

Opšta problematika klimatizacije robnih kuća*

Porastom standarda života, povećava se i kupovna moć ljudi, kao i njihovi prohtevi. Pored proizvoda koji zadovoljavaju opštu potrebu, ljudi sve više kupuju proizvode koji služe za zabavu, za ukras, za ugodniji boravak, lakši rad u kući i sl. Primećeno je da su kupci često i neodlučni i da je, u takvim slučajevima, vrlo korisno da roba bude izložena neposrednom pogledu ljudi, kako bi se kupcu nametnula. Takav pristup prodaji robe doveo je do potrebe za povećanjem raznovrsnosti i asortimana proizvoda, a posebno za centralizacijom prodavnica najrazličitije robe. Tako se počelo sa izgradnjom objekata sa velikim prodajnim prostorima, koji su dobili naziv robne kuće.

Robne kuće su počele da se u svetu grade krajem XIX veka, kao zamena tadašnjim velikim, ali otvorenim prodajnim prostorima, koji nisu pružali zaštitu ni robi, ni kupcima od atmosferskih nepogoda i spoljne klime. Te nedostatke je robna kuća trebalo da prevaziđe i da se sa dodatnim kvalitetom prodaje svaki od posetilaca, na nenametljiv način, preobrati u dobro raspoloženog kupca. Poboljšava se ambalaža proizvoda, koja postaje uočljivija i lepša, a uporedo sa brigom o kvalitetu proizvoda vodi se računa o sigurnosti kupca, njegovom prijatnom boravku u robnoj kući i osećaju termičke ugodnosti, sve u cilju oslobođenja čoveka od svih spoljnih uticaja i njegovog usredsređenja samo na izloženu robu.

Ostvarenje određenih termičkih i higijenskih uslova sredine u robnim kućama moguće je

jedino primenom klimatizacije, posebno kada se radi o podnebljima sa velikim varijacijama spoljne temperature i vlažnosti, sa ostrim zimama i toplim letima.

Robne kuće se razlikuju po svojoj arhitekturi i raznovrsnosti namene prodajnog prostora, pa se i klimatizaciona postrojenja u njima razlikuju od slučaja do slučaja. Arhitektura današnjih robnih kuća je veoma moderna. U svom sastavu imaju velike samoposluže za prehrambenu robu, garaže za automobile kupaca, butike, odeljenja za čuvanje i igru dece posetilaca, restorane, kuhinje, sanitarne prostorije i velike magacine. U svim ovim prostorijama koje se razlikuju po broju posetilaca, vremenu njihovog zadržavanja, izvorima toplote i mirisa, treba obezbediti najpovoljnije uslove sredine. To znači da će klimatizaciona postrojenja biti raznovrsna, izdvojena u posebne sisteme i prilagođena specifičnostima enterijera.

Pored stvaranja uslova ugodnosti, klimatizacija tokom cele godine obezbeđuje prečišćen svež vazduh u robnoj kući, smanjuje prodiranje nečistoće i prašine u robnu kuću, a samim tim olakšava održavanje čistoće prodajnih prostora. Izložena roba se ne prlja, a izbegnuto je i njeno kvarenje.

UNUTRAŠNJI PROJEKTNII PARAMETRI

Uslovi ugodnosti ljudi predstavljaju zbir mnogih činilaca, koji neposredno utiču na osećaj ugodnosti ljudi i ne mogu se definisati kao apsolutne vrednosti, jer zavise od svakog pojedinog čoveka. Glavni činioci koji utiču na ugodnost, a koji se mogu definisati i meriti i pomoću kojih se definišu termički uslovi

sredine su: temperatura, vlažnost, brzina strujanja vazduha i čistoća vazduha.

Unutrašnja projektna temperatura u prodajnim klimatizovanim prostorijama kreće se od 19 do 24°C pri minimalnim zimskim projektnim uslovima i od 24,5°C do 27°C pri maksimalnim letnjim projektnim uslovima, u zavisnosti od drugih uticaja na uslove ugodnosti, a uglavnom od brzine strujanja vazduha.

Za robne kuće u klimatskim uslovima Jugoslavije usvaja se letnja unutrašnja projektna temperatura od 26°C i relativna vlažnost vazduha $\varphi = 50\%$ u letnjem periodu. U zimskom periodu unutrašnja temperatura vazduha je 20—22°C, dok je relativna vlažnost određena mogućnošću pojave kondenzacije vlage na staklenim površinama. Do kondenzacije vlage doći će ako unutrašnja temperatura staklene površine bude niža od temperature tačke rose vazduha u prostoriji.

Staklene površine se u najmodernijim robnim kućama izbegavaju, pre svega u cilju smanjenja toplotnih gubitaka zimi i dobitaka leti. Ako ih ima, onda su to obično izlozi u prizemnom delu zgrade. Ako su izlozi izvedeni kao izdvojeni prostori, oni se zagrevaju posebnim sistemima, bilo dovođenjem pripremljenog vazduha, bilo ugrađivanjem grejnih tela. Kada su u pitanju vazdušni sistemi onda se vazduh može uzimati iz samog prodajnog prostora. Vazduh se obično ubacuje duž staklene površine, kako bi se staklo zagrevalo na višu temperaturu od kritične temperature pri kojoj se javlja kondenzacija.

Kod izloga koji nisu odvojeni od prodajnog prostora, u zonu kojoj pripadaju izlozi može se posebnim sistemom dovoditi

* Ovaj članak je napisan prema materijalima koje su obradili studenti Mašinskog fakulteta u Beogradu, u svojim diplomskim radovima, pod mentorstvom prof. dr Branislava Todorovića.

vazduh potrebnih parametara. Vazduh se i u ovom slučaju može ubacivati kroz otvore koji omogućavaju da vazдушna struja klizi duž stakla. Međutim, primenjuju se i takva rešenja u kojima se ne predviđa izdvojeni sistem za zonu izloga. U tom slučaju se posebno vodi računa da prvi red otvora za ubacivanje vazduha bude tako postavljen da obezbeđuje da vazдушna struja zapljuskuje staklo. Koji će se od ova dva sistema primeniti zavisice od mnogih faktora, pre svega od arhitektonskog rešenja, mogućnosti vođenja kanala i ekstremnih spoljnih temperatura. Za naše klimatske prilike bolje je rešenje izdvajanje zone izloga u poseban klimatizacioni sistem, odnosno u izdvojenu zonu primenjenog sistema.

Što se tiče brzine strujanja vazduha u prostoru u kome borave posetioци robne kuće i prodavci, važe kriterijumi propisani za komfornu klimatizaciju. To znači da treba težiti brzini od 0,25 m/s, jer brzine veće od ove izazivaju neprijatan osećaj promaje, što nije toliko nepovoljno za posetioce koji su u stalnom pokretu, koliko za lako odevene prodavce i prodavačice.

USLOVI VENTILACIJE

Svaka prostorija u kojoj ljudi borave zahteva i izvesnu količinu svežeg vazduha za uspešno i potpuno održavanje uslova udobnosti kao i uslova higijene. U prostorijama u kojima je velika koncentracija ljudi potrebna je velika količina svežeg vazduha za nesmetano disanje i odstranjenje mirisa. Ona se mora obezbediti prinudnim putem i u neophodnoj količini.

Potrebna količina svežeg vazduha na čas za prodajne i druge prostorije robne kuće daje se na osnovu površine prostorije, prema broju ljudi koji se u njoj nalazi ili u vidu broja izmena vazduha celokupne zapremine prostorije na čas.

Ako lokalnim normativima nije drukčije propisano, u robnim kućama treba ići sa 30 m³/h svežeg vazduha po osobi. Ovaj podatak odgovara normalnim uslovima za zadovoljavanje odstranjivanja mirisa i obezbeđenja potrebnih uslova za disanje.

