

Grejanje crkava ili velikih prostora starih zdanja

**Dr Klaus Arent, dipl. inž., Instituta analizu
građevina i projektovanje sanacija, Minhen, Nemačka**

O grejanju odnosno klimatizaciji sakralnih objekata, u "KGH" se do sada nije pisalo, iako ta tema neosporno zaslužuje izuzetnu pažnju termotehničkih stručnjaka. Tako je članak K.

Arenta, "Grejanje crkava", koji objavljujemo u ovom broju, prvi u mogućem nizu priloga posvećenih grejanju starih zgrada i većih javnih objekata starije gradnje, sakralnog ili svetovnog karaktera. Pozivajući čitaoce "KGH" da se uključe u raspravu o ovoj veoma zanimljivoj tematici, Redakcija je u prilici da nakon Arentovog teksta, u ovom broju objavi dva mišljenja, pre svega o stavovima nemačkog autora iznetim u članku, dvojice naših stručnjaka koji su se bavili projektovanjem sistema grejanja ovakvih objekata. Prvi je prevodilac članka, Vladimir Lapčević, dipl. inž., a drugi Aleksandar Stefanović, dipl. inž.

Pojam "grejanje crkava", korišćen u smislu grejanja "velikih prostora starih zdanja", dvostruko je pogrešan. Prvo, u suštini, ova problematika se odnosi na grejanje svih prostorija u istorijskim objektima, za koje je tako teško naći zajednički naziv, dakle ne samo crkava već i dvoraca, većnica, pozorišta, dvorana u zamkovima, manastirima i tako dalje. Drugo, sugeriše se predstava da se radi o grejanju prostora na koje smo navikli, uz poštovanje standarda i propisanih temperatura. A, u stvari, najčešće se ovi "veliki prostori starih zdanja" ne greju na način koji se danas podrazumeva, nego se oni temperiraju da bi se uopšte mogli koristiti ili, još više, za smanjenje uticaja štetnih dejstava. Ipak, treba se zadržati na već usvojenom pojmu "grejanje crkava", pošto su u međuvremenu shvaćeni problemi po kojima se grejanje ovakvih prostora razlikuje od uobičajenog.

Još pre desetak godina je skrenuta pažnja na to da se grejanje velikih prostora svojom problematikom razlikuje od uobičajenog. Ta razlika je pojačana time što su nove crkve, dvorane, svećane hale i dr. objekti slični po veličini onim ranijim, ali sa bitno drukčijom konstrukcijom: većina ih je sagrađena tako da se mogu grejati, toplotno su izolovani i vrlo često imaju odmerenu ventilaciju. Znači, opet ne samo da je pogrešno primeniti iskustvo iz grejanja kancelarija i stanova na "crkve", nego čak i na prostorije sličnih dimenzija.

Sledeći problem je sadržan u pojmu "grejanje crkava": to je zaštita vredne kulturno-istorijske opreme. Pod ovim se ne podrazumevaju samo pokretni delovi kao što su: nameštaj, kipovi slike i dr., nego i celokupna unutrašnja površina, uključujući konstrukciju prostora.

Gde leži opasnost i zašto je treba tražiti upravo u zavisnosti od grejanja? Odgovor se zasada mora dati prvo hipotetički. Svaka promena temperature donosi sa sobom promenu relativne vlažnosti. To važi i za vazduh u prostoriji. Zanimajući osobine vazdušnog omotača, ova zavisnost se kreće u datim uslovima takvih prostorija, tj. u tipičnim temperaturnim opsezima, tako da 5% relativne vlažnosti odgovara promeni temperature vazduha u prostoriji za 1 K. To znači da i neznatno

povećanje temperature vazduha u prostoriji izaziva drastičan pad relativne vlažnosti u toj prostoriji, pa materijal ugrožene opreme, u prvom redu drvo, ne može da podnese ovakvo sušenje bez oštećenja.

Sasvim je razumljivo, da prostorije u istorijskim objektima i bez grejanja podnose u toku godine određene promene temperature, a s tim u vezi i vlažnosti. To se, međutim, u normalnim slučajevima odvija neuporedivo sporije, pošto čak pri naglim promenama vremena, uobičajeno velika masa konstrukcije akumulira toplotu i vlagu, uključujući opremu, pa su takve promene u velikoj meri ublažene. Uz saznanje o takvom ponašanju stvari, zahtevano je i uvek će se zahtevati da za razliku od uobičajenog grejanja, grejanje crkava sme samo polako da uzgreva prostor.

Drugi zahtev se može izvući iz ovog: čak i pri grejanju, temperatura vazduha mora da ostane niska, da bi se obezbedila dovoljna relativna vlažnost. Oba zahteva su u svojoj izričitosti i uprošćenom odnosu prema grejanju pogrešna, opasna i vode na stranputicu - čak i onda kada ih iznose konzervatori i restoratori od imena i ugleda.

Upravo je u toku jedno istraživanje Saveznog ministarstva za istraživanje o problemu grejanja crkava*, a na rezultate treba računati otprilike za godinu dana, koji će jasno pokazati koji su uticajni faktori i zavisnosti dosada bili nebrojeno puta previđani. Jer, i za crkveno grejanje, kao i za mnoge druge građevinsko-fizičke probleme na zgradi i u njoj, važi da postoji višestruka međuzavisnost materijala, konstrukcije, položaja zdanja i njegovog korišćenja, čijim se ignorisanjem u korist uprošćenog izvođenja opštevažećih patentiranih recepata, dobija više štete nego koristi. Jedan primer iz prakse bi mogao to da razjasni.

*BMFT: "Građevinsko-fizičko ispitivanje grejanih i negrejanih starih zdanja (grejanje crkava)"; izvode ga Fraunhoferov institut za građevinsku fiziku, i Institut za analizu zgrada i projektovanje sanacija D.s.o.j., u Minhen

Katedrala u Ingolštatu je starogotske gradnje, sa izvanrednom opremom. Pre otprilike deset godina, javili su se na delovima te opreme velika oštećenja, za koje su bez oklevanja optužili vazdušno grejanje. I pošto se uzrok znao i pre istraživanja razloga, ograničilo se na utvrđivanje činjenice, u kojoj meri se vazduh u prostoriji suši u toku zime. U žurbi ovakvih optuživanja se, međutim, previdelo kojim promenama je crkva bila izložena, a naročito ona njena mesta na koja se odnose optužbe: od 19. veka katedrala je bila okružena visokim gustim drvećem, poput onog u parkovima. Ono je ne samo zaklanjalo velike površine prozora, nego je uticalo na stvaranje mikroklimе sa visokom relativnom vlažnošću oko crkve, a time i u crkvi.

Istovremeno je navodno rekonstruisano prvobitno stanje, tako što je snižen nivo parka za oko jedan metar i tako nastali prostor je prekriven velikim pločama, kojih nikad ranije nije bilo. Obojena prozorska stakla su zamenjena običnim staklom neravne površine, što je trebalo da stvara pseudoistorijski efekat. U toku raskopavanja, radi postavljanja kanala za topli vazduh, "pronašli su pronađeno": ceo pod crkve je dobio novu oblogu, ali po pravilima današnje tehnologije, sa uobičajenom betonskom konstrukcijom koja je uz to hidroizolovana, bez obzira na činjenicu da u Minsterskoj katedrali nije nikad bilo vidljive vlage.

Uspeh svih ovih mera, odabranih iz različitih pobuda, ali u svakom slučaju nepotrebnih i nažalost usmerenih u jednom jedinom pravcu, bio je u promeni sadržaja vlage u crkvi, pojačanih uzgrednim grejanjem: sunčani zraci su sada prodirali u crkveni prostor neometani drvećem i obojenim staklima na crkvi, izazivajući efekat identičan onom u staklenicima, tj. nesrazmernog povišenja temperature u unutrašnjosti crkve. Snižanjem nivoa okolnog zemljišta, smanjeno je prodiranje vlage kroz spoljne zidove za više od sto kvadratnih metara, a kroz zapitveni pod je poremećen, odnosno potpuno sprečen, prirodni tok vlage u prostor crkve. Umesto optimalne mikroklimе, obezbeđene okolnim zasadom, crkva je zaglavljena u jedno jezero od popločanog kamena, koje je još uz to pojačalo reflektovanje sunčevog zračenja u unutrašnjost crkve. Da je grejanje takođe montirano sa skromnom stručnošću, ili je na sličan način njime rukovano, nije nikom palo u oči. Grejanje je međutim bilo jedini faktor u sklopu štetnih uticaja koji se mogao naknadno popraviti i to bez većih troškova, tako što je bitno smanjena izlazna brzina vazduha i snižena temperatura. Ovaj primer pokazuje, na način koji je lako dokazati, da se za takve prostore mora stvarati za njih važeća mikroklima, stvarana mnoštvom uticaja tokom deset leća, pa čak i vekova.

Iskustvo pokazuje da je pogrešno tu "staru" klimu, unapred označiti kao povoljnu za zaštitu zdanja, prostora i njegove opreme. U mnogim slučajevima, kada rastuća vlažnost, naročito kondenzaciona, ima svoje žrtve u opremi jednako kao i od suvog vazduha, grejanje do temperiranja unutrašnjosti po-vršine prostora, znači poboljšanje, a u određenim uslovima i odlučujuću pomoć. Procenjivati ili osuđivati bilo koje "grejanje crkava" kao štetno, znači imati nizak nivo stručnosti i nemanje osećanja odgovornosti. Mnogo je važnije temeljno se obavestiti o dotadašnjem i postojećem stanju mikroklimе u tom prostoru.

Za drugu grešku može se potvrditi pogrešnost stava, takođe na osnovu jednog primera: Nimburška ženska crkva (Nimburger Frauenkirche), koja se već duže vreme greje, čuva čitav niz dobrih i lepih eksponata. Naročito se ističe tapiserijski oltar koji je bio nakon jedne rekonstrukcije grejanja - u ovom slučaju jednog bitnog poboljšanja! - znatno oštećen, a restaurator i konzervator su to opet pripisali grejanju. A šta se desilo u toj crkvi? Tapiserijski oltar je stajao do početka sanacionih radova na spoljnjem zidu broda, ispod jednog prozora. Za vreme radova, oltar je prenet jednom restauratoru, koji je trebalo da utvrdi oštećenja i konzervira postojeće stanje. Po završetku

građevinskih radova i obezbeđenju nove zone za oltar, tapiserija je uneta u nor, u vidu oltarske slike. Već nakon nekoliko meseci, na eksponatu su se pojavila velika oštećenja: u nepoznavanju, sada već godinama poznatih međuzavisnosti, ovaj vredni oltar je morao u relativno kratkom vremenu da izdrži tri puta promenu mesta. Sasvim je jasno da to nije moglo da prođe bez posledica! Na spoljnjem zidu, svojoj prvoj lokaciji, bio je na relativno hladnom mestu, što se odražavalo na njegovu vlažnost. Uz to su drvene ploče bile stalno izložene struji hladnog vazduha koji se slivao od prozora, što je delovalo protiv jačeg isušivanja. U radionici restauratora su vladali sasvim drukčiji uslovi. Bitno topliji vazduh je bio u stvari "omekšan" odgovarajućom relativnom vlažnošću, tj. onom koju su restaurator i predstavnik zaštite spomenika kulture ocenili kao optimalnom sa 55 do 60%, ne razmišljajući o tome da ova "optimalna" vlažnost ni u kom slučaju nije odgovarala onoj na dugogodišnjoj lokaciji. Konačno, tapiserijski oltar je dospao u hor, gde je postavljen slobodno u prostoru, pa je sa svih strana bio izložen mikroklimi koja je vladala u crkvi jasno pod uticajem grejanja.

Treći put je vredni eksponat morao da se prilagođava bitno izmenjenoj mikroklimi i to sa odgovarajućim zapreminskim dilatacijama, koje su dovele do novih oštećenja. Ta oštećenja su bila utoliko veća, jer se nije poštovao savet jednog stvarnog stručnjaka koji je ukazao na to da su ploče samo sa jedne strane obojene, odnosno u građevinsko-fizičkom smislu premazane vodonepropustljivim slojem, tako da je sprečeno ravnomerno primanje i ispuštanje vlage na obe strane oltara. Uz ostala preterivanja, oltar je na svom novom mestu izložen direktnom sunčevom zračenju, koje su pokušali da smanje na taj način, što su ugradili dopunsko zastakljenje sa efektom UV-filtracije, previđajući u svom neznanju činjenicu da se na taj način ne smanjuje količina insolirane toplote na oltarskoj površini.

Neizbežne štete koje su načinjene ovom vrednom eksponatu, imaju svoj uzrok u predubedenju da se cela okolina eksponata mora na silu klimatsko-tehnički prilagoditi eksponatu, što nažalost nije moguće čak i sa mnogo više sredstava nego što obično ima na raspolaganju. Jedna od najopasnijih zabluda u ovoj argumentaciji, je da se dodatnim vlaženjem vazduh u prostoru održava na nekoj fiktivnoj veličini, koja se u muzejima smatra optimalnom, obično 60% relativne vlažnosti. Ko na takav način potera đavola belzebubom, imaće uskoro najteža oštećenja na konstrukciji, na istorijskim vitražima i, u posebnim slučajevima, na freskama i svodovima.

Građevinski deo objekta, a naročito oprema, ne reaguju tako osetljivo, kako se uvek pretpostavlja, na odstupanje od muzejsko-idealnih uslova vazduha, nego na promenu temperature prostora i, s tim u vezi, relativne vlažnosti. uprošćeno rečeno, to znači da će neki osetljivi eksponat, podneti bez oštećenja npr. 45% relativne vlažnosti, do sledećih srećnih generacija, ukoliko bude pošteđen stalnog skupljanja i bubrenja usled promene vlažnosti u prostoru. I ovde se može pronaći idealno "crkveno grejanje" samo onda ako se zna postojeće klimatsko stanje prostora koji treba grejati.

Dok se oba navedena faktora mogu smatrati u budućnosti ne baš potpuno bezopasnim, ali na osnovu procene predstavljenih saznanja, sa znatno manjim uticajem, treći domen oštećenja se može u svakom slučaju bolje teoretski sagledati. Već je više puta rečeno kako je česta promena temperature štetna. Ali ta promena je iznuđena, pošto ni jedna opština ne može da greje svoju crkvu, većnicu ili zamac neprekidno u toku grejne sezone, sedam meseci, na maksimalnoj temperaturi. zaštita spomenika kulture je zbog toga sa pravom odavno zahtevala, a konačno i dobila, i podršku industrije, da se grejanje prostora vodi sa nižom temperaturom, štedljivije, a samo za vreme korišćenja povisi do maksimalne temperature. Ta maksimalna temperatura treba da bude, iz već navedenih razloga, po mo-

gućnosti nešto niža, uzimajući u obzir i navedenu razliku temperature (minimalne u toku sezone, a stalno i maksimalne u vremenu korišćenja prostora). Zbog toga se tokom vremena snižavala maksimalna temperatura, tako da sada za vreme bogoslužnja iznosi + 12°C. Kao maksimalna temperaturna razlika se preporučuje Δt od 3 K. Vreme uzgrevanja treba da bude pomognuto osetljivom regulacijom, kojom bi se ograničilo odavanje toplote, tako da se ne pređe jedan kelvin po satu, a možda i 0,5 K/h. Već prema sistemu grejanja, a naročito u zavisnosti od položaja i načina gradnje crkve, pridržavanje ovih prilično uskih granica regulisane veličine je moguće i odgovara sadašnjem nivou opšteg tehničkog znanja.

Manji deo stručnjaka na području "grejanja crkava" je u stvari odavno znao da ove preporuke predstavljaju u izvesnom smislu "smokvin list", pošto se zna da se zapreminska dilatacija drveta, i u slojevima kojima drvo služi kao podloga, odvija znatno sporije nego što to omogućava produženo vreme uzgrevanja i hlađenja. No, ipak ova mogućnost je važila i važi kao dosada ostvarljivi optimum.

Pogled ka našim zapadnim komšijama bi morao da nas uvek ponovo zapanji: tamo se najprimitivnijim grejanjem, toplim vazduhom, po mogućnosti neposredno pred početak bogoslužnja, prostor brzo pregreje, a s obzirom da ovakvo grejanje već iz akustičkih razloga mora da bude isključeno za vreme službe, prostor u crkvi se odmah opet hladi. Sasvim razumljivo, u ovakvim crkvama postoji očekivana intenzivna zaprljanost, o kojoj bi trebalo posebno razgovarati. Ali nema ni najmanjih tragova oštećenja, kakva kod nas, uprkos pažljivom uzgrevanju i kontrolisanom hlađenju, stalno nastaju. Ovo je jedna praktična i na mnogim primerima lako dokazana činjenica, da brzi i zadivljujuće usko zavisni pad vlažnosti u vazduhu od temperaturnog skoka, ima sasvim drukčije tokove u građevinskim i materijalima opreme, što je opet u vezi sa njihovim akumulacionim delovanjem, čime se takođe mora posebno pozabaviti. Spomenuto istraživanje će obelodaniti dalje međuzavisnosti u tom smislu. Jedno objašnjenje se može dati već unapred: sorpcija kao osobina ujednačavanja vlažnosti vazduha postoji naročito u nestacionarnom grejanju i zbog toga je najjača pri naglim promenama temperature.

Pretpostavi li se da jedan konzervator rešen da uči, prihvati ovu materiju u meri koliko mu je dokazano rezultatima istraživanja, ostaće u dilemi kako da u toj svojoj rešenosti, njemu tuđu naučnu materiju, uz velike teškoće, prenese kolegici koji ne želi da o tome bilo šta novo uči.

Već je raspravljano o neverovatnoj zaprljanosti belgijskih crkava, koja se mora, sasvim razumljivo, gledati iz aspekta tamo uobičajenog masovnog paljenja sveća za pokoj duše. Ali takođe se mora uzeti u obzir prirodna zakonitost zavisnosti temperature vazduha u prostoru neizolovanih površina istorijskih zdanja, i stanja vlažnosti: svako naglo uzgrevanje vazduha u prostoru, mimoilazi "uzgrevanje" površine prostora, koja je zbog toga znatno hladnija od vazduha koji je oplakuje, pa zbog toga deluje kao kondenzaciona površina, vezujući čestice prljavštine mnogo jače, zbog uslovljenog povećanja vlažnosti. Svaki odlučan konzervator ili restaurator naći će se pred dilemom izbora između dva zla, između onog naglog uzgrevanja sa kojim ide prljanje obloge prostora, a umanjuje oštećenja, i onog sa smanjenim prljanjem uz postepeno uzgrevanje, tj. postepeno podizanje temperature - temperiranjem prostora.

Sa ovog problema konačno možemo preći na mogućnosti različitih vrsta grejanja: imajući u vidu izgrađene objekte, može se utvrditi da se u takvim starim zdanjima, sa velikim prostorima, koriste svi konvencionalni sistemi grejanja sa pojedinačnim grejnim telima, uključujući još podno grejanje i ono putem toplog vazduha, odnosno njihovim međusobnim kombinacijama kao i specijalnim grejanjem klupa.

O grejanju pojedinačnim grejnim telima, bilo da se radi o radiatorima, konvektorima ili ventilator-konvektoriskim aparatima, slobodno se može dati paušalna ocena: za ovakve objekte, takav način grejanja jednostavno ne odgovara, pošto bi odavanje toplote u jedinici vremena po grejnoj površini moralo da bude suviše veliko, da bi se postiglo odgovarajuće povišenje temperature u tako velikim prostorima. Zato se ona sa punim pravom može izostaviti u daljem razmatranju. Sličnog efekta, mada ne identičnog, su zračeća grejna tela. Ima smisla da se postavе samo tamo gde treba kratkotrajno za-greјati određeni prostor, kao što su npr. prostori za muzičare na koncertu u nekom zamku, za popove na predikaonici, ili za oltarom itd.

Za grejanje klupa važi da se mora predvideti fiksno grejanje zračenjem, što vrlo često nije moguće, zbog načina korišćenja. Zato se danas u nekim crkvama zahteva slobodno postavljanje sedišta. A postoje i hramovi koji se, osim za službu božiju, koriste i za druge kulturne priredbe, kada su različiti raspored i broj stolica, dok se u zamkovima i većnicama ionako ne mogu fiksirati sedišta.

Podno grejanje se po svojoj konstrukciji može primeniti u svim uobičajenim sistemima; uzgred, u takvim prostorima se može na isti način koristiti topli vazduh kao grejni medijum u podnoj konstrukciji, pošto u takvim objektima visina te konstrukcije obično ne igra bitnu ulogu, kao npr. u međuspratnoj konstrukciji stambene zgrade. Sistemi sa toplim vazduhom, konačno, zadovoljavaju objekte sa starim, naročito ranije omiljenim gravitacionim sistemom, sve do sistema kod kojih se uz uštedu prostora toplota dovodi toplom vodom sve do mesta uduvavanja. Kod svih ovih sistema moguća je regulacija, a njena svrsishodnost raste sa uticajem temperature ukupnog vazduha u prostoru, kao i inertnosti regulacionog ponašanja. 1 na ovo ćemo se ponovo vratiti.

Postoji više kriterijuma po kojima se može ceniti grejanje crkava. Međutim želim da naglasim da ne postoji sistem koji bi čak ni teoretski, za svaku namenu bio jednako dobar, te da bi ga bilo moguće označiti kao generalno optimalan. U najboljem slučaju, postoji redosled tri navedene vrste grejanja, u koji je međutim već uključeno nekoliko subjektivnih argumenata. Ukoliko se pode od kriterijuma korišćenja, odnosno fiksiranog rasporeda sedišta, tada bilo koja vrsta grejanje klupa ima nesumnjivu prednost, jer stvamo greje vernike, a ne prostor. U energetskom smislu, ovakvoj prednosti se nema šta zameriti, podvlačeći razloge zavisnosti temperature vazduha i površine.

Slično važi i za podno grejanje, čiji je zadatak da greje "samo" prostor u kome se zadržavaju vernici. Ovde se mora podvući da prednost sistema sa kratkotrajnim delovanjem, samo u vreme korišćenja, mora da otpadne, naročito ako je sistem komplikovan. Nažalost, još uvek se propagira akumulacioni sistem podnog grejanja, koji gubi prednost pred brže delujućim regulisanim sistemima podnog grejanja, pa se načelno sme takođe odbiti.

