

Grejanje hala kaloriferima

**Nikola Babić, tehn., »Mašinoprojekt«,
11000 Beograd, Dobrinjska 8a**

Za grejanje hala postoji vise konvencionalnih i savremenih rešenja. Ovaj tekst može poslužiti kao pomoć pri projektovanju instalacija grejanja putem zidnih grejača vazduha — kalorifera, jer daje osnovna opšta uputstva kojih se moramo pridržavati da bi hala bila dobro i ravnomerno zagrejana.

Izbor sistema za grejanje i ventilaciju pro-izvodnih i drugih hala zavisi od vise činilaca, kao što su:

- vrsta tehnološkog procesa,
- vrsta medijuma koji se koristi kao nosilac toplote,
- oblik i dimenzije hale, gde naročitu ulogu ima njena visina,
- materijalne mogućnosti investitora.

Najbolji rezultati postižu se sistemom u kome se priprema vazduha vrši u ventilacionim komo-rama snabdevenim filtrom, grejačem i ventilatorom, a raspodela vazduha (distribucija) vrši putem pravougaonih ili spirokanala i rešetki, sa dva reda lopatica za usmeravanje mlaza i regulacionom žaluzinom (demperom) za regulisanje protoka vazduha.

Izuzetak čine hale sa veoma velikim unutrašnjim dobicima toplote (livnice, kovačnice, prese-raji i si.), gde grejanje praktično nije ni potrebno, a ventilacija se rešava slobodnim uzgonom, takozvanom aeracijom.

Izuzetak takođe čine veoma visoke hale (brodograđevinske), u kojima topao vazduh, usled sile uzgona, »beži« pod krov hale, tako da se u hladnoj zoni ($h = 1,5$ m iznad poda) ne može po-stići zadovoljavajuća radna temperatura. U takvim slučajevima preporučuje se grejanje zračećim grejačima sa kojima ne dolazi do zagrevanja vazduha u hali već samo do zagrevanja rashladnih površina i predmeta koji okružuju radnike. Ovakav način grejanja ima prednost nad klasičnim u to ime što se osećaj ugodnosti postiže sa $2-3^{\circ}\text{C}$ nižom temperaturom od temperature pri klasičnom načinu grejanja i brže, skoro trenutno zagrevanje. Nedostatak je u tome što se dove-

dena toplota ne može sva predati putem zračenja (radijacije), već se deo oslobađa prelaskom na vazduh (konvekcija). Deo toplote oslobođen konvekcijom prelazi na vazduh i zagreva ga. Ova-ko zagrejan vazduh usled manje specifične težine »beži« pod krov hale i veći deo toplote oslobođen na ovaj način je beskoristan, dok jedan deo »pokriva« transmisionu gubitke kroz krov.

Sistem za grejanje zračećim grejnim telima može biti dopunjen sistemom za ventilaciju.

Nešto skromniji rezultati postižu se sistemom grejanja i ventilacije grejačima vazduha — kaloriferima.

Ipak, imajući u vidu jednostavan način izvođenja i relativno mala ulaganja, ovaj način grejanja i ventilacije hala ipak je najrasprostranjeniji. Da bi rezultati dobijeni na ovaj način bili ipak zadovoljavajući, postoje pravila kojih se moramo pridržavati prilikom projektovanja.

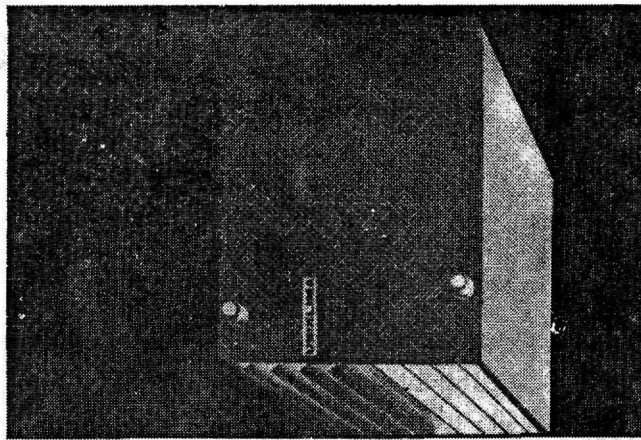
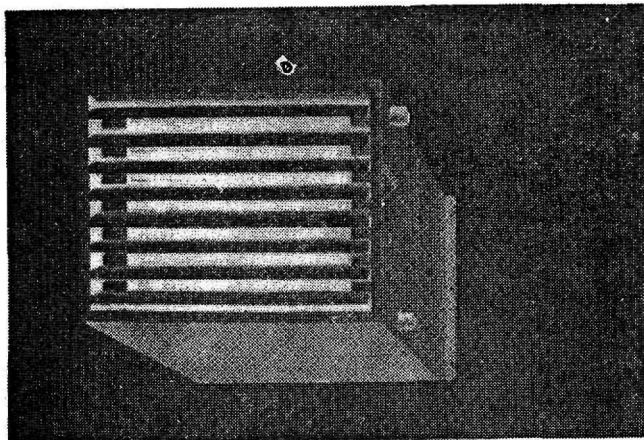
Zidni grejači vazduha — kaloriferi kao grejni medijum mogu koristiti vodu, paru, termičko ulje, gas ili mazut. Najčešće upotrebljavani kaloriferi na vodu ili paru sastoje se od limene kutije u koju je smešten jedan aksijalni ili radialni (centrifugalni) ventilator sa pogonskim elektromotorom (često dvobrzinskim), grejni registar od orebrenih cevi sa otvorom za ulaz i rešetkom za izduvavanje vazduha (si. 1). Kalorifer po želji može biti dodatno opremljen — spoljnom usisnom rešetkom, filtrom, mešačkom kutijom, izduvnim konusom, izduvnom mlaznicom itd. (si. 2).

Pri pravilnom izboru kalorifera nije dovoljno samo obezbediti njihovu toplotnu snagu i količinu vazduha potrebnu za ventilaciju, već se moraju poštovati i sledeća pravila:

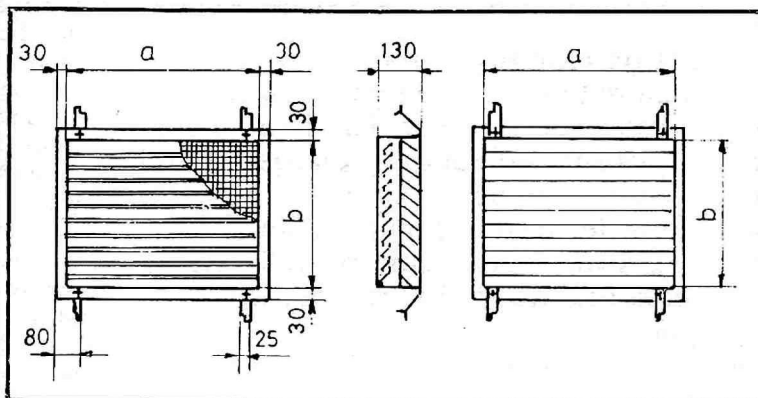
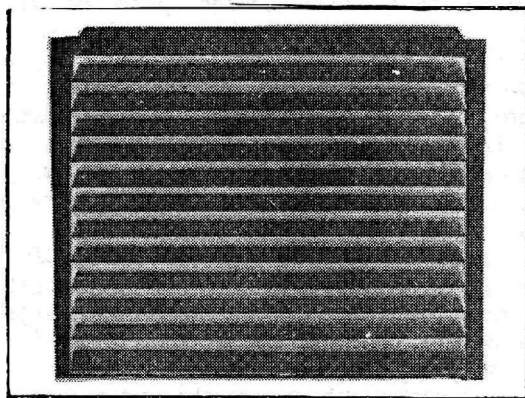
- a) dobar raspored u prostoriji,
- b) visina izduvne rešetke,
- c) dobar domet mlaza,
- d) temperatura izlaznog vazduha,
- e) potreban broj cirkulacija vazduha u hali,
- f) visina usisnog priključka,
- g) provera učinka spoljne temperature vise od projektnih,
- h) zaštita od zamrzavanja.

a) Dobar raspored u prostoriji

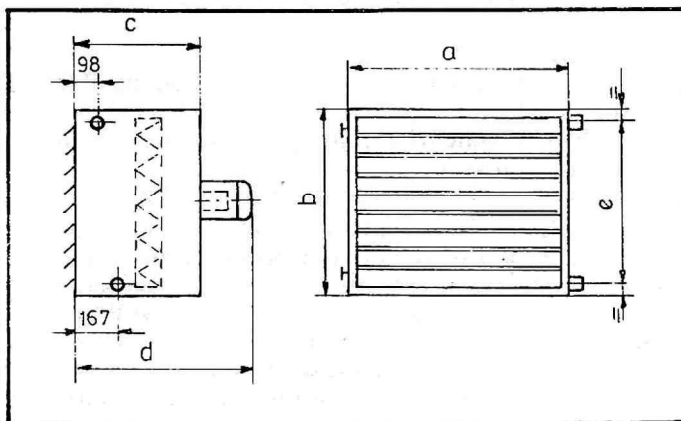
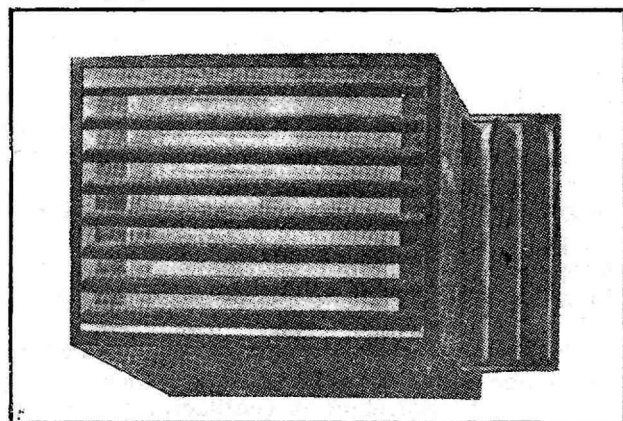
Ako je za zagrevanje jedne hale potreban veći broj kalorifera, onda ih treba rasporediti tako da se topao, izlazni vazduh dobro meša sa vazduhom u hali. Na si. br. 3 vidi se pravilan raspored kalorifera u jednoj fabričkoj hali. Ako je hala (prostorija) široka 10 m i manje, kalori-



Sl. 1. Kalorifer bez dodatne opreme



Sl. 2a) Spoljna rešetka kalorifera



Sl. 2b) Kalorifer sa filtrom

fere treba postaviti samo na jednoj strani, i to tako da se topao vazduh usmeri prema zidu sa najvećim rashladnim površinama.

b) Visina izduvne rešetke

Zidni kaloriferi uvek se postavljaju tako da donja ivica otvora za izduvanje ne bude visa od 2,5 m od poda. Na taj način se sprečava direktno izduvanje vazduha velikom brzinom na ljude u hali.

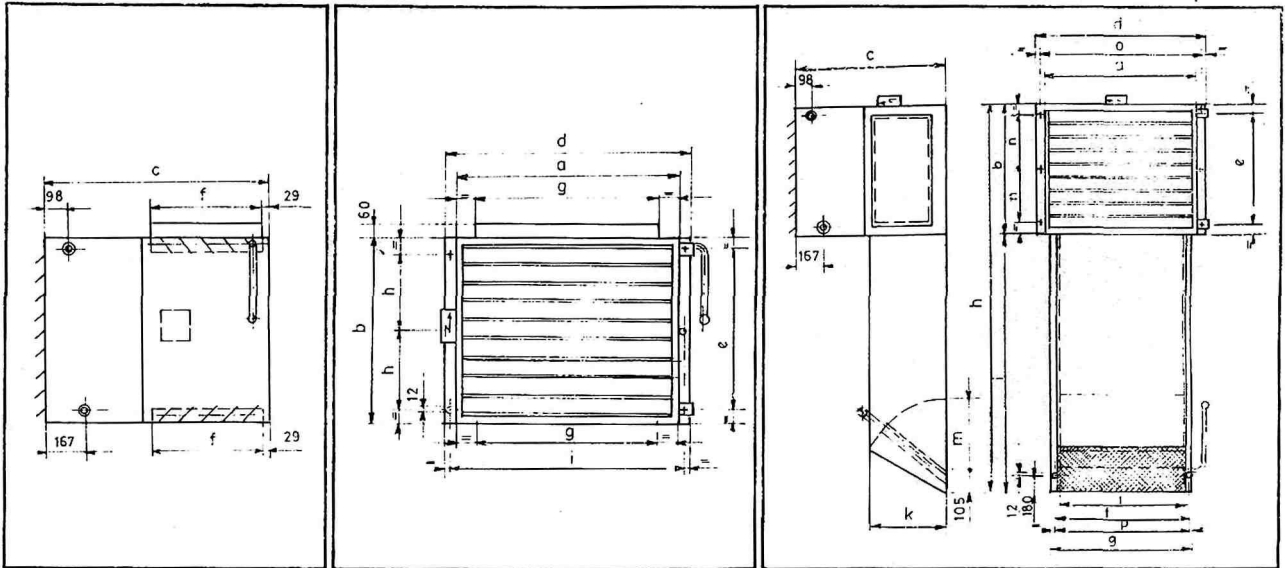
c) Dobar domet mlaza

Kaloriferi imaju veliku brzinu izduvanja, a samim tim i veliki domet mlaza. Proizvođači u svojim katalogima daju podatak za domet. U sva-

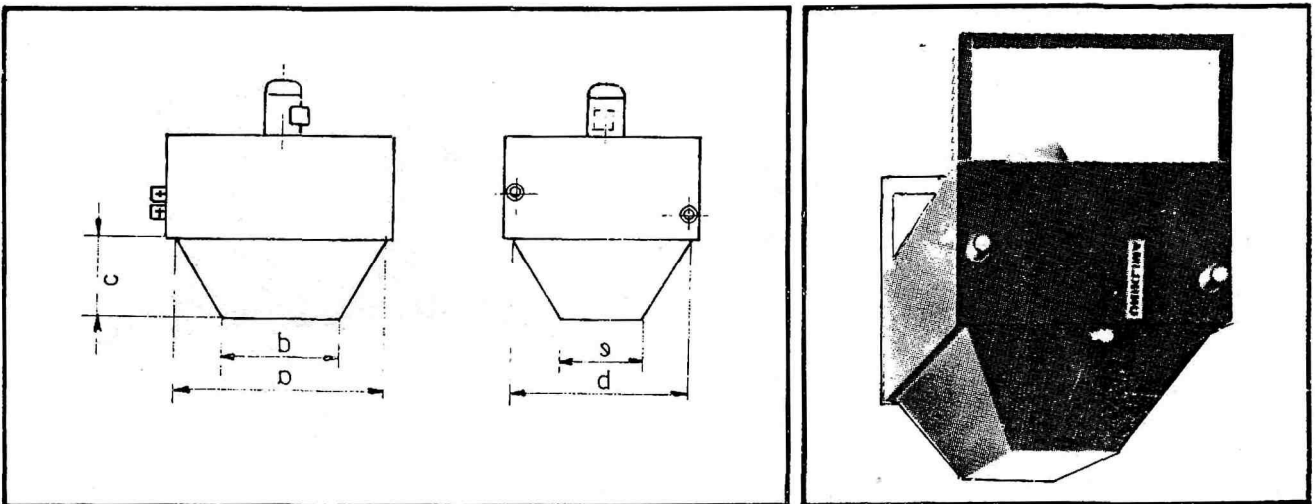
kom slučaju, pri izboru treba voditi računa da domet bude takav da »pokrije« celu halu. Kalorifere ne treba postavljati u osi sa radnim mestom. Ako je to nemoguće izbeći, rastojanje radnog mesta od kalorifera ne sme biti manje od 2 m.

d) Temperatura izlaznog vazduha

Niska temperatura izlaznog vazduha iz kalorifera nepovoljno deluje na uslove ugodnosti u hali. Sviše visoka izlazna temperatura povećava uzgon, tako da dolazi do pojave nepravilne raspodele toplote u hali. Naročito u višim halama topao vazduh odlazi pod krov i nepotrebno uzgreva nekorisnu zonu u hali, dok u radnoj zoni ostaje hladniji vazduh. Optimalno strujanje postiže se ako je temperatura izlaznog vazduha iz-



Sl. 2c) Kalorifer sa mešačkom kutijom



Sl. 2d) Kalorifer sa izduvnom kutijom

među 28 i 35°C (301 d 308 K). Zbog velike brzine strujanja, vazduh zagrejan na ove temperature relativno je hladan. Zato se ne sme usmeriti direktno na radnika, jer bi se moglo osetiti kao promaja. Izduvne žaluzine moraju se optimalno postaviti i fiksirati u željenom položaju.

e) Potreban broj cirkulacija vazduha u hali

Pri izboru kalorifera mora se naročito obratiti pažnja na broj cirkulacija vazduha u hali u toku jednog sata. Broj cirkulacija treba razlikovati od broja izmena spoljnog vazduha. Potrebna količina spoljnog vazduha određuje se iz zahteva tehnološkog procesa. Za određivanje broja cirkulacija merodavna je ukupna količina spoljnog i recirkulacionog vazduha, tj. broj cirkulacija dobija se kad se zbir količine spoljnog i optičajnog vazduha подели sa zapreminom pro-storije. Potreban broj cirkulacija zavisi od projektne temperature u hali i do njega se dolazi

metodom ispitivanja. Preporučeni broj cirkulacija zavisi od željene temperature vazduha u hali i iznosi:

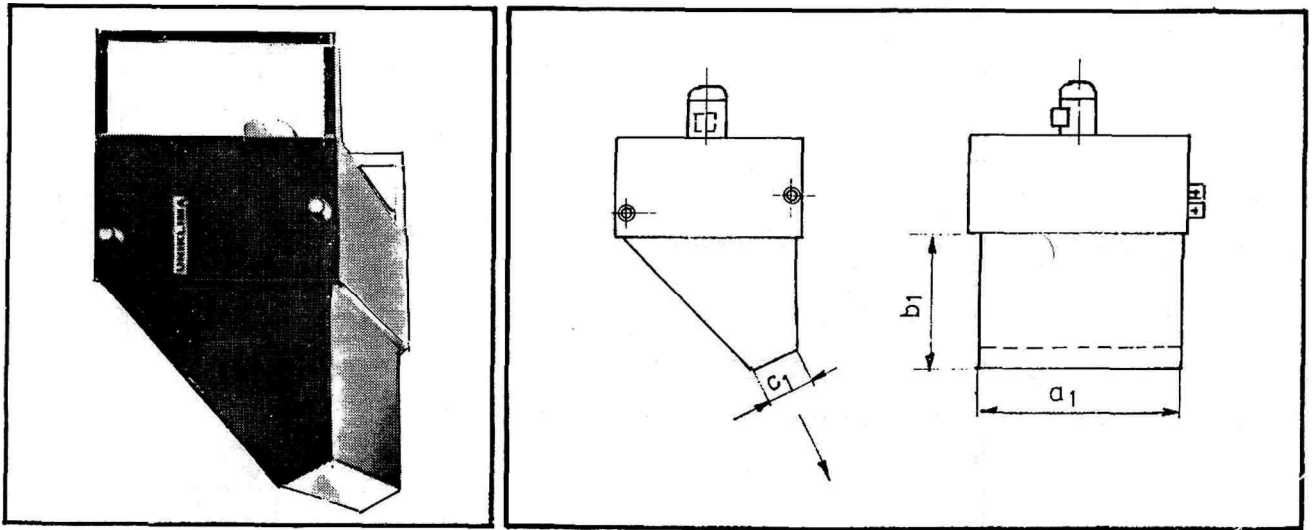
- od 18 do 20°C oko 4 cirkulacije na sat,
- od 15 do 18°C oko 3—3,5 cirkulacije na sat,
- od 12 do 15°C oko 2,5—3 cirkulacije na sat. Ako su kaloriferi dobro raspoređeni u hali,

sa ovakvim parametrima će temperatura biti ravnomerna.

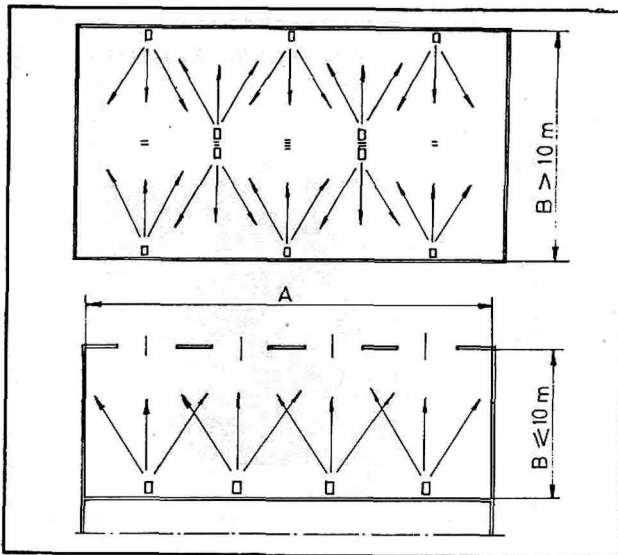
Često broj kalorifera, dovoljan da pokrije to-plotni kapacitet, ne obezbeđuje potreban broj cirkulacija. U tom slučaju kao dobro rešenje mogu se predvideti aksijalni mešajući ventilatori, montirani pod krov hale, koji topao vazduh iz gornje vraćaju u radnu zonu hale (slika 4).

f) Visina usisnog priključka

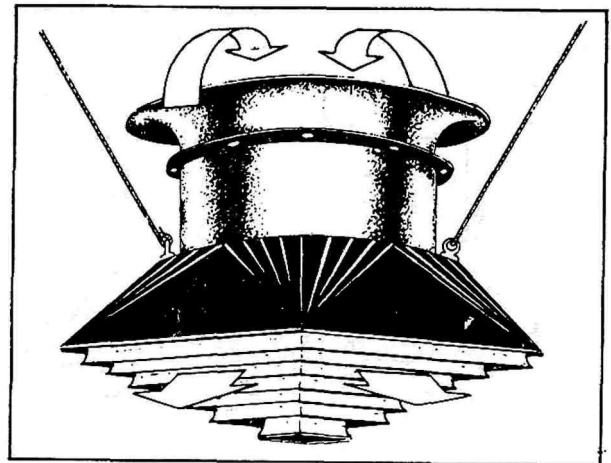
U visokim halama naročito dolazi do izražaja neravnomerna raspodela temperature vazduha od poda prema krovu. Da bi kaloriferi imali što bolji toplotni efekat, potrebno je usisni priključak optičajnog vazduha što više približiti podu (slika 5).



Sl. 2e) Kalorifer sa izduvnom mlaznicom



Sl. 3. Raspored kalorifera u hali



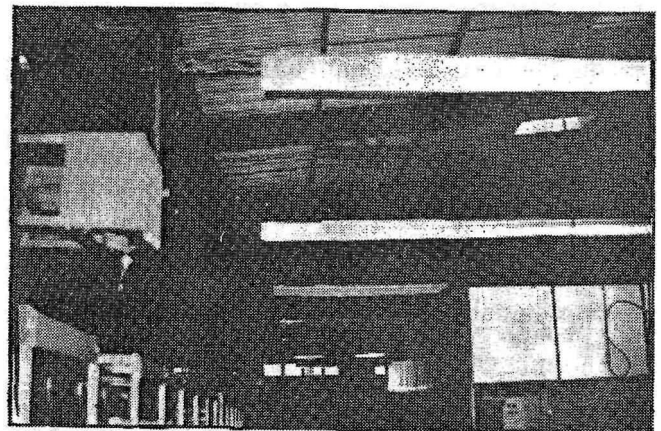
Sl. 4a) Izgled aksijalnog mešajućeg ventilatora

g) Provera toplotnog učinka

Ako kaloriferska instalacija nema sopstveni izvor toplote, već se mora priključiti na gradsku toplanu, potrebno je izvršiti proveru toplotnog učinka za spoljnu temperaturu oko $t_s = 0^\circ\text{C}$.

Na mreži gradske toplane, najveći broj potrošača čine radijatori, pa je klizna regulacija temperature prilagođena ovim potrošačima. Pri proveru toplotnog učinka kalorifera, potrebno je već uračunati transmisione i ventilacione gubitke svesti na potrebne, pri $t_s = 0^\circ\text{C}$. Svođenje transmisionih gubitaka na spoljnu temperaturu $t_s = 0^\circ\text{C}$ može se izvršiti na jednostavan način, koji ne obezbeđuje potpuno tačan rezultat, ali je za proveru sasvim dovoljan. Gubici toplote na $t_s = 0^\circ\text{C}$ približno iznose:

$$Q_o = \frac{Q_{tp} \cdot \Delta t_o}{\Delta t_p}$$



Sl. 4b) Mešajući ventilatori ugrađeni u hali GTE-EI Niš u Zemun-Polju

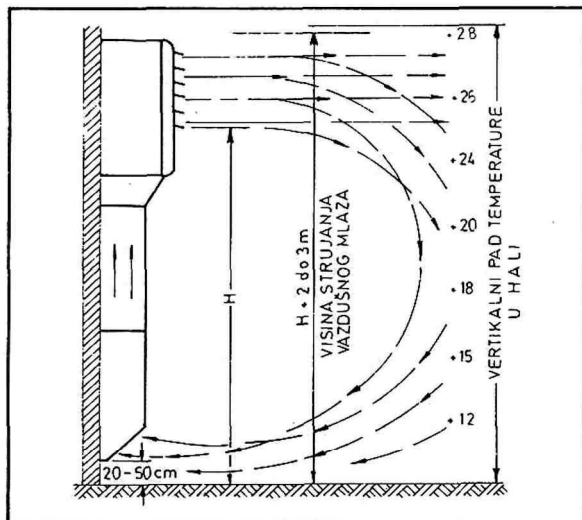
gde su:

Q_o (W) — transmisioni gubici toplote pri spoljnoj temperaturi $t_s = \pm 0^\circ\text{C}$,

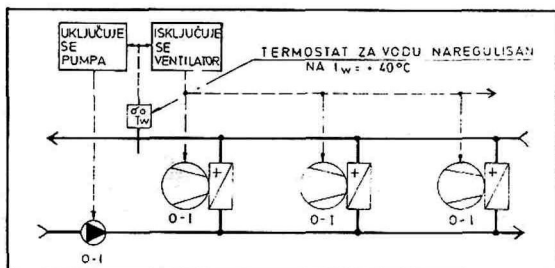
Q_{tp} (W) — transmisioni gubici toplote pri spoljnoj projektnoj temperaturi,

A to (°C) — razlika unutrašnje projektne temperature hale i $t_s = 0^\circ\text{C}$,

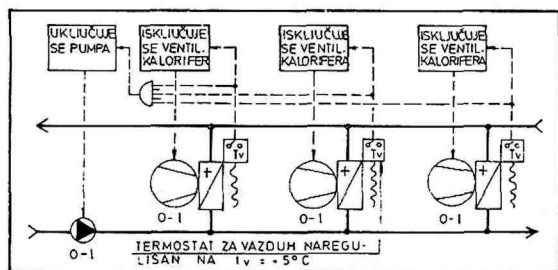
A tip (°C) — razlika unutrašnje i spoljne projektne temperature.



Sl. 5. Kalo-rifer sa usisom opticajnog vazduha pri podu



Sl. 6a) Šematski prikaz zaštite kalorifera od zamrzavanja na vodenoj strani, data zbirno



Sl. 6b) Zaštita na vazdušnoj strani predviđena za sve kalorifere

Iz dijagrama toplane treba zatim očitati temperature vode pri $t_s = 0^\circ\text{C}$ u razvodnom i po-vratnom vodu. Sa ovim podacima, uz pomoć korekcionih tablica isporučioaca, odrediti učinak kalorifera i uporediti ga sa snagom potrebnom pri $t_s = 0^\circ\text{C}$.

Ako je dobijena toplotna snaga manja od potrebne, kaloriferi neće zadovoljiti, pa je u tom slučaju za izbor merodavna $t_s = (PC)$.

Naročito je potrebno proveriti temperaturu izlaznog vazduha, jer $t_{iv} < 28^\circ\text{C}$ nije preporučljiva.

h) Zaštita od zamrzavanja

Pri spoljnim temperaturama ispod $\pm 0^\circ\text{C}$, može doći do smrzavanja grejnog registra kalorifera koji rade sa spoljnim vazduhom iz dva razloga:

- nedovoljan protok vode usled male brzine,
- nedovoljno visoka temperatura dovodne vode.

Korisnik nema uvek mogućnosti da uoči ove nedostatke, pa je zato neophodno predvideti elemente za automatsku zaštitu. Princip rada ove zaštite može biti dvojak: postavljen na vodenoj ili vazdušnoj strani kalorifera.

U prvom slučaju termostat registruje izlaznu temperaturu vode, a u drugom izlaznu temperaturu vazduha i u slučaju potrebe isključuje ventilator i uključuje cirkulacionu pumpu. Postavljanje ovakvog zaštitnog sistema na svaki kalorifer veoma je pouzdano, ali dosta skupo rešenje.

Sa izvesnim rizikom se može primeniti znatno jeftinije rešenje: postavljanje termostata za vodu u sabirnu cev za više kalorifera, odnosno postavljanje termostata za vazduh u jedan re-perni kalorifer, karakterističan za grupu kalorifera (si. 6). U oba slučaja termostat na zadatoj temperaturi isključuje elektromotor svih kalorifera koji su povezani sa tim sistemom zaštite i uključuje cirkulacionu pumpu, ukoliko je ona bila iz nekog razloga isključena.

Zaključak

U praksi se često susrećemo sa činjenicom da instalacija kaloriferskog grejanja ne daje željene rezultate, iako je i na prvi pogled korektno projektovana. To je rezultat nepoštovanja jednog od navedenih pravila, ili neke banalne omaške kao što su: nedovoljna cirkulacija vode u pojedinim ograncima cevne mreže, neadekvatno sakupljanje i ispuštanje vazduha iz instalacije i si. Na ovakve probleme nije ukazano, jer nisu specifični samo za kalorifersko grejanje. Ako se pri projektovanju slede pravila iz ovog članka, uz poštovanje svih ostalih opštih pravila za grejanje toplom vodom ili parom, instalacija mora zadovoljiti, tj. obezbediti dobro i ravnomerno zagrevanje hale.

Literatura

- [1] ENDE, G.: *Luftheizgerate*, Lufttechnik 8/61.
- [2] RECKNAGEL/SPRENGER: *Priručnik za grejanje i klimatizaciju*, Građevinska knjiga, Beograd, 1985.
- [3] NIKOLSKIJ, N. V.: *Otoplenije, ventiljacija, kondicioniranje*, Moskva, 1963.
- [4] MAKSIMOV, G. A.: *Otoplenije i ventiljacija*, Moskva 1968.
- [5] KAMENEV, P. N.: *Otoplenije i ventiljacija*, Moskva 1966.
- [6] RISIN, S. A.: *Ventiljacionnije ustanovki*, Moskva 1964.
- [7] * * * Katalozi »Uni'klime«, Sarajevo, i »Klimate«, Celje.