U posebnim odeljenjima robne kuće, kao što su prostori sa bojama i restoran, veće količine svežeg vazduha obezbeđuju se zavisno od potreba. Ove prostorije, u cilju sprečavanja širenja mirisa ka drugim prostorijama, zahtevaju sistem ventilacije, odnosno klimatizacije koji će održavati potpritisak u tim prostorijama.

SPECIFICNOSTI DOBITAKA I GUBITAKA TOPLOTE

Za veličinu gubitaka odnosno dobitaka toplote u robnim kućama značajni su isti faktori kao i kod ostalih velikih objekata, ali i neki koji su specifični za robne kuće.

Lokacija robne kuće znatno utiče na toplotne gubitke i dobitke i neophodno je poznavati je pri određivanju istih. Za određivanje toplotnih gubitaka zimi važna je vetrovitost predela. Nije svejedno da li je zgrada izložena vetru sa jedne ili dve strane, ili je zaklonjena od strane drugih zgrada, posebno ako su vrata stalno otvorena. U letnjem periodu je dobitak toplote znatno manji ako je zgrada u senci drugih.

Veličina robne kuće, kao i lokacija u gradskom naselju, ima znatnog uticaja na toplotno opterećenje preko broja ljudi koji u nju dolaze, kao i na promenu tog opterećenja.

Ukoliko se robna kuća nalazi u trgovačkom centru grada ili je jedini prodajni centar robe u nekom odvojenom perifernom naselju grada ili samom gradu, opterećenost ljudima će biti veća i približno jednaka tokom celog dana, za razliku od neke robne kuće na periferiji grada gde će se znatno osetiti varijacija u opterećenju od ljudi tokom radnog vremena.

Arhitektonsko rešenje objekta, prvenstveno izloga i prozora, njihovog broja, veličine, tipa i orijentacija ima velikog uticaja prvenstveno na toplotne dobitke leti, a i gubitke zimi. Tip prozora, oblik izloga i udeo ukupne staklene površine ima uticaj preko koeficijenta prolaza toplote, jer je on veliki za staklo.

Još znatniji uticaj na dobitke leti ima veličina prozora, kao i njegova orijentacija prema

stranama sveta. Prozori okrenuti jugu i istoku imaju velike dobitke od sunčevog zračenja, dok su još nepovoljniji oni okrenuti prema zapadu, pošto su u popodnevним časovima, kada je temperatura spoljnog vazduha visoka, a uglovi sunca mali, toplotni dobitci veliki.

Robne kuće sa velikim prozorima su obično građene sa zaštitnicima koji prave senku, te na taj način smanjuju veliko direktno sunčevo zračenje. Pored ovog, prozori se grade sa zaštitnim žaluzinama, zastorima, a i od specijalnog stakla koje smanjuje efekat sunčevog zračenja.

Nove robne kuće se grade sa što manje prozora i staklenih površina, kako bi se smanjio uticaj sunčevog zračenja na opterećenje. Ukoliko i postoje takve površine, a to su obično izlozi, pribegava se takvim konstrukcijama koje će ih štititi, praveći senku.

Važno je napomenuti da izbacivanje prozora iz ovih konstrukcija smanjuje uticaj sunčevog zračenja, ali istovremeno postavlja veći zahtev za osvetljenjem. Osvetljenje je uključeno preko čitavog dana i opterećenje od njega postaje znatno.

Toplotni dobitci od svetla određuju se prema snazi instalisanih svetiljki, njihovom broju i tipu. Obično se daje snaga svetiljki po jedinici površine pod prodajnog prostora. Snaga u svakom slučaju zavisi od jačine osvetljenja, dok jačina osvetljenja zavisi od vrste robe koja je izložena. Svetlija roba zahteva slabije osvetljenje, a tamnija jače. Na jačinu osvetljenja utiče i prodor dnevnog svetla kroz prozore.

Ako projektant nema tačne podatke o snazi svetla, treba računati da snaga svetiljki za spratove i prizemlje robne kuće iznosi oko 32 W/m², a za samousluge oko 50 W/m². Ove vrednosti se odnose na fluorescentne svetiljke koje daju jače osvetljenje nego obične svetiljke za istu snagu.

