu zonu i smanjuje se opterećenje klimatizacije.

U izložbenim prostorima se takođe postavljaju strogi zahtevi u pogledu čistoće, a njeno održavanje je teže nego u skladištima, s obzirom na veći promet.

Uređaj za klimatizaciju treba da bude snabdeven prigušivačem zvuka i vibracija. Na taj način se obezbeđuje komfor i mir posetiocima i čuvaju eksponati koji mogu biti osetljivi na vibracije.

### Čitaonice

Mogu biti smeštene bilo gde u zgradi. U sklopu čitaonica se često nalaze kartoteka i arhiva. Mnoge čitaonice, a naročito one u univerzitetskim bibliotekama, rade i po 16 časova dnevno.

Zaposednutost ljudima je promenljiva, a može biti dosta velika

(1—2 m<sup>2</sup> po čoveku). Intenzitet osvetljenja je visok (80—130 W/m<sup>2</sup>). Direktno sunčevo zračenje se obično sprečava. Pušenje se nekad dozvoljava.

U čitaonicama se zahteva obezbeđenje uslova ljudskog komfora, a to su: temperatura 20 do 26°C, vlažnost 40 do 70%, brzina strujanja vazduha do 0,2 m/s. Buka treba da se održava u granicama od 35 do 40 dB. Smanjivanjem buke ispod 35 dB prilično bi se naglašavali: zvuci kao što su šuštanje listova, pomeranje stolica i sl.

Pri projektovanju sistema klimatizacije u čitaonicama potrebno je obratiti naročitu pažnju na ravnomernu raspodelu vazduha u prostoriji, da bi se u svakom njenom delu održali pravilni uslovi sredine. Čitaonice obično zahtevaju 8 do 10 izmena vazduha na čas.

### Male prostorije za studiranje

Ove prostorije se često sreću u univerzitetskim bibliotekama na Zapadu. To su zasebne male sobe površine 5—10 m<sup>2</sup>. Unutrašnji uslovi se održavaju centralnim grejanjem ili klimatizacijom kod komfornijih objekata.

Toplotno opterećenje od ljudi i osvetljenja je relativno nisko i može se smatrati konstantnim. Ako su prostorije smeštene duž spoljnih zidova, uz to zastakljenih, toplotno opterećenje od spoljnih izvora toplote je dominantno. Ono je promenljivo, ali je podjednako za sve prostorije uz taj zid, što navodi na njihovo zoniranje pri projektovanju klimatizacije. Konstrukcija kanala treba da je takva da prenošenje zvuka iz prostorije u prostoriju bude sprečeno.

### Radionice

Sve biblioteke i muzeji imaju radionice u kojima se povezuju

i koriče knjige, restaurišu izložbeni eksponati, montiraju skulpture, uramljuju slike i tome slično.

Vezivni materijal, boje, hemikalije i drugi materijali koji se upotrebljavaju, mogu znatno zagaditi vazduh. Zbog toga je potrebno posvetiti naročitu pažnju provetravanju ovih prostorija. Ponekad se mogu zahtevati tačno određene vrednosti za temperaturu i vlažnost vazduha.

### Službene i ostale prostorije

Iako se nalaze u zgradama biblioteka i izložbenih galerija, ove prostorije se tretiraju na isti način kao kod administrativnih i poslovnih objekata.

## 4. IZBOR SISTEMA I NJEGOVA PRIMENA

Na koji način će se održavati uslovi sredine u prostorijama neke biblioteke ili izložbene galerije, zavisice od postavljenih zahteva u tom pogledu.

U standardnim objektima ove vrste obično se ne postavljaju neki specijalni zahtevi. U našim klimatskim uslovima tada može da zadovolji centralno grejanje i provetravanje dogrejanim vazduhom zimi, odnosno samo provetravanje leti. Ako se leti pojavi a potreba za hlađenjem, što je čest slučaj u čitaonicama sa velikim zastakljenim površinama, mogu se primeniti lokalni uređaji sa direktnom ekspanzijom koji se postavljaju na prozore.

Za prostorije posebnih biblioteka i muzeja, gde se čuvaju retke knjige i eksponati od velike vrednosti, ne dolazi u obzir primena centralnog grejanja ili nekog sistema klimatizacije sa vodenim cevima. Eventualno curenje tečnosti u tim prostorijama moglo bi izazvati veliku štetu. Da

bi se ostvarili zadovoljavajući uslovi sredine u ovakvim slučajevima, najpogodnija je primena centralnih vazdušnih sistema klimatizacije. Položaj mašinske sale treba da je što dalje od čitaonica i izložbenih prostorija, da bi se buka i vibracija u njima svele na što je moguće manju meru.

Zbog potrebe za stalnom zaštitom eksponata, postrojenje kojim se održavaju uslovi u skladišnim i izložbenim prostorima treba da radi neprekidno 24 časa dnevno tokom cele godine. Ovakav način upotrebe traži odabiranje takve opreme koja će imati dug vek trajanja, a zahtevati malo održavanje.

Investiranja u projekte ovakve vrste su znatna, ali su često značajniji visoki zahtevi u pogledu ostvarivanja uslova sredine. Konačno, investicije se obično isplate ako se postigne glavni cilj, a to je da se dela od neprocenjive istorijske i umetničke vrednosti sačuvaju i zaštite od zuba vremena, kako bi koristila i budućim generacijama.

## LITERATURA

- [1] ASHRAE: Guide and Data Book, Applications, New York, 1968.
- [2] Carrier: Handbook of Air Conditioning System Design, New York, 1965.
- [3] Callender, John Honcock: A Handbook of Architectural Design, New York, 1966.
- [4] Air Conditioning, Heating & Ventilating, br. 4/1963.
- [5] Heating, Piping & Air Conditioning, br. 2/1964.