Grejanje klupa i dobro podno grejanje imaju istovremeno i na prvi pogled manu svakog vazdušnog grejanja: vernici se mogu ugreјati samo onda kad postoji dobra raspodela i to ravnomerno po prostoru koji treba greјati. Opet, polazeći od opisanih i principijelnih glavnih faktora svakog "crkvenog grejanja", moraju se još jednom razmotriti i prednosti ovakvog grejanja prostora. Bogato iskustvo iz prakse podupire sumnju, koju takođe treba da potvrde ispitivanja, da nestacionarno grejanje, na primer naglo (kao u Belgiji), ili ono koje deluje samo lokalno u ograničenom domenu (grejanje klupa, podno grejanje) dovodi do neravnomernog uzgrevanja površina prostora. Ukoliko se zanemare slučajevi u kojima se može doći do odgovarajućeg pada ispod tačke rošjenja, što u praksi uopšte nije tako retko, a uslovljeno je ovakvim načinom grejanja, ovaj nedostatak ostaje bez posledica, izuzev ukoliko neravnomerno

i brže prljanje ne šteti nekoj vrednoj opremi. To znači da ovakav negativan aspekt dobija na značaju ili ga gubi u zavisnosti od činjenice, koliko skraćeni intervali čišćenja i restauracije zidnih i plafonskih fresaka, slika i drugih zidnih i plafonskih aplikacija skraćuju njihov vek trajanja. Sklonost ka ovakvoj vrsti štete zavisi takođe i od drugih faktora, od kojih su najvažnija tri: učestalost grejanja klupa, ili uključenje podnog grejanja, ili veličina odavanja toplote kao i zapremina prostora. Tačnije, odnos grejne površine odnosno odavanja toplote prema površini prostora.

Iz rezultata navedenog ispitivanja očekujem negativnu ocenu grejanja klupa, tako da pretpostavljajući očekivani rezultat, može da se kaže da se grejanje klupa sme prihvatiti samo onda, ako ima manje redova sedišta i ukoliko je uključivanje ovog grejanja u toku nedelje rede: za manju crkvu, u kojoj se pored retkih venčanja i pogreba, održava jedino nedeljna služba božija, grejanje se montira za prva četiri reda za starije osobe, decu ione "zimogrožljive", teče i ubuduće predstavljati, posebno sa stanovišta zaštite objekata kulture, i finansijski najracionalnije rešenje. Čak i ako neupućeni rukovodilac grejanja klupa, isključivo iz ekonomskih razloga, ne zloupotrebljava ovaj vid grejanja prostora, otpada i ovaj negativan argument za bilo koje - čak i ono dobro! - podno ili vazdušno grejanje: mogu se naprezati koliko god hoće konzervator, restaurator, projektant ili izvođač, obim oštećenja u najvećoj meri određuje korisnik.

Ovaj nedostatak važi, dakle, i za "dobro" podno grejanje. Uz već spomenute bitne argumente odnosa grejne površine prema površini prostora, tu je još temperatura prostora koju treba postići u području gde se nalaze vernici. U drugim prilikama važna "osetna temperatura" koja zavisi od kretanja vazduha, a pre svega od udela zračenja površine prostora, može se ovde u većini slučajeva zanemariti, ako se pri toj oceni previde negativni uticaji promaje i pozitivni od podnog grejanja.

Prema dosadašnjim saznanjima, rezultati istraživanja se još uvek ne mogu jednoznačno proceniti. Moraće se i dalje odbijati podno grejanje, ukoliko je veća razlika navedenih površina i to isključivo u vezi sa argumentom - kojim intenzitetom treba grejati. Ukoliko su svi zainteresovani složni da podno grejanje treba da služi samo temperiranju sloja vazduha blizu poda i da se maksimalne temperature uspostave na relativno niskom nivou, smanjuje se i težina ovog argumenta. Međutim, ovde još postoji problem opisane zavisnosti od načina korišćenja postrojenja, pošto je podno grejanje dimenzionisano tako da pri spoljnoj temperaturi od -18°C obezbedi unutrašnju od +10°C, a korisnik ga zloupotrebljava u ostatku perioda sa unutrašnjim temperaturama do +15°C, čak +18°C. Ovde postoji jedno "rešenje", koje međutim pri boljem razmatranju takođe otpada: da se umesto toplovodnog podnog grejanja, koje svojom temperaturom razvodne vode olakšava korisniku takvu zloupotrebu, uvede električno podno grejanje, čija se priključna snaga ograniči tako da se mogu postići samo vrednosti vazduha. Do jačeg grejanja može doći samo pri višim spoljnim temperaturama, ali tada postoji priliv vlažnosti sa spoljnim vazduhom, što znači ujedno i povećanje unutrašnje vlažnosti koja je u "sigurnom" opsegu.

Grejni efekat vazdušnog grejanja može da se prikaže samo na drugi način. Ono mora da obezbedi grejanje celokupne vazdušne mase, a sa njom i cele površine prostora i sve to na takav način da sistemski uslovljeni nedostaci dođu što manje do izražaja. To se naročito odnosi na raspodelu toplote u vazduhu, koji je istovremeno medijum prenosa čestica prljavštine. Praktično, dobro vazdušno grejanje treba da raspodeli toplotu sa što manje kretanja vazduha po prostoru, što pretpostavlja optimalnu raspodelu na ulaznom otvoru, a isključuje bilo kakav režim sa naglim promenama, pošto je to uslovljeno visokom temperaturom vazduha i velikom brzinom dovođenja vazduha.

Istovremeno svi vidovi prljanja dobijaju u značaju: ukoliko, na primer, lokalna konfiguracija dozvoljava samo jedan položaj otvora za ubacivanje vazduha u ulaznom delu, onda se to mora negativno oceniti sa stanovišta toplovazdušnog grejanja (upotreba sveca na primer u hodočasničkim crkvama, ili u toku koncerata u salama zamkova). U oba slučaja, stanje se može ublažiti odgovarajućim filtrima, što se sa druge, funkcionalne, strane nikako ne može smatrati praktičnim. Kontrola efikasnosti filterarskog uloška pokazuje, naime, vrlo često da je lice zaduženo za njegovu zamenu i čišćenje ili suviše lenjo, ili nekvalifikovano, jer se ne pridržava propisanih intervala čišćenja.