Toplotni dobitci od osvetljenja zavise i od vremena uključenosti osvetljenja.

Toplotni dobitci od pogonskih agregata potiču od toplote koju odaju elektromotori uređaja postavljenih u prodajne prostore robne kuće, a to su najčešće elektromotori pokretnih stepenica,

liftova itd. U robnoj kući se obično nalaze automati za osvežavajuća pića, prženje kokica, aparati za fotografisanje i fotokopiranje, pa je potrebno u račun uzeti i toplotu koju oni oslobađaju.

Toplotni dobiti od ljudi predstavljaju znatan udeo u opterećenju robnih kuća. Određivanje toplotnog opterećenja od ljudi nije jednostavno, jer zahteva poznavanje broja ljudi koji u određenom trenutku borave u robnoj kući. Nije dovoljno odrediti samo broj ljudi, već i njihovu koncentraciju u pojedinim prodajnim prostorima.

Pojedini prodajni prostori na kojima je izložena roba široke potrošnje su više zaokupljeni kupcima, koncentracija ljudi u njima je veća. Prilikom uređenja robne kuće, više se prodaje roba smeštena u prizemlju i na nižim spratovima, te je i koncentracija kupaca na tim mestima veća. Može se sa sigurnošću reći da se broj posetilaca smanjuje po spratovima. Ispitivanja su pokazala i to da se najveći broj ljudi koji uđe u robnu kuću zadržava u neposrednoj blizini ulaza. O ovome treba voditi računa prilikom projektovanja kanala i postavljanja otvora za ubacivanje vazduha, zbog povećane potrebe za svežim vazduhom na ovim mestima.

Kada se analiziraju svi navedeni faktori, poznajući pre svega površinu prodajnog prostora, može se odrediti broj ljudi koji boravi u njemu, kao i njihova koncentracija na pojedinim mestima.

Važno je napomenuti da broj posetilaca zavisi od doba dana. Poznato je da je broj posetilaca neposredno posle otvaranja robne kuće mali i da se povećava tokom dana. Najveći broj posetilaca se javlja posle završetka kancelarijskog radnog vremena, kao i u večernjim časovima, pred zatvaranje robne kuće.

Treba istaći i to da i uređenost robne kuće i ekskluzivnost imaju uticaj na broj posetilaca. Što su robne kuće ekskluzivnije i više klase kvaliteta, brojnost kupaca je manja.

Pri proračunu toplotnih dobitaka od ljudi, broj ljudi se može izračunati smatrajući da je 66% od ukupne površine prodajnog

prostora neto površina, a da je ostatak pod nameštajem (policama, pultovima itd.). Obično se usvaja da jedan čovek dolazi na 1,5—2 m² neto površine prizemlja. Tako izračunat broj ljudi se smanjuje za 10% na prvom spratu, za 20% na drugom i za 30% na trećem spratu.

Ovako izračunat broj ljudi je maksimalan broj koji može da primi robna kuća i za taj maksimalan broj računa se toplotna opterećenja. Što se tiče vremena maksimalnih poseta, u našim uslovima one se javljaju u toku dana između 10 i 12, 14 i 16 i uveče između 18 i 19 časova.

Prilikom određivanja toplotnih dobitaka od ljudi potrebno je znati da odavanje toplote ljudi zavisi od temperature okoline, kao i od fizičke aktivnosti ljudi. Fizička aktivnost ljudi u robnoj kući svodi se na lagano kretanje.

Pošto dobiti toplote od različitih toplotnih izvora variraju tokom vremena, njihovi maksimumi se ne javljaju istovremeno. A kako je za projektovanje važan i ukupni maksimum dobitaka od svih izvora zajedno, preporučuje se crtanje zbirnog dijagrama opterećenja. Pri tome je u većini robnih kuća, posebno u onima sa malim udelom staklenih površina, osvetljenje gotovo stalno uključeno punim kapacitetom. Ako to nije slučaj, onda se mora poznavati jednovremenost uključivosti svetla tokom dana. Dnevni tok dobitaka toplote od transmisivnog prodora toplote kao i od sunčevog zračenja uvek se izračunava preko projektnih vrednosti spoljne temperature i sunčevog zračenja za dato mesto. Što se tiče dobitaka od ljudi, već je dat podatak kako se broj ljudi tokom dana menja. Imajući sve pomenute podatke, iz nacrtanog ukupnog toplotnog opterećenja se tačno uočavaju momenti kritičnih toplotnih opterećenja.

DISTRIBUCIJA VAZDUHA

Pri rešavanju raspoređivanja vazduha po pojedinim prostorima robne kuće treba voditi računa ne samo o dnevnim promenama toplotnog opterećenja, već i o konstrukcionom rešenju same zgrade i lokaciji elevatora, pokretnih i nepokretnih stepenica,

servisnih odeljenja, specijalnih prodajnih i drugih prostora koji imaju svojevrsan režim korišćenja itd. Isto tako su važna mesta na kojima su stubovi zgrade i plafonsko svetlo, kao i prodajni pultovi, rafovi za robu, vitrine. Sve su to elementi koji utiču na lokaciju otvora za vazduh i izbor njihovog oblika i karakteristika, kao i na trasu vođenja kanala.

Odeljenja sa različitim toplotnim opterećenjima i specifičnim radnim vremenom, koja imaju i posebne termičke aparate, kao i izvore zagađenja (kafé-bar, salon lepote, restoran, kuhinje i sl.) moraju se izdvajati na posebne klimatizacione sisteme. Ovi sistemi mogu imati zajedničke ili odvojene instalacije za hlađenje, što zavisi pre svega od ekonomske analize.

Prodajni prostori su uvek u nadprijetisku zbog sprečavanja nekontrolisanog prodora spoljnog vazduha kroz vrata i druge otvore, a i zbog onemogućavanja širenja neprijatnih mirisa iz drugih prostorija robne kuće.

Pripremljen vazduh se mora ubacivati u prostoriju tako da je u svakom delu prostora obezbeđena dovoljna količina i da se mogu savladati toplotni dobiti na mestu gde se pojavljuju.

Otvori za ubacivanje i izvlačenje vazduha moraju biti raspoređeni tako da zadovoljavaju i estetske uslove. Ne može se dozvoliti da oni budu razbacani po prostoru bez ikakvog reda, bez obzira na ostale uslove koje takođe moraju zadovoljavati. Prilikom rasporeda ovih otvora mora se strogo voditi računa i o tome gde su postavljene police za robu i sav ostali nameštaj, da ne bi remetili struju ubacnog vazduha. Isto tako, brzina kojom se ubacuje vazduh ne sme preći određene granice da se ne bi stvarao neugodan osećaj promaje, a poznato je da velike brzine vazduha kako u kanalima tako i u otvorima za ubacivanje povećavaju buku.

Celokupna zapremina vazduha prodajnog prostora treba da se izmeni za 10—12 minuta pri normalnom opterećenju. Ovaj uslov treba da obezbedi održavanje unutrašnjih projektnih uslova u određenim granicama. U protivnom, pri nagloj promeni

opterećenja (povećanje broja posetilaca i sl.) može doći do skoka ili pada temperature u prostoriji, a samim tim i pogoršanja uslova ugodnosti.

Kod velikih i skokovitih promena opterećenja potrebno je da se celokupna zapremina vazduha izmeni za kraće vreme. Povećanje ovog vremena može biti dozvoljeno kod sistema sa manjim opterećenjem i u prostorijama sa visokom tavanicom, gde gornji sloj omogućava izvesnu akumulaciju.

Pri dimenzionisanju kanala mora se voditi računa o smeštajnom prostoru kao i o ekonomičnosti. Obično vazduh u kanalima struji brzinom od oko 7 m/s, ali se u ovakvim objektima mogu dozvoliti i nešto veće brzine. Ako vazduh struji brzinom u granicama do 10 m/s, radi se o konvencionalnom sistemu klimatizacije. Danas se u klimatizaciji radi sa sve većim brzinama koje dostižu i 25 m/s u glavnim kanalima, a oko 15 m/s u ograncima (klimatizacija visokog pritiska). Presek pravougao-nih kanala se smanjuje, da bi se prešlo na okrugle glatke kanale, veoma praktične za izvođenje.

SISTEMI KLIMATIZACIJE

Najviše primenjivani način klimatizacije robnih kuća je poseban sistem za svaku zonu. U robnim kućama svaki prodajni prostor predstavlja jednu zonu; tako, prodajni prostor prizemlja je jedna zona, prodajni prostor prvog sprata druga itd.

Klimatizaciona komora svake zone ima dovod svežeg vazduha koji može da bude zajednički za više ili za sve zone, kao i dovod svog recirkulacionog vazduha. Ako postoji mogućnost, kako zbog konstrukcije same zgrade, tako i zbog dovoljno smeštajnog prostora, onda se na jednom mestu postavljaju klimatizacione komore dva sistema i to obično u suterenu. Komore druga dva sistema se postavljaju u tehničkoj etaži koja je obično u sredini vrlo visoke zgrade ili u potkrovlju niže robne kuće. Međutim, ako nema mogućnosti da se razvodni i povratni kanali vode kroz međuspratnu konstrukciju, onda klimatizacionu komoru svakog sistema treba postaviti na istom nivou sa zonom koja treba da se klimatizuje, u neku od odvojenih prostorija. Svež vazduh se obično dovodi iz zajedničkog kanala. Ako to nije moguće izvesti zbog konstrukcije zgrade, onda se za tu klimatizacionu komoru predviđa i poseban dovod svežeg vazduha, vodeći računa da poseban spoljni otvor za usisavanje svežeg vazduha ne kvari estetski izgled zgrade. Kod ovakvog načina klimatizacije svaka zona predstavlja posebnu celinu i može se isključiti iz rada nezavisno od rada drugih.

U nastojanju da se pređe na rešenje pomoću koga bi prodajni prostori mogli da se povećavaju, a da ipak svaki predstavlja posebnu zonu, koriste se sistemi sa višezonskom klimatizacionom komorom. Multiozonska klimatizaciona komora ima paralelno

spregnut grejač i hladnjak, tako da ukupna količina vazduha može u ekstremnim uslovima da prođe ili samo kroz hladnjak ili kroz grejač. Na izlazu iz klimatizacione komore nalaze se demperi koji omogućavaju da se topao i hladan vazduh za svaku zonu mešaju posebno u zavisnosti od zahteva pojedinih zona, tako da ukupna količina vazduha uvek ostaje stalna. On spada u sisteme stalne količine vazduha, a promenljive temperature. Koristi se u objektima sa više raznih prostora i zona koje zahtevaju individualnu kontrolu. Za primenu ovakvih sistema važno je da li se objekat sastoji od nekoliko velikih ili malih prostorija koje treba da budu individualno regulisane, da li se robna kuća sastoji od velikog prostora koji se deli u zone sa različitim izloženostima sunčevom zračenju i različitim promenama unutrašnjeg opterećenja, ili je prodajni prostor veliki po površini i sastoji se od jedne tipične unutrašnje zone sa neznatnim uticajem spoljne klime i tzv. periferne zone oko izloga i vrata sa izrazitim uticajem na toplotne dobitke i gubitke.

Ukoliko jednu zonu predstavlja veliki prodajni prostor koji je izložen raznim stranama sveta, može se vršiti zoniranje i tog prodajnog prostora postavljanjem zonskih dogrejača.

Nepovoljna strana postavljanja klimatizacione komore uz same prodajne prostore je što one zauzimaju dosta mesta i smanjuju prodajni prostor koji je danas sve skuplji.