Iskustva sa dvostrukim fasadama odnosno „klima"-fasadama (I deo)

Nemački stručni časopis "Ki Luft- und Kältetechnik" ima više godina stalnu rubriku pod nazivom „Forum za sve" (Ein Forum für alle), u kojoj na pitanja iz pojedinih oblasti struke odgovaraju poznati naučnici i stručnjaci. Radi se naravno o najčešće postavljanim pitanjima odnosno o tipičnim ili karakterističnim problemima nastalim u praksi, za koje odgovore ili rešenja nije lako naći ni u knjigama – ili je potrebno koristiti mnoge literaturne izvore.

Časopis „KGH" povremeno objavljuje prevode priloga u toj rubrici, birajući teme koje smatra interesantnim za naše čitaoce, odnosno uslove.

U ovom broju objavljujemo prvi deo diskusije o temi „Iskustva sa dvostrukim fasadama odnosno 'klima'-fasadama", prenesenu iz toga časopisa.

Kada se gradi novi objekat, uvek je korisno razmatrati i klima-fasade. „Druga koža" jedne zgrade pruža nekoliko prednosti, kao npr. zaštitu od buke i dejstva vetra, uštedu energije za grejanje, kombinovanje sa elementima za zaštitu od sunca. Nasuprot tome, investicioni i tekući troškovi održavanja, čišćenja i sl., povećani su.

Pitanja

1. Za koje tipove i koje visine zgrada se mogu preporučiti klima-fasade?
2. Koji tip dvostruke fasade ima prednost?
3. Koje su glavne prednosti pri opredeljivanju za klima-fasade: a) štednja energije; b) zaštita od uticaja vetra; c) zaštita od buke; d) izgled fasade?
4. Da li su prilikom izrade projekta potrebna i ekonomska razmatranja?
5. Treba li prilikom odlučivanja uzeti u obzir ekonomske kriterijume?
6. Da li će dvostruke fasade smanjiti ili potpuno isključiti termoventilacione uređaje?

Pitanja komentarišu: **dr Klaus Döge,** dipl. inž., Institut für Luft- und Kältetechnik GmbH, Dresden; **prof. dr Klaus Fitzner,** dipl. inž. i **dr Holger Krühne,** dipl. inž., Hermann Rietschel – Institut/Klimakoncept, Berlin; **Thomas Koch,** dipl. inž., Lahmeyer International GmbH, Frankfurt; **Detlef Makulla,** dipl. inž., i **dr Franc Sodec,** dipl. inž., Krantz-TKT, Bergisch Gladbach; **dr Eberhard Oesterle,** dipl. inž., DS-Plan, Stutgart; **prof. dr Karl Petzold,** dipl. inž., Institut für Bauklimatik, TU Dresden; i **dr Dieter Thiel,** dipl. inž., Schmidt Reuter Partner, Köln.

1. Za koje tipove i koje visine zgrada se mogu preporučiti klima-fasade?

Dr Klaus Dege: Teško je danas dati valjanu ocenu različitih tipova dvostrukih fasada, s obzirom da je relativno mali broj izvedenih i temeljno ispitanih takvih fasada. Poznato je da se toplotni uzgon u zgradi i u fasadi, kao i razlika vazdušnog pritiska prouzrokovana vetrom, mogu veoma jako menjati. Iz toga proizilazi da se u prelaznom periodu termička ugodnost može široko definisati. Leti je često neophodno dodatno hlađenje, npr. rashladnim plafonom, a zimi dodatno grejanje. Međutim, još nije dovoljno razvijena sigurnost planiranja ni fasade, ni tehnološke opreme zgrade. Iz tog razloga moraju se poboljšati i oprema i metode planiranja fasadnih sistema, kao pretpostavka za njihovu širu primenu.

Prof. dr Klaus Ficner i dr Holger Krine: Na pitanje za koje tipove i koje visine zgrada se mogu preporučiti klima-fasade, teško se može odgovoriti. Ne postoji nijedan određeni tip zgrade za koji bi one bile posebno pogodne. One će uglavnom uvek odgovarati reprezentativnim poslovima i upravnim zgradama sa više od tri sprata. Same fasade moraju biti glatke i jednostavne.

Tomas Koh: Klima-fasade se preporučuju za višespratne kancelarijske i poslovne zgrade sa ne suviše visokim unutrašnjim opterećenjem, u kojima dubina prostorija omogućava prirodnu ventilaciju preko prozora.

Detlef Makula i dr Franc Sodec: Na ovom mestu treba pre svega definisati izraz „klima-fasada". Sa termoventilacionim instalacijama govorimo o „klimatizaciji", kojom se garantovano kontrolišu: grejanje, hlađenje, vlaženje i sušenje vazduha. O tome kod dvostrukih fasada ne može biti govora, tako da izraz „klima-fasada" može, po našem mišljenju, samo da zavede nestručnjake. Bolje je upotrebiti izraz „dvostruka fasada".

Dvostruke fasade se mogu prvenstveno primenjivati na višespratnim urpavnim zgradama. Ovde dolazi do izražaja prednost duplih fasada jer se prozori mogu otvarati i pri jakom vetru. Osim toga, one su pogodne za zgrade locirane u prometnom, odnosno bučnom gradskom jezgru. Ne postoji ograničenje u pogledu visine zgrade, pri čemu su prednosti u pogledu zaštite od udara vetra na visokim zgradama veće.

Dr Eberhard Esterle: Generalno se može reći da dvostruke fasade ima smisla praviti u slučajevima kada je zgrada izložena velikoj bu-

ci i jakim vetrovima, kao i ukoliko se zgrada u dužem periodu godine može uspešno prirodno ventilisati kroz prozore. Za to su naročito pogodne kancelarijske i upravne zgrade sa pojedinačnim kancelarijama, koje se prema vrsti radnih mesta mogu prirodno ventilisati. To jednovremeno važi kako za niske, tako i za visoke zgrade. Neko opštevažeće ograničenje visine zgrade sa dvostrukom fasadom ne može se dati, jer ono zavisi od mnogih lokalnih uslova, a usled uticaja vetra, termičkog uzgona i raspodele potpritiska i natpritiska u zgradi. Značajnu ulogu pri tome imaju visina i oblik zgrade, veličina i raspored građevinskih otvora (prozora, vrata), kako u spoljnom omotaču zgrade, tako i u njenoj unutrašnjosti, pa i vrsta, udaljenje i visina susednih objekata.

Najviša zgrada sa dvostrukim fasadama, u čijem projektovanju je sarađivao pisac ovih redova, imala je 130 metara. Četiri druge zgrade koje su sada u izgradnji, odnosno za koje se rade projekti, biće visoke između 70 i 90 metara. Na ovakvim objektima prozorsko provetravanje mora se ograničiti do brzina vetra ispod 7 do 9 m/s, kako bi potrebna sila za otvaranje vrata na pregradnim zidovima, kada su otvoreni prozori na suprotnim fasadama (kako na onoj koja je izložena vetru, tako i na zaklonjenoj), bila u razumnim granicama. Takođe se mora voditi računa o sili koja, usled razlike pritisaka vazduha u zgradi (zbog dejstva vetra), deluje na unutrašnje zidove. Na jednom od objekata je posebnim merama za izravnanje pritiska postignuto da se prirodna ventilacija preko prozora može obavljati čak pri brzinama vetra od oko 18 m/s. Pri pažljivom interdisciplinarnom projektovanju može se za zgrade pomenutih visina računati da će u objektu u 50 do 60% kancelarijskog radnog vremena biti prirodnom ventilacijom obezbeđena prihvatljiva ugodnost.

Prof. dr Karl Pecold: Dvostruke fasade se preporučuju pre svega za zgrade koje znatno nadvisuju okolne objekte, te su posebno izložene vetru, kao i za zgrade koje su u zoni jakog saobraćaja, pa su izložene velikoj buci. U nekom daljem razmatranju, može se preporučiti i za postojeće višespratne stambene ili slične zgrade, koje treba energetski sanirati. Dvostruke fasade predstavljaju apsolutno ekonomičnu alternativu za sistem toplotne zaštite.

Dr Diter Til: Na ovo pitanje se ne može odgovoriti paušalno. Bitna svrha klima-fasade, tačnije – dvostruke fasade, jeste da omogući prozorsko provetravanje na zgradama koje bi inače morale imati zatvorenu fasadu, pošto, bilo zbog velike buke, bilo zbog jakog vetra, sa običnom fasadom držanje otvorenih prozora ne bi bilo moguće. Osim toga, dvostruka fasada omogućava jednostavnije postavljanje efikasnih štitnika od sunčevog zračenja u vetrovitim predelima.

Kako brzina vetra eksponencijalno raste sa povećanjem visine zgrade, to su visoke zgrade sigurno više predodređene za postavljanje dvostruke fasade. Sa gledišta zaštite od buke, međutim, moguće je da se i na nižim zgradama postavljanje dvostruke fasade pokaže opravdanim.

2. Koji tip dvostruke fasade ima prednost?

Dr Klaus Dege: Na osnovu dosadašnjih istraživanja, mi favorizujemo tip „kasetiranih prozora", pošto pri tome celokupni fasadni međuprostor stoji na raspolaganju za strujanje i transport toplote. Kod „kasetiranog šaht-sistema" neophodno je savladati dodatne gubitke pritiska. Osim toga, ceo sistem je komplikovan i teško je njime upravljati. „Fasade-zavese" su sa termičkog stanovišta pogodne ako visina zgrade nije velika, ili ako je na raspolaganju međuprostor znatne širine (dubine).

Radi poboljšanja fasade kasetiranih prozora mi trenutno ispitujemo međusobni uticaj sa integrisanim solarnim kolektorom, koji je uključen u sistem pripreme tople vode.

Prof. dr Klaus Ficner i dr Holger Krine: Kome tipu fasade će se dati prvenstvo, presudno zavisi od zadatka koji je postavljen. Ako treba da se zadovolji zaštita od buke, spoljna fasada mora da bude manje-više zatvorena, a međuprostor bi morao da bude odgovarajući. Ako treba samo da se obezbedi zaštita od sunca, onda je uglavnom svejedno koja će se fasada primeniti.

Tomas Koh: Tri poznata tipa duplih fasada su: fasada-zavesa, kasetirani prozori i šaht-kasetirana fasada. Do sada se kao najbolji pokazao kasetirani tip, koji obezbeđuje dobru zaštitu od saobraćajne buke, a smanjuje prenos zvuka između spratova.

Energetski i strujno-tehnički interesantna alternativa je šaht-kasetirana fasada. Odvodni šaht za više spratova omogućava korišćenje termičkog uzgona, pri čemu je ventilacija optimalna, naročito za sunčanih dana. Dodatno je moguće npr. zimi strujanje kroz šaht prigušiti posebnim klapnama, ili u letnjem periodu pospešiti dodatnim odsisnim ventilatorom. Radi dimenzionisanja otvora za dovod, odnosno odvod vazduha, neophodno je obaviti dodatna ispitivanja.

Detlef Makula i dr Franc Sodec: Bitan kriterijum je vođenje vazduha kroz dvostruku fasadu, kako bi se pri različitim vremenskim uslovima obezbedio efekat provetravanja otvaranjem prozora. Osim uštede energije upotrebom prirodne ventilacije i, u određenim periodima, korišćenjem pasivne sunčeve energije, na prvom mestu stoji obezbeđivanje ugodnosti u prostorijama. Da bi se došlo do optimalnog rešenja za dvostruku fasadu, od velike koristi je modelno ispitivanje i ispitivanje strujanja u prostoriji. Ovakvim ispitivanjima stiču se saznanja korisna za dalje razvijanje ove tehnike.

Na ovom mestu treba upozoriti na druge probleme sa postojećim dvostrukim fasadama, kao npr. pojavu visokih temperatura u fasadnom koridoru leti ili infiltraciju upotrebljenog vazduha u nepregrađene koridore. Rešenje ovih problema je bitno za poboljšanje funkcionisanja dvostrukih fasada.

Buduća razmatranja treba da budu usmerena ka nalaženju kompromisa između ugodnosti i potrošnje energije sa jedne strane i troškova za povećanje mogućnosti regulisanja korišćenjem termičkih uzgona sa druge strane.

Na osnovu današnjeg stanja tehnike, po našem mišljenju, prednost treba dati sistemu kasetiranih prozora.

Dr Eberhard Esterle: Na osnovu našeg iskustva, kao povoljni ističu se sistemi kasetiranih prozora i koridorne fasade. Konstrukcija kasetiranih prozora sastoji se iz horizontalno i vertikalno pregrađenih prostora, čija se spoljna fasada sastoji iz jednostrukih prozora koji se mogu otvarati, dok unutrašnja fasada odgovara konvencionalnoj fasadi.

Na koridornoj fasadi ne postoje vertikalne pregrade, tako da je fasadni međuprostor otvoren u horizontalnom pravcu. To omogućava da se pri maloj spoljašnjoj buci, a pri otvorenim prozorima, zvuk prenosi iz jedne sobe u drugu. Ova nezgoda se uglavnom ne može otkloniti, a može se izbeći jedino vertikalnim pregradama, tj. sistemom kasetiranih prozora, koji je opet znatno skuplji.

Koridorne fasade se mogu primeniti jedino u slučajevima kada razlika pritisaka duž horizontalnog koridora – indicirana vetrom – nije suviše velika. U suprotnom, moraju se ugraditi vertikalne pregrade.

Dr Diter Til: Trenutno na tržištu postoje tri tipa dvostrukih fasada, koji će u nastavku biti ukratko opisani.

1. *Fasada-zavesa.* Kod ovog tipa ispred postojeće fasade postavljena je (bukvalno obešena – kao zavesa) druga fasada, koja ima otvore po spratovima, ili samo pri vrhu i pri dnu. Nikakve pregrade, ni vertikalne, ni horizontalne, nisu postavljene.
2. *Kasetirani prozori.* Svaki pojedinačni prozor ovoga tipa ima horizontalnu i vertikalnu pregradu, a na prednjoj površini još i gornji i donji otvor za ventilaciju.
3. *Šahtni princip.* Jedan šaht za otpadni vazduh, koji ide po celoj visini zgrade, ili obuhvata samo po nekoliko susednih etaža, naslanja se na prozorske kasete, analogne onima opisanim u prethodnom sistemu. Ove kasete imaju na fasadi otvor za dovod spoljašnjeg vazduha, što omogućuje normalnu prirodnu ventilaciju prostorije. Za odvođenje vazduha postoji bočni otvor, prema pomenutom šahtu, i to u gornjoj zoni prozorske kasete.

Fasade-zavese imaju taj nedostatak što se mogu primenjivati samo na zgradama sa manje etaža, stoga što sa povećanjem visine zgrade raste i temperatura u fasadnom međuprostoru usled uticaja sunčevog zračenja. Otvaranjem prozora u prostoriju se uvodi pregrejani vazduh. U ovom sistemu takođe ne postoji zaštita od prenošenja zvuka ni u horizontalnom ni u vertikalnom pravcu.

Šaht-sistem funkcioniše uglavnom do visine od oko šest spratova, pošto se kapacitet vertikalnog šahta za otpadni vazduh do te visine iscrpljuje. Na višim zgradama vertikalni šaht mora da bude prekinut na odgovarajućoj visini. U svakom slučaju, moraju se predvideti mere za izbalansirano odvođenje otpadnog vazduha sa svih spratova. Odvođenje otpadnog vazduha sa najvišeg sprata je problematično zbog nedovoljnog uzgona, pa se preporučuje produženje šahta za još jednu etažu. Prozor koji se graniči sa otpadnim šahtom ne treba da se otvara.

Sistem kasetiranih prozora pruža svakom prozoru jednake termičke i aerodinamičke uslove, pa stoga predstavlja danas najbolje rešenje. Ako je otvore na fasadi mogućno još i zatvarati, postoji mogućnost optimalnog korišćenja toplotne energije.

3. Koje su glavne prednosti pri opredeljivanju za klima-fasade: a) štednja energije; b) zaštita od uticaja vetra; c) zaštita od buke; d) izgled fasade?

Dr Klaus Dege: Odluka za ili protiv dvostruke fasade donosi se pri izradi koncepta, odnosno projekta. Podrazumeva se da treba da budu ispunjeni zahtevi za zaštitu od uticaja vetra, uličnе buke i prljanja vazduha. Projektanti imaju u vidu da je štednja energije značajan argument. Da bi se iskorišćenje postojećih mogućnosti za uštedu energije moglo postići, predviđena su dalja ispitivanja.

Prof. dr Klaus Ficner i dr Holger Krine: Prednosti: a) Ušteda energije? Jedva. Sa istim troškovima trostruko zastakljenje bi moglo da bude i efikasnije. b) Zaštita od pritiska vetra zapravo i nije potrebna, što potvrđuju mnoge zgrade bez dvostruke fasade. c) Zaštita od buke može pri ispravnom izvođenju imati veliku prednost. d) Dizajn fasade – to je u stvari pravi razlog zbog kojeg se i grade dvostruke fasade. e) Primećujemo da se ne pominje pojam „aspiracioni efekat". Ranije (Ričel, I. izdanje, 1893) ventilacione instalacije bez ventilatora, koje su radile pomoću zagrejanog kamina za otpadni vazduh, nazivale su se „aspiracionim". Ovde se kao prednost smatraju instalacije koje nemaju ni ventilator, niti normalnu prozorsku ventilaciju.

Tomas Koh: Glavna prednost klima-fasade je po mome mišljenju u zaštiti od pritiska vetra, što na visokim zgradama omogućava provetravanje preko prozora, a osim toga, i zaštitu od sunca i od saobraćajne buke. Ušteda energije igra u zimskom periodu izvesnu ulogu, dok se leti i u prelaznom periodu u izvesnoj meri povećava rashladno opterećenje.

Detlef Makula i dr Franc Sodec: Kao glavnu prednost mi vidimo mogućnost da se zadovolje, u poslednje vreme sve vidnije, želje za otvaranjem prozora i za prirodnom ventilacijom prostorija, čak i u visokim zgradama. Ostale značajne prednosti su: smanjenje potrebne energije za grejanje, izostavljanje spoljašnjih žaluzina i zaštita od buke. Uštedu energije putem dvostrukih fasada ne treba precenjivati, jer u određenim vremenskim uslovima može doći i do trenutnog povećanja potrošnje toplote. Osim toga, pri prozorskom provetravanju po pravilu nije mogućno ostvariti rekuperaciju energije.

Dr Eberhard Esterle: Odluka projektanta da napravi dvostruku fasadu obično se svodi na to da se usaglase: atraktivna fasada, visoka ugodnost korisnika i izvesna ušteda energije. Prednost zgrade sa dvostrukom fasadom, sa tačke gledišta korisnika, sastoji se od mogućnosti da se, čak i u nepovoljnim uslovima (spoljašnja buka, vetar), mogu povremeno otvarati prozori i time uspostaviti kontakt sa spoljašnjom klimom. Međutim, pri tome treba imati u vidu i kvalitet spoljašnjeg vazduha, jer velika spoljašnja buka od saobraćaja podrazumeva i veliko zagađenje od tog istog saobraćaja. Osim ovog čisto psihološkog efekta – da se prozori mogu otvarati – može se putem duplih fasada ostvariti izvesna ušteda energije:

- ukoliko se vreme rada ventilacionog sistema može skratiti zbog prozorskog vetrenja;
- ako je efekat staklene bašte, ostvaren ugradnjom dvostruke fasade, dovoljan da se smanji potrošnja energije za grejanje;
- ukoliko očekivano povećanje rashladne energije leti ne premašuje navedene koristi.

Prof. dr Karl Pecold: U prakis je najčešće izgled fasade (d) odlučujući faktor za ili protiv dvostruke fasade. Značajan momenat je često zaštita od vetra (b), koju je naročito na izloženim i visokim zgradama nemogućno ostvariti bez odgovarajućih spoljašnjih elemenata (spoljne žaluzine i sl.). Značajne prednosti su pre svega zaštita od buke (c), posebno na bučnim lokacijama (prometne ulice i sl.), kao i izvesna ušteda energije (a).

Već i samo postojanje zaštitnog visećeg elementa, čak i ako nije propustljiv za zračenje, štedi bar onoliko toplotne energije koliko i sloj izolacije debljine 2 do 5 cm, u zavisnosti od položaja fasade u odnosu na sunce. Ako su zaštitni viseći elementi propustljivi za zračenje, ova vrednost se povećava nekoliko puta. Ukoliko je fasada dobro osunčana (ne leži u senci susednih zgrada), može se globalno računati da se od dozračene sunčeve energije godišnje za grejanje uštedi 100 kWh energije po kvadratnom metru fasade. Nasuprot klasično izolovanim fasadama, dvostruke fasade po pravilu pružaju i bolju zaštitu od vlage (kako od jakog pljuska, tako i od difuzije vodene pare), kao i bolju zaštitu od mehaničkih opterećenja; zbog svega navedenog može se očekivati i dugotrajnost ovakvog rešenja.

Kako se za ventilaciju neophodan spoljašnji vazduh uzima preko dvostruke fasade, to je dakle dupla fasada ventilaciono-tehnički povezana sa unutrašnjim prostorom, pa se jedan deo toplotnog opterećenja za ventilaciju može i uštedeti.

Kad postoji ventilaciono-tehnička veza, predgrevanje spoljašnjeg vazduha ima smisla samo u grejnom periodu. Zbog toga van grejnog perioda otpadni vazduh treba voditi duž fasade; on tada hladi sunčane štitnike (žaluzine i sl.), koji se nalaze u međuprostoru dvostruke fasade. Do takvog hlađenja dolazi i kada dvostruka fasada nije ventilaciono-tehnički povezana sa prostorijama. Ovakvim hlađenjem dozračena sunčeva energija biva transportovana direktno u spoljašnji prostor, pa ne učestvuje u bilansu dobitaka toplote prostorije. Efektivna propustljivost ovih žaluzina pada u ovom slučaju sa 35% na jedva 10 ili 15%, tako da ove žaluzine dostižu skoro isti efekat kao i spoljašnje žaluzine, a nisu izložene spoljašnjim vremenskim uticajima kao ove druge.

Dr Diter Til: Pre svega, sigurno postoji vizuelni aspekt i želja arhitekte da ima u pročelju ravni fasadni omotač. Sledeći značajan argument je zaštita od buke, pošto dvostruka fasada svojom funkcijom prigušenja zvuka omogućava otvaranje prozora i na veoma bučnim lokacijama. Uštedu energije kroz poboljšanu toplotnu zaštitu, koja sigurno postoji, ne bi trebalo precenjivati, pošto je udeo transmisionih gubitaka toplote relativno mali u ukupnom toplotnom bilansu.

Veće pogonske prednosti leže u ventilacionim gubicima toplote, koji su manji zbog zagrevanja vazduha na fasadi. Glavna ušteda energije sa dvostrukim fasadama leži u mogućnosti da se otvaranjem prozora napusti kruta regulacija klasične ventilacije prostorija. Projektant je slobodan da bira broj izmena vazduha i može da definiše vreme u kome ventilacioni sistem sme da bude potpuno isključen. Tu se krije presudna mogućnost uštede.

Dvostruka fasada pruža zaštitu od pritiska vetra, naročito pulsirajućeg vetra sa kratkotrajnim udarnim brzinama koje se uglavnom razbijaju na duploj fasadi. Razumljivo je da dvostruka fasada ne obezbeđuje neki značajan gubitak pritiska pri poprečnom provetravanju neke zgrade, pošto se ona dimenzioniše tako da se obezbedi dovoljno veliki otvor za vetrenje u vreme toplog dela godine.

Preveo i priredio
Aleksandar Stefanović, dipl. inž.

(Kraj u idućem broju)

ENERGO TERM
Preduzeće za izvođenje termotehničkih instalacija, klimatizacije, građevinskih radova, svih elektroinstalacija, projektovanje i inženjering
BEOGRAD, MITROPOLITA PETRA 8,
TELEFONI: 764-229, 762-237,
TELEFON/FAKS 764-134

"БЕОГРАДСКЕ ЕЛЕКТРАНЕ"
Јавно комунално предузеће
Београд, Савски насип 11
Телефон 011/156-380

BNS inženjering
PREDUZEĆE ZA PROIZVODNJU I TRGOVINU
Ivana Bogdanovića bb, 11500 OBRENOVAC, Zabrežje
Tel./faks 011/873-344, 874-214, 620-683

Grejanje tribina na stadionima gasnim infracrvenim zračećim grejačima

Neugodne tribine na fudbalskim stadionima i klizalištima, ili hladni sportski objekti, kao npr. gimnastičke i teniske hale ili hale za jahanje, sve se ređe sreću. Gledaoci sportskih priredbi osim takmičarskih rezultata očekuju i prijatnu sredinu, određenu termičkim uslovima na tribinama. Pošto su sportski stadioni većinom otvoreni objekti, dakle građevine bez krovne konstrukcije, njihovi grejni sistemi moraju ispuniti posebne zahteve.

Uvod

Uticaji vetra u otvorenim sportskim objektima, kao i nedostatak omotača objekta prilikom grejanja isključivo zagrevanjem okolnog vazduha dovode do velikih gubitaka energije.

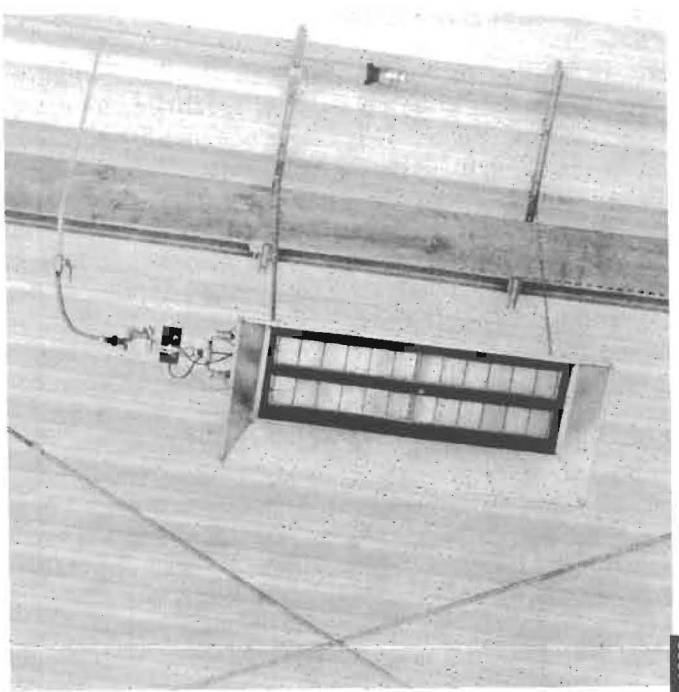
Sistemi za zagrevanje tribina ne treba, dakle, da greju okolni vazduh, već direktno osobe. Pošto je vreme boravka na sportskim stadionima ograničeno na nekoliko časova, toplota mora da bude unapred spremna.

Dugi periodi trajanja pripreme znače i veliku potrošnju energije bez direktnog iskorišćenja.

Gasni infracrveni zračeći grejači

Grejni sistem koji se čini optimalnim za ispunjenje postavljenih zahteva čine gasna infracrvena zračeća tela (slika 1), za koji se kao gorivo koristi prirodni gas ili propan-butan. Sistem se lako reguliše, može se trenutno primeniti, jednostavno se montira i lako održava.

Gasni zračni grejači emituju kratkotalasne infracrvene zrake, koji se prilikom dospeća na čvrsta tela apsorbuju i pretvaraju u toplotu. Pošto je vazduh skoro potpuno propustan za zračenja, otvorene tribine na sportskim terenima ili slobodne površine različitih namena, mogu se ekonomično zagrevati uz ostvarenja zadovoljavajućih termičkih uslova posetilaca.



Slika 1. Gasni infracrveni zračeći grejači sa paraboličnim reflektorima

Slika 2. Grejanje tribina: fudbalski stadion Arena Amsterdam

Ugodnost ostvarena gasnim infracrvenim grejačima

Temperatura koju osoba oseća zavisi od temperature vazduha i intenziteta zračenja na odgovarajućem mestu. Zbog velikog udela toplote koja se prima zračenjem, gasni infracrveni grejač već pri niskim spoljašnjim temperaturama ostvaruje zadovoljavajući termički konfor. Pri tome okolni vazduh ostaje hladan i svež, tako da se posetioci nalaze u prijatnoj i zdravoj okolini. Indirektan efekat grejanja ostvaruje se zagrevanjem zidova, podova i drugih predmeta, kada temperature njihovih površina rastu iznad vrednosti temperature vazduha, tako da ove površine predstavljaju i dodatne grejne površine.

Delovanje gasnih infracrvenih zračećih grejača uporedivo je sa sunčevim zračenjem na visokim planinama, kada se i pri temperaturama ispod 0°C čovek zagreva postojećim infracrvenim zračenjem Sunca.

Gasni infracrveni zračeći grejači na fudbalskim stadionima

U Holandiji postoji veći broj fudbalskih stadiona sa gasnim infracrvenim grejačima.

Svojevremeno najmoderniji fudbalski stadioni, Arena Amsterdam i Gelderland-stadion u Arnhemu opremljeni su odnedavno sistemom za grejanje tribina.

Arena Amsterdam. Višenamenski stadion *Arena Amsterdam* može se potpuno zatvoriti krovom sa motornim pogonom.

Stadion ima mesta za sedenje za 51 000 gledalaca i po svojoj opremi i arhitekturi je impresivan. Zvanično je otvoren 14. avgusta 1996. godine.

Sistem kasetiranih prozora pruža svakom prozoru jednake termičke i aerodinamičke uslove, pa stoga predstavlja danas najbolje rešenje. Ako je otvore na fasadi mogućno još i zatvarati, postoji mogućnost optimalnog korišćenja toplotne energije.

3. Koje su glavne prednosti pri opredeljivanju za klima-fasade: a) štednja energije; b) zaštita od uticaja vetra; c) zaštita od buke; d) izgled fasade?

Dr Klaus Dege: Odluka za ili protiv dvostruke fasade donosi se pri izradi koncepta, odnosno projekta. Podrazumeva se da treba da budu ispunjeni zahtevi za zaštitu od uticaja vetra, uличne buke i prljanja vazduha. Projektanti imaju u vidu da je štednja energije značajan argument. Da bi se iskorišćenje postojećih mogućnosti za uštedu energije moglo postići, predviđena su dalja ispitivanja.

Prof. dr Klaus Ficner i dr Holger Krine: Prednosti: a) Ušteda energije? Jedva. Sa istim troškovima trostruko zastakljenje bi moglo da bude i efikasnije. b) Zaštita od pritiska vetra zapravo i nije potrebna, što potvrđuju mnoge zgrade bez dvostruke fasade. c) Zaštita od buke može pri ispravnom izvođenju imati veliku prednost. d) Dizajn fasade – to je u stvari pravi razlog zbog kojeg se i grade dvostruke fasade. e) Primećujemo da se ne pominje pojam „aspiracioni efekat". Ranije (Ričel, I. izdanje, 1893) ventilacione instalacije bez ventilatora, koje su radile pomoću zagrejanog kamina za otpadni vazduh, nazivale su se „aspiracionim". Ovde se kao prednost smatraju instalacije koje nemaju ni ventilator, niti normalnu prozorsku ventilaciju.

Tomas Koh: Glavna prednost klima-fasade je po mome mišljenju u zaštiti od pritiska vetra, što na visokim zgradama omogućava provetravanje preko prozora, a osim toga, i zaštitu od sunca i od saobraćajne buke. Ušteda energije igra u zimskom periodu izvesnu ulogu, dok se leti i u prelaznom periodu u izvesnoj meri povećava rashladno opterećenje.

Detlef Makula i dr Franc Sodec: Kao glavnu prednost mi vidimo mogućnost da se zadovolje, u poslednje vreme sve vidnije, želje za otvaranjem prozora i za prirodnom ventilacijom prostorija, čak i u visokim zgradama. Ostale značajne prednosti su: smanjenje potrebne energije za grejanje, izostavljanje spoljašnjih žaluzina i zaštita od buke. Uštedu energije putem dvostrukih fasada ne treba precenjivati, jer u određenim vremenskim uslovima može doći i do trenutnog povećanja potrošnje toplote. Osim toga, pri prozorskom provetravanju po pravilu nije mogućno ostvariti rekuperaciju energije.

Dr Eberhard Esterle: Odluka projektanta da napravi dvostruku fasadu obično se svodi na to da se usaglase: atraktivna fasada, visoka ugodnost korisnika i izvesna ušteda energije. Prednost zgrade sa dvostrukom fasadom, sa tačke gledišta korisnika, sastoji se od mogućnosti da se, čak i u nepovoljnim uslovima (spoljašnja buka, vetar), mogu povremeno otvarati prozori i time uspostaviti kontakt sa spoljašnjom klimom. Međutim, pri tome treba imati u vidu i kvalitet spoljašnjeg vazduha, jer velika spoljašnja buka od saobraćaja podrazumeva i veliko zagađenje od tog istog saobraćaja. Osim ovog čisto psihološkog efekta – da se prozori mogu otvarati – može se putem duplih fasada ostvariti izvesna ušteda energije:

- ukoliko se vreme rada ventilacionog sistema može skratiti zbog prozorskog vetrenja;
- ako je efekat staklene bašte, ostvaren ugradnjom dvostruke fasade, dovoljan da se smanji potrošnja energije za grejanje;
- ukoliko očekivano povećanje rashladne energije leti ne premašuje navedene koristi.

Prof. dr Karl Pecold: U prakis je najčešće izgled fasade (d) odlučujući faktor za ili protiv dvostruke fasade. Značajan momenat je često zaštita od vetra (b), koju je naročito na izloženim i visokim zgradama nemogućno ostvariti bez odgovarajućih spoljašnjih elemenata (spoljne žaluzine i sl.). Značajne prednosti su pre svega zaštita od buke (c), posebno na bučnim lokacijama (prometne ulice i sl.), kao i izvesna ušteda energije (a).

Već i samo postojanje zaštitnog visećeg elementa, čak i ako nije propustljiv za zračenje, štedi bar onoliko toplotne energije koliko i sloj izolacije debljine 2 do 5 cm, u zavisnosti od položaja fasade u odnosu na sunce. Ako su zaštitni viseći elementi propustljivi za zračenje, ova vrednost se povećava nekoliko puta. Ukoliko je fasada dobro osunčana (ne leži u senci susednih zgrada), može se globalno računati da se od dozračene sunčeve energije godišnje za grejanje uštedi 100 kWh energije po kvadratnom metru fasade. Nasuprot klasično izolovanim fasadama, dvostruke fasade po pravilu pružaju i bolju zaštitu od vlage (kako od jakog pljuska, tako i od difuzije vodene pare), kao i bolju zaštitu od mehaničkih opterećenja; zbog svega navedenog može se očekivati i dugotrajnost ovakvog rešenja.

Kako se za ventilaciju neophodan spoljašnji vazduh uzima preko dvostruke fasade, to je dakle dupla fasada ventilaciono-tehnički povezana sa unutrašnjim prostorom, pa se jedan deo toplotnog opterećenja za ventilaciju može i uštedeti.

Kad postoji ventilaciono-tehnička veza, predgrevanje spoljašnjeg vazduha ima smisla samo u grejnom periodu. Zbog toga van grejnog perioda otpadni vazduh treba voditi duž fasade; on tada hladi sunčane štitnike (žaluzine i sl.), koji se nalaze u međuprostoru dvostruke fasade. Do takvog hlađenja dolazi i kada dvostruka fasada nije ventilaciono-tehnički povezana sa prostorijama. Ovakvim hlađenjem dozračena sunčeva energija biva transportovana direktno u spoljašnji prostor, pa ne učestvuje u bilansu dobitaka toplote prostorije. Efektivna propustljivost ovih žaluzina pada u ovom slučaju sa 35% na jedva 10 ili 15%, tako da ove žaluzine dostižu skoro isti efekat kao i spoljašnje žaluzine, a nisu izložene spoljašnjim vremenskim uticajima kao ove druge.

Dr Diter Til: Pre svega, sigurno postoji vizuelni aspekt i želja arhitekte da ima u pročelju ravni fasadni omotač. Sledeći značajan argument je zaštita od buke, pošto dvostruka fasada svojom funkcijom prigušenja zvuka omogućava otvaranje prozora i na veoma bučnim lokacijama. Uštedu energije kroz poboljšanu toplotnu zaštitu, koja sigurno postoji, ne bi trebalo precenjivati, pošto je udeo transmisionih gubitaka toplote relativno mali u ukupnom toplotnom bilansu.

Veće pogonske prednosti leže u ventilacionim gubicima toplote, koji su manji zbog zagrevanja vazduha na fasadi. Glavna ušteda energije sa dvostrukim fasadama leži u mogućnosti da se otvaranjem prozora napusti kruta regulacija klasične ventilacije prostorija. Projektant je slobodan da bira broj izmena vazduha i može da definiše vreme u kome ventilacioni sistem sme da bude potpuno isključen. Tu se krije presudna mogućnost uštede.

Dvostruka fasada pruža zaštitu od pritiska vetra, naročito pulsirajućeg vetra sa kratkotrajnim udarnim brzinama koje se uglavnom razbijaju na duploj fasadi. Razumljivo je da dvostruka fasada ne obezbeđuje neki značajan gubitak pritiska pri poprečnom provetravanju neke zgrade, pošto se ona dimenzioniše tako da se obezbedi dovoljno veliki otvor za vetrenje u vreme toplog dela godine.

Preveo i piredio
Aleksandar Stefanović, dipl. inž.

(Kraj u idućem broju)

ENERGOTERM
Preduzeće za izvodenje termotehničkih instalacija, klimatizacije, gradevinskih radova, svih elektroinstalacija, projektovanje i inženjering
BEOGRAD, MITROPOLITA PETRA 8,
TELEFONI: 764-229, 762-237,
TELEFON/FAKS 764-134

"БЕОГРАДСКЕ ЕЛЕКТРАНЕ"
Јавно комунално предузеће
Београд, Савски насип 11
Телефон 011/156-380

BNS inženjering
PREDUZEĆE ZA PROIZVODNJU I TRGOVINU
Ivana Bogdanovića bb, 11500 OBRENOVAC, Zabrežje
Tel./faks 011/879-344, 874-214, 620-683

Zahtevi koji su bili postavljeni pred projektante ovog objekta bili su neuobičajeno visoki, jer je trebalo za celu ložu za goste obezbediti ugodnu klimu, sa garantovanim povišenjem temperature od najmanje 8°C u odnosu na temperaturu okoline.

Pošto gledaoci za vreme hladnih jesenjih i zimskih dana po pravilu dolaze u toplom odelu, temperatura na stadionu od oko 8°C iznad temperature vazduha u potpunosti zadovoljava zahteve ugodnosti.

Visina postavljanja zračećih grejača određena je konstrukcijom krova iznad tribina. Zračeći grejači su postavljeni oko 30 m iznad tribina i već posle nekoliko minuta ostvaruju osećaj temperature koja je za oko 10°C iznad spoljašnje temperature.

Da bi se zračenje pri ekstremnim rastojanjima od zone boravka ljudi u odgovarajućoj meri pojačalo, korišćeni su specijalni parabolični reflektori, koji toplotu zračenja reflektuju u predviđenu oblast tribina (slika 2).

Troškovi energije po jednoj utakmici iznose oko 100 DEM, pri punom opterećenju postrojenja. To je suma koju holandski fudbalski sponzori rado preuzimaju.

Stadion Gelderland u Arnhemu. Stadion *Gelderland* u Arnhemu prima oko 32 000 gledalaca i takođe je prijektovan kao višenamenski. Osim krovne konstrukcije, kojom se stadion može zatvoriti, postoji i mogućnost da se kompletan teren uz pomoć hidraulike za nekoliko minuta iznese sa stadiona. Površina ispod terena nudi prostor za velike priredbe svake vrste.

Projektni zadatak na ovom stadionu nije bilo samo kompletno grejanje svih tribina, nego i dodatno grejanje unutrašnjeg prostora stadiona, odnosno samog terena.

Postavljeno je ukupno 273 zračećih grejača, koji ravnomerno zagrevaju prostor boravka ljudi. U roku od 10 minuta temperatura se povisi za 10°C, bez obzira da li je krov stadiona otvoren ili zatvoren (slika 3). U zavisnosti od broja gledalaca na stadionu ili od vrste priredbe, mogu se grejati ili delovi stadiona, ili celo gledalište.

U međuvremenu je u Holandiji još jedanaest fudbalskih stadiona opremljeno zračećim grejačima, jer tretman gledalaca ima sve veći značaj.

Preveo
i za štampu priredio
mr Radoje Kremzer

kgh

Slika 3. Grejanje stadiona Gelderland u Arnhemu

Vodoinstalater
Društveno preduzeće
21000 Novi Sad, Kisačka br. 55
Telefon 021/338-884, tel./faks: 021/338-076

Montaža instalacija:
- gasovoda
- toplovoda
- vodovoda
- klimatizacije i provetravanja

Proizvodnja:
regulatora pritiska gasa za merno-regulacione stanice G-4

Završni radovi u građevinarstvu