Ukoliko se kao glavni argument razmatra, kao što je na početku ovog priloga detaljno opisano, mogućnost ravnomernog grejanja površina, u cilju izbegavanja prljanja, ili bar neravnomernog prljanja koje upada u oči, upravo toplovazdušno grejanje nudi takvu prednost. Ta prednost se ne može umanjiti, kao što je navedeno u dva primera, specifičnostima, ili čak okrenuti u svoju suprotnost, nju treba ceniti prema raspoloživim građevinskim rešenjima, u prvom redu prema zapremini prostora. To znači da važi da je ova prednost izrazitija ukoliko je prostor veći, ili opet malo preciznije, onoliko koliko je sistem podnog grejanja nepovoljniji, shodno odnosu grejne površine prema površini prostora. Sigurno je da je skuplje stalno grejati celokupan prostor, umesto grejanja klupa samo nekoliko sati, što znači da odlučujuću ulogu ima frekvencija korišćenja.

Pored veličine prostora, za procenu je važna i učestalost bogoslužjenja, venčanja, koncerata, sednica i sličnog. Najmanje što se može uopštiti za crkve, je da se one veće u opštinama koriste znatno češće, ali to je ipak samo jedan od argumenata, tako da opet moramo da odlučujemo od slučaja do slučaja.

Mogućnost regulacije nekog grejnog postrojenja je sledeći argument. Čak i najbolje podno grejanje je zbog mase podne konstrukcije slabije u tom pogledu od toplovazdušnog, pri čemu se mora imati u vidu, da se kao ograničavajući faktor sposobnosti regulacije ne uzimaju tehnički, ili građevinsko-fizički kriterijumi, nego lokalna konfiguracija delova objekta. Dva ekstremna primera mogu ovo učiniti jasnijim: pozorišna sala oko bine, binsko postrojenje i prolazi, garderobe obuhvaćene foajeom - u maksimalnoj su meri odvojeni od spoljnih vremenskih uticaja. Dopunsko opterećenje od toplotnih i dobitaka vlage od publike je fiksirano izvođačkim programom; projektovana regulacija naprosto uzima u obzir ove uticaje. Drukčije je u crkvi ili sali jednog zamka, koji su uz to zastakljeni sa svih strana staklom optočenim olovom. Svako probijanje sunca kroz oblake remeti toplotni bilans u unutrašnjosti gra-devine, tako da grejanje treba po mogućnosti brzo da reaguje.

Kod toplovazdušnog grejanja postoje znatne razlike u regulaciji. Konvencionalni sistemi vazdušnog grejanja, koji se i da-nas nude, imaju samo tzv. "stop-and-go" regulaciju, što znači da termostat u prostoriji uključuje i isključuje ventilator, pa se kretanje temperature u prostoriji može prikazati po talasnoj zakonitosti. Bolji vazdušni sistemi grejanja imaju ventilatore koji rade na više stepeni, ali, po pravilu, temperatura ulaznog vazduha ostaje stalna, ili u najboljem slučaju u nekoliko stepena, zavisno od spoljne temperature. Veliko poboljšanje je doneo sistem toplog vazduha, pri kom se energija u vidu tople vode razvodi pojedinim toplotnim stanicama, poznatim pod na/ivom "Mahr-Calor-System". U ovom sistemu, pored mogućnosti da se temperatura razvodne tople vode reguliše klizno, stoji još na raspolaganju, od stanice do stanice, mogućnost regulacije ventilatorskog protoka. Nasuprot svim uobičajenim toplovazdušnim sistemima, ovde se može posebno regulisati odavanje toplote po svakoj pojedinačnoj ulaznoj rešetki. Naime, dok se sa sigurnošću može pretpostaviti da je u razuđenom crkvenom prostoru apsolutna vlažnost vazduha svuda

približno jednaka, to nije slučaj sa temperaturom koja može biti veoma različita, a time i relativna vlažnost vazduha od jednog do drugog dela prostora. Te razlike mogu biti nepoželjne ili poželjne; u drugom slučaju, sistem sa decentralizovanim toplovazдушnim stanicama omogućava specifično delovanje prema posebnim zahtevima.

U grejno-tehničkom delu ovog priloga, opisane su sve prednosti i mane, nastale direktno ili indirektno, u zavisnosti od relativne vlažnosti. Čak i kad nije tačno da grejanje snosi isključivu krivicu za njeno sniženje, ostaje činjenica da bilo kakvo grejanje, makar i temperiranje, u trajnom delovanju smanjuje relativnu vlažnost. Pristajanje na neki sistem grejanja ili temperiranja, znači uvek, mada neizgovoreno, odobravanje smanjenja relativne vlažnosti. Kao logična posledica toga, moraju se izbegavati bilo kakve mere koje vode daljem sniženju relativne vlažnosti u takvom prostoru. Konzervatori i restauratori su dosada namerno, najčešće u žurbi, previđali glavni uzrok tome: veliki broj izmena vazduha u crkvama i salama. Neki zamak, većnica ili crkva se mogu predstaviti prema vazдушnom strujanju, kao brane. Velika građevina, koja često stoji usamljeno, okružena znatno nižim objektima, izaziva mnogo veće razlike pritisaka između vetrovite strane i zavetrine, nego što je to slučaj u ostalim delovima grada. Uz to, po pravilu su prozori na takvim istorijskim građevinama, jednostruko zastakljeni, a stakla najčešće optočena olovom, što opet daje veću propustljivost kroz fuge nego moderni prozori sa zagitovanim staklima.

Sve ovo izaziva infiltraciju kroz fuge i povećan broj izmena vazduha koji nije poznat ni u približnoj meri kod drugih objekata. Što je spoljna temperatura niža, to je apsolutna vlažnost vazduha manja. To znači da sve što se dobije u vlazi u crkvi, putem isparavanja iz poda i zidova, biljaka i čišćenja, a naročito u vremenu poseta, bude suviše brzo "izduvano" kroz nezaptivene prozore i vrata.

Nažalost, ovo nije sve, pošto jednostruko zastakljeni prozori dovode do dopunskog i štetnog susenja vazduha u unutrašnjem prostoru: ta stakla su visoko efikasne kondenzacione površine. Svaka kapljica na prozoru oduzeta je od vlažnosti već inače suvog vazduha u crkvi. To funkcioniše utoliko "bolje", ukoliko se pri nižim spoljnim temperaturama jače greje; a to su upravo najštetniji preduslovi za suviše nisku relativnu vlažnost vazduha u crkvi.

I opet se konzervator, svestan svoje odgovornosti, nalazi pred izborom između dva zla: ako se prostor greje, mora da zahteva bolje očuvanje zimske vlažnosti u prostoru, dvostruko zastakljenje, i druge mere za smanjenje izmena vazduha, mada se u većini slučajeva neće usuditi na te mera iz razloga zaštite autentičnosti kulturnog spomenika. Ovde je neophodna promena stava, tako da se stvarno sa saznanjem o štetnosti oba

rešenja odgovorni odlučuju od slučaja do slučaja, na osnovu stručnog odmeravanja, za manje zlo. Sasvim je lako moguće, da bi iznuđeno grejanje zahtevalo dvostruko zastakljivanje i zatvaranje prostora oko ulaza, da bi se spasla oprema, što bi dovelo do odbijanja celog projekta grejanja.

Sušтина svega rečenog je koliko jednostavna, toliko i tužna. Tokom poslednjih godina, delom iz neznanja, delom iz straha, ali i zbog ignorisanja odavno poznatih činjenica, usvojeni su neki okviri uslovi, koji uglavnom nisu ničim opravdani, a u pojedinim slučajevima su čak i opasni. Ti uslovi se mogu danas označiti i kao priznati tehnički propisi, što ne znači ništa drugo nego da se neko poslužio sobom protiv sopstvene savesti, da bi u slučaju štete, odabrao pravno bezbedniju stranu. Zbog toga je najhitnije potrebno da u cilju zaštite nama poverene građevinske supstance i u njoj smeštenog kulturnog blaga, a u pojedinim tačkama promenimo način razmišljanja i da, pre svega, ne dajemo dogmatski prednost ovom ili onom vidu grejanja, nego da u svakom posebnom slučaju, na bazi postojećeg stanja, razradimo za konkretni slučaj optimalni koncept grejanja.

U smislu postojećeg stanja, treba prvo dobiti podatke o mikroklimi, pri čemu nije dovoljan termohigrografski pisac, već i temperature površina u prostoru kao i tipično kretanje vazduha uslovljeno položajem površina i zastakljenjem. Pritom je važno da se obuhvate ne samo zimska stanja, nego i letnja, pošto grejno postrojenje može da bude uvek korisno pomoćno sredstvo za smanjenje špičeva vlažnosti, koji za opremu mogu biti isto tako opasni kao i preteći minimumi vlažnosti.

Odbijanje grejanja neke crkve ne može biti zasnovano na posebnoj kvalitetu opreme, nego se mora imati dokaz zbog čega nastaju promene usled grejanja u tom prostoru, koje se moraju označiti kao štetne. Čuvanja spomenika kulture ne može vise da iznuđuje prioritet zaštite - opreme ili unutrašnjih površina; po pravilu, jedno isključuje drugo. Uvek očekivane inovacije od strane industrije u stvari ne treba odbacivati. Ali ne može se očekivati neko odlučujuće poboljšanje: suptilnija regulacija je tehnički moguća, ali u praksi je bez smisla, a bitnija promena odavanja toplote ne može se zamisliti čak ni teoretski.

Gorka potreba objašnjava na kraju političku težnju da se i zimi priređuju prijemi u salama zamkova, ili verovatno pogrešno usmerenu procenu crkvenog velikodostojnika da putem grejanja odmeri lični prestiž povećanim brojem vernika u crkvi. U svakom slučaju, takav stav pokazuje nedostatak svesti da to što je povereno političaru ili crkvenom velikodostojniku predstavlja naše kulturno nasleđe koje se ni na kakav način nažalost, ne može ponoviti.

Prema crkvi i grejanje

Do sada su se problematikom zaštite i čuvanja spomenika kulture bavili skoro isključivo drugi profili stručnjaka, a ne i termotehničari. To je donekle logično, s obzirom da recimo sakralni objekti kod nas nisu imali instalacije grejanja niti provetranja, bar ne one u savremenom tehničkom smislu. Situacija sa ostalim istorijskim objektima koji predstavljaju kulturnu baštinu je slična, ili još nepovoljnija u termotehničkom tretmanu. Autor rada, Klaus Arent, razmatra ovu materiju iz više aspekata i to izvan uobičajenih šablona. Redakcija i deo čitalaca se neće složiti sa njegovim postavkama i zaključcima baš u celini, ali time se ne umanjuje značaj njegovih intrigirajućih teza, koje upravo vapiju za raspravom. Ipak, treba dati i neke orijentacione dopune, tj. naglasiti bitne razlike između npr. pravoslavnih, protestantskih i katoličkih hramova.

Prva i najvažnija razlika je što vernici prilikom službe božije u pravoslavnim hramovima ne sede, već stoje. Dakle, uopšte nema nikakvih redova klupa ili sedišta.

Drugo, u pravoslavnim hramovima najvredniji deo kulturnog blaga u opremi su zidne freske, bar u velikoj većini slučajeva, dok u hramovima ostalih dveju konfesija postoje ikone, slike, drvene rezbarije, tapiserije i si. Mada se i u pravoslavnim crkvama mogu naći vredni primerici i takvih predmeta, po obimu i značaju oni ipak dolaze u drugi plan.

Arhitektonski oblici pravoslavnih hramova su sa termotehničkog stanovišta uglavnom povoljniji u odnosu naročito na zapadne crkve gotskog stila. Međutim, stav autora, koji mo-

ramo bezuslovno podržati, je da se u ovom poslu moramo kloniti bilo kakvih generalnih recepata koje će važiti univerzalno za sve objekte ovog tipa. To ne samo da bi bilo pogrešno, već" i izuzetno opasno, imajući u vidu posledice koje se ne bi mogle otkloniti. Svaki objekat se mora posebno analizirati i za svaki se mora naći specifično, a nikako konfekcijsko rešenje. Pri tome moramo imati u vidu njegov stav, i složiti se sa njim, da nema optimalnih rešenja koja će pokriti sve ugrožene delove opreme kulturnog blaga koje treba zaštititi, a ujedno dobiti prihvatljive uslove komfora za vernike, posetioce i druge.

Imajući u vidu da je autor svoj rad pisao za zapadne zemlje, u prvom redu za Nemačku, nije ni čudo što se izuzetno trudio da diplomatski izbegne definitivnu i eksplicitnu ocenu pojedinih

vidova grejanja, primenljivih u ovakvim objektima. Ipak, iz verovatno nekog svog razloga je na kraju podlegao iskušenju i postavio se navijački u odnosu na navodne prednosti vazdušnog grejanja. Takve prednosti je, kako i sam kaže teško dokazivati, ali investicioni i pogonski troškovi jednostavno eliminišu takva rešenja u većini praktičnih slučajeva.

Neka nam bude dopuštenom da iznesemo tvrdnju o neizbežnosti uključivanja termotehničkih stručnjaka u razmatranje ove problematike, jer improvizacije na širem planu primene i u dužem periodu, mogu imati katastrofalne posledice po stanje našeg kulturnog blaga.

Vladimir Lapčević, dipl inž

Povodom članka Klausa Arenta

Crkve o kojima je reč u članku K. Arenta, spadaju u kategoriju u Literaturi poznatu pod nazivom "zgrade koje se retko greju", mada je autor u istu grupu stavio i velike prostore starih zdanja, koji ipak imaju nešto drukčiju problematiku. Za nas su međutim interesantni samo objekti iz prve grupe, tj. crkve (koje se retko greju), pošto nam istorija nije bila naklonjena da bi nam ostavila u nasleđe građevine iz druge grupe.

Ono što nije diskutabilno u radu K. Arenta je tvrdnja da su neki delovi građevine, a pre svega opreme (pogotovu drvene), osetljivi na nagle promene temperature i relativne vlažnosti vazduha. To je značajno za naše stare (a i novije) crkve i manastire, u kojima su ikonostasi - često od neprocenjive umetničke i istorijske vrednosti - obično pravljeni od drveta (i to umetnički rezbarenog), pa je veoma važno da se ne oštete grejanjem (freske izgleda nisu tako osetljive, pošto ih je nemali broj preživeo do današnjih dana, uprkos atmosferskim uticajima, razaranjima, nebrizi i dr.). Kao ilustraciju navedimo podatak da je ne tako davno, u Galeriji SANU, u Beogradu, priređena izložba delova starih ikonostasa iz nekih vojvodanskih crkava. Mada Galerija ima instalaciju klimatizacije, koja može da obezbedi zahtevanu temperaturu i vlažnost vazduha, ipak je za vreme izložbe zapaženo da su neki eksponati pretrpeli oštećenja. Razlog su bile upravo nagle promene uslova u kojima su se eksponati našli.

To znači da je jedan od važnih uslova za instalacije grejanja crkava da promene temperature, do kojih dolazi usled rada ovih instalacija, budu dovoljno stare. Već sam taj podatak govori da bi prednost imale instalacije sa velikom toplotnom inercijom (na primer panelna grejanja). Među tim, bilo bi važno da se utvrdi šta znači "dovoljno sporo", odnosno koja je ta najveća dozvoljena brzina promene temperature.

Što se tiče relativne vlažnosti vazduha, nema pouzdanih podataka koja je to vrednost koja bi bila optimalna za očuvanje enterijera (pre svega onog od drveta) u crkvama. Podatak koji u svom članku navodi K. Arent, da prilikom promene temperature od 1 K odgovara promena relativne vlažnosti od 5% je najblaže rečeno nepouzdan i ne može se uzeti kao univerzalno pravilo.

Ono što bi u našim uslovima bilo specifično i odudaralo od razmatranja u Arentovom članku, bio bi način korišćenja pravoslavnih bogomolja, odnosno pravila ponašanja vernika za vreme obreda. U pravoslavnim crkvama vernici za vreme službe ne sede već stoje, a kada još dodamo da i u zimskim uslovima na sebi zadržavaju odeću koju su imali napolju, onda postaje jasno da mi još pouzdano ne znamo koja bi to temperatura vazduha (i zidova) trebalo da se održava zimi za vreme bogoslužjenja u crkvi, odnosno koja je to optimalna temperatura koja treba da zadovolji dva oprečna zahteva: čuvanje vrednih delova enterijera i obezbeđenje nekih minimalnih uslova ugodnosti kako za vernika, tako i za sveštenike koji obavljaju bogoslužjenje. Drugim rečima, još nije na stručan način utvrđena zimska unutrašnja projektna temperatura za pravoslavne hramove.

Najzad, recimo na kraju, da tema grejanja crkava u nas nije samo neko akademsko pitanje. Dovoljno je da recimo na Božić, ili nekom drugom prilikom u zimskom periodu, uđemo u neku od beogradskih crkava. Gotovo je sigurno da ćemo ugledati kalorifere sa električnim grejačima kako duvaju topao vazduh iznad glava vernika. To će nas besumnije uveriti da je grejanje crkava u nas sasvim praktično, čak i vrlo aktuelno, pitanje.

Aleksandar Stefanović, dipl inž