

Ventilacija unutrašnjih stepeništa u stambenim zgradama za slučaj požara

Klaus Daniels *

Prilikom projektovanja poslovnih, kancelarijskih i stambenih zgrada, arhitekti pokušavaju da centralni deo ovih zgrada upotrebe za smeštaj mokrih čvorova, instalacionih kanala, liftova i stepeništa, da bi se dobile korisne površine na fasadama za radne ili stambene prostorije. Prema nemačkim pravilima za gradnju tip-skih zgrada, kod trospratnih zgrada sa unutrašnjim stepeništem ne postoje nikakve teškoće za zaštitu od požara, jer se, ako dođe do požara, mogu koristiti pomoćni izlazi sa merdevinama ili sličnim napravama. Prema pravilima izgradnje tip-skih zgrada, i kod zgrada sa više od tri sprata se može dozvoliti gradnja unutrašnjih stepeništa, naročito ako se radi o kancelarijama i upravnim zgradama i ako upotreba stepeništa nije ugrožena dimom u slučaju požara.

Kod stvaranja propisa o kancelarijskim i upravnim zgradama, polazi se od činjenice da je učestanost požara u ovim građevinama manja nego u stambenim zgradama i da se ove prostorije upotrebljavaju danju, što znači u vremenu kada je iznenađenje požarom manje nego noću. Međutim, statistički podaci govore suprotno — učestanost požara je približno ista i u stambenim i u kancelarijskim zgradama. Da se opasnost od požara za stanare koji spavaju u ostalim stanovima na spratu povećava unutrašnjim stepeništem, više je pretpostavka nego dokazana činjenica.

Da bi se u stambenim zgradama sa recimo 20 i više spratova mogla ugraditi unutrašnja stepeništa, projektant mora voditi računa o tome, da li je saobrazno građevinskim merama moguće da unutrašnje stepenište bude toliko sigurno da u slučaju požara

svi stanari mogu neometano napustiti zgradu i da vatrogasci bez teških zaštitnih maski za disanje mogu dospeti do žarišta požara. Mora se poći od činjenice, da u osnovna saznanja vatrogasaca spada, da su u slučaju požara lica u zgradi ugrožena u prvom redu dimnim gasovima. Pri tome se mora imati u vidu da dim u prostorije za pomoćni izlaz prodiere odmah posle izbijanja požara, odnosno da zagušljivi dim može nastati od gašenja, ukoliko vrata između prostorije u kojoj je požar i stepeništa ostanu otvorena.

Za otvaranje vrata od pomoćnog stepeništa bez opasnosti od prodora dima postoje sledeće mogućnosti:

- 1) Spoljna stepeništa sa prozorima koji se mogu otvarati.
- 2) Unutrašnja stepeništa sa isturenim kanalom za ventilaciju i sa otvorom za odvod dimnih gasova.
- 3) Protivpožarne ustave između prostora ispred pojedinih stanova na jednom spratu i unutrašnjeg stepeništa, pri čemu se mehaničkim putem ozračuju i ventilišu samo protivpožarne ustave.
- 4) Odvajanje prostora ispred stana protivpožarnim vratima prema unutrašnjem stepeništu, koje je snabdeveno poklopcem za odvod dimnih gasova.
- 5) Protivpožarne ustave između prostora ispred pojedinih stanova jednog sprata i unutrašnjeg stepeništa, pri čemu su uključene protivpožarne ustave na kanalu za provetravanje, koji se pomoću električnog registra zagrejava tako da između temperature vazduha u kanalu i spoljne temperature postoji pad od 30°C. (Usled

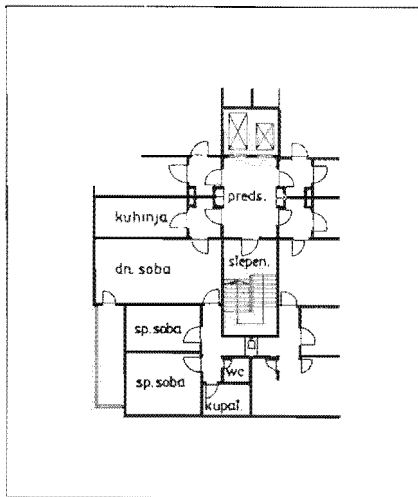
pada temperature u vