

Određivanje vrednosti karakteristike zgrade H

Prilog diskusiji o predlogu Jugoslovenskog standarda za proračun potrebne količine toplote za grejanje zgrada

Peter Novak*

1. UVOD

Prema DIN 4701 [1] kao i ASHRAE Handbook of Fundamentals [2], potrebna količina toplote se sastoji iz količine toplote potrebne za pokrivanje transmisionih gubitaka i toplote za zagrevanje vazduha koji prodire u grejanu prostoriju kroz zatore prozora i vrata, kao i propuste zidova. Kod nas se obično upotrebljavaju jednačine prema DIN 4701, gde za infiltraciju vazduha imamo jednačinu:

$$\dot{Q}_L = \Sigma(a \cdot l)_v \cdot R \cdot H \cdot \Delta t \cdot Z_E \quad (1)$$

- a — propustnost prozora (m^3/msPa)
 l — dužina zatora (m)
 R — karakteristika prostorije
 H — karakteristika zgrade ($\text{WsPa}/\text{m}^3\text{K}$)
 Δt — razlika temperatura između spoljnog i unutrašnjeg vazduha
 Z_E — dodatak za prozore na uglu (obično 1,0).

Pošto je a eksperimentalni podatak, l funkcija konstrukcije, R funkcija otpora prolazu vazduha kroz prostoriju, Δt računski vrednost (kao i Z_E), H je jedini koeficijent u jednačini koji zavisi od vremenskih prilika i lokacije. On u stvari obuhvata specifičnu toplotu i gustinu vazduha, kao i brzinu vetra u vidu zaustavnog pritiska.

Prema ovoj jednačini, ukoliko je brzina vetra 0, $H = 0$ pa je prema tome i \dot{Q}_L , što ne odgovara stvarnosti. Kod niskih temperatura i mirnog vremena bez vetra, postoji izvesna infiltracija vazduha zbog prirodnog uzgona. Kod usvajanja novih standarda za proračun potrebne količine toplote uvek se postavlja pitanje — šta od postojećeg dopuniti i zašto. Jedan od problema koji stoji danas pred nama je kako odrediti karakteristiku zgrade H tako, da ona što stvarnije odražava pravo stanje na objektu.

2. PROBLEM KARAKTERISTIKE ZGRADE H

Zašto se karakteristika zgrade smatra nepouzdanim članom u proračunu potrebne količine to-

plote? Već godinama se u praksi oseća da se proračunati i stvarni gubici ne podudaraju i da dolazi do neravnomernosti grejanja zgrada. Pored ostalih grešaka [3] jedna je sigurno i u tome, što se gubitak toplote zbog infiltracije računa kod najnižih spoljnih temperatura, kod kojih obično u mnogim našim krajevima nikada ne duva vetar. To znači, da pri određivanju karakteristike H treba istovremeno posmatrati i uticaj vetra i spoljne temperature, pa prema tome odrediti kada nastupa maksimum toplotnih gubitaka. Prema DIN 4701 (1959) karakteristika zgrade definisana je jednačinom:

$$H = c_p \cdot \rho \cdot 1,2 \left[\frac{\Sigma N}{\Sigma A + \Sigma N} \right]_{\text{H}} \cdot (\beta \cdot p_{st})^{2/3} \quad (2)$$

- c_p — specifična toplota vazduha kod spoljne projektne temperature
 ρ — specifična gustina vazduha kod spoljne projektne temperature
 ΣN — suma otvora na strani u zavetrini
 ΣA — suma otvora na strani izloženoj vetru
 β — koeficijent
 ρw^2
 $p_{st} = \frac{\rho w^2}{2}$ = zaustavni pritisak vetra pri brzini w

Iz jednačine (2) se vidi da je jedina promenljiva, koju nije moguće sa sigurnošću odrediti, brzina vetra, koja je slučajna veličina. Znajući da i kod brzine vetra $w = 0$ postoji infiltracija vazduha, ovu jednačinu potrebno je dopuniti članom koji uzima u obzir i prirodnu ventilaciju. Prema poznatim relacijama, ovaj član se definiše jednačinama [9] i [10].

Možemo zapisati, da je toplota, potrebna za zagrevanje hladnog vazduha, koji dolazi u grejni prostor ili zgradu:

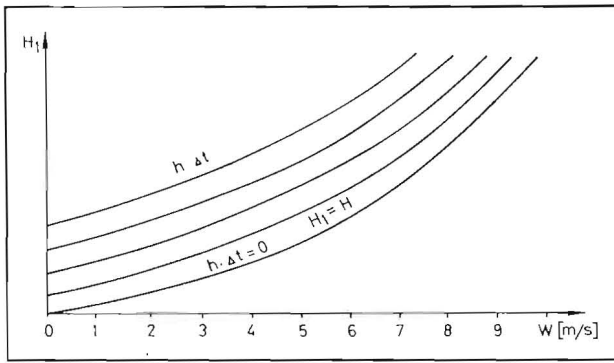
$$\dot{Q}_V = \dot{Q}_L + Q_{pv} \quad (3)$$

Pri tome je \dot{Q}_{pv} definisan jednačinom:

$$\dot{Q}_{pv} = \dot{m}_{pv} \cdot c_p (t_1 - t_2) \quad (4)$$

Maseni protok vazduha u jednačini (4) dobijamo iz jednačine za ulaz vazduha kroz procepe uz datu razliku pritiska, koja nastaje zbog temperaturne razlike između spoljnog i unutrašnjeg va-

* Dr Peter Novak, dipl. ing., Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, Murnikova 5



Sl. 1. Karakteristika zgrade H u zavisnosti od brzine vetra

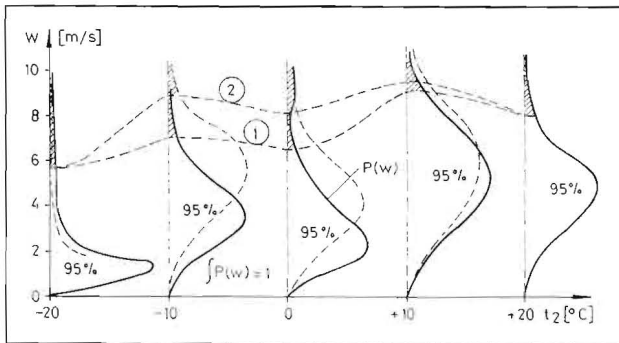
zduha. Kod toga i dalje se koristi propustljivost procepa a . Pošto kod prirodne ventilacije (bez vetra) vazduh ulazi samo kroz polovinu procepa, a kroz drugu izlazi napolje, računa se samo sa delom procepa $c_1 \cdot \Sigma (a1)_v$. Koeficijent c_1 određuje efektivnu dužinu procepa. Koeficijentom c_2 određuje se efektivna razlika pritiska. Tako dobijamo:

$$\dot{m}_{pv} = R \cdot \dot{V}_{pv} \cdot \rho \quad (5)$$

$$\dot{V} = c_1 \cdot \Sigma (a1)_2 \cdot \Delta p_{pv}$$

$$\Delta p_{pv} = c_2 \cdot c_3 \cdot h (t_1 - t_2) \quad (6)$$

Koeficijent c_3 samo je pretvornik između specifičnih težina i temperatura (h — visina prozora, vrata itd.).



Sl. 2. Verovatnoća učestanosti vetra u pravcu N, zavisno od temperature

Na osnovu gornjeg može se zapisati za \dot{Q}_{pv} :

$$c_1 \cdot c_2 \cdot c_3 = K$$

$$\dot{Q}_{pv} = \Sigma (a1)_v \cdot R \cdot (t_1 - t_2) \cdot K \cdot c_p \cdot \rho (t_1 - t_2) \quad (7)$$

Ako zamenimo:

$$\Delta H = K \cdot c_p \cdot \rho (t_1 - t_2) \quad (8)$$

dobijamo za \dot{Q}_v :

$$\dot{Q}_v = \dot{Q}_L + \dot{Q}_{pv} = \Sigma (a1)_v \cdot R \cdot (H + \Delta H) \cdot \Delta t \quad (9)$$

a zamenom:

$$H_1 = H + \Delta H = c_p \cdot \rho \left[1,2 \left(\frac{\Sigma N}{\Sigma A + \Sigma N_H} \right) \right]$$

$$\left(\frac{\beta \cdot \rho}{2} \right)^{0,67} \cdot w^{1,33} + K \cdot h \cdot \Delta t \quad (10)$$

možemo zapisati:

$$\dot{Q}_v = \Sigma (a \cdot 1)_v \cdot R \cdot H_1 \cdot \Delta t \quad (11)$$

Jednačina (11) se sa $f_E = 1$ ne razlikuje od dosadašnjeg oblika. Različita je u njoj jedino kućna karakteristika H_1 , koja zavisi od brzine vetra, spoljne temperature i visine otvora.

U zavisnosti od brzine vetra, ona se menja sa eksponentom 1,33.

Jednačinu (9) moguće je prikazati u vidu snopa krivih za različite vrednosti $h \cdot \Delta t$ (sl. 1).

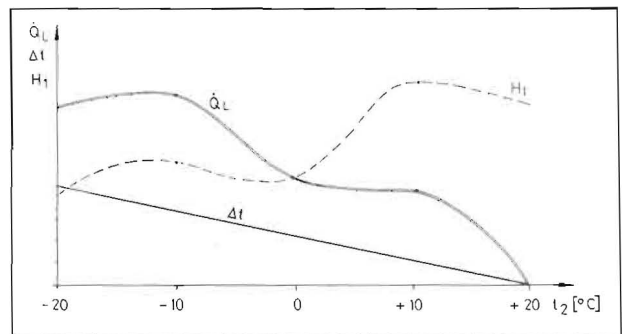
Pošto je vetar slučajna veličina, nju je potrebno odrediti u zavisnosti od lokacije i temperature pri kojoj se on pojavljuje. Ako se izvrši statistička analiza učestanosti vetrova po jačini i pravcu kod pojedinih temperatura, onda dobijamo šemu, prikazanu na sl. 2.

Ako odredimo granicu na nivou sigurnosti, pri kojoj se 95% svih slučajeva nalazi u okviru naših proračuna, dobijamo maksimalnu brzinu vetra pri određenoj temperaturi spoljnog vazduha, za koju pomoću dijagrama (sl. 1) možemo odrediti karakteristiku zgrade H_1 . Pošto se \dot{Q}_L menja u zavisnosti od H_1 i Δt , potrebno je odrediti njenu maksimalnu vrednost.

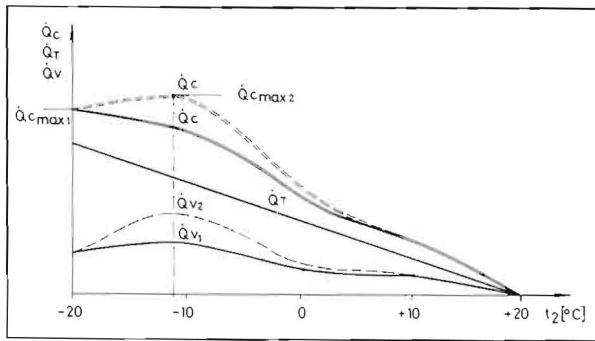
Pošto su ukupni toplotni gubici zbir čistih transmisionih i ventilacionih gubitaka, maksimalno opterećenje sistema se ne javlja uvek pri najnižoj spoljnoj temperaturi, već zavisi od vrednosti proizvoda $H_1 \cdot \Delta t$ (sl. 4), tj. \dot{Q}_v .

3. ZAKLJUČAK

Pošto u našoj zemlji ima krajeva gde pri najnižim temperaturama nema vetra i pošto veličina H prema DIN 4701 nije u tom slučaju pogodna za proračun, u ovom radu se predlaže metodologija za određivanje nove karakteristike H_1 za JUS za proračun potrebne količine toplote, koja bi u stvari bila funkcija lokacije a nikako funkcija određena standardom.



Sl. 3. Zavisnost \dot{Q}_v od t_2



Sl. 4. Zavisnost \dot{Q}_c od t_2

U radu je prikazana i mogućnost analize nastajanja maksimalnog toplotnog opterećenja. Upotrebljavajući ovu metodu za određivanje Q_v , smanjila bi se netačnost u proračunu i poboljšao kvalitet centralne regulacije, koja danas nije u stanju da kompenzira sve netačnosti u proračunu, izvođenju kao ni lokalne smetnje (izvore toplote) u sistemu grejanja.

Pošto se maksimalno opterećenje može odrediti za svaku lokaciju unapred, dobiće se tako najmanje grejne površine, ali koje će zadovoljiti u svim radnim uslovima.

LITERATURA

- [1] *** DIN 4701, 1959.
- [2] *** »Fundamentals 1972«, ASHRAE Handbook
- [3] NOVAK, PETER, *Smanjenje potrošnje toplote kod centralnog grejanja upotrebom radijatorskih ventila*, INTERKLIMA 1975, str. 149.

	<p style="text-align: center;">UŠTEDA TROŠKOVA</p> <p>ekonomskim obezbeđenjem toplote</p> <p>Sistem grejanja bez rizika, priznat u celom svetu, garantuje racionalno korišćenje toplote u svim privrednim granama i celokupnoj procesnoj industriji. Vaš saradnik u gradnji postrojenja za zaštitu čovekove sredine. Sagorevanje drveta i otpadnih gasova kao i rekuperatora i rezervoara pod pritiskom.</p>	<p>HEIZANLAGEN AUTOMATEN GENERATOREN</p> <p>Wärmeversorgungsanlagen für jeden Betriebszweck bis 400° C HEIZA-Hochtemperatur-Kessel D 673 NEUSTADT Spezialfabrik für Wärmeträgeröl-Anlagen Tel. (0 63 21) Sa.-Nr. 8 00 26 · Telex 04 54 860 heiza d</p>
--	---	--

Zastupstva u Beču (Austrija) i Rheinfel-denu (Švajcarska) Kontaktirajte naše stručnjake, zahtevajte informacije i prospektni materijal. Besplatan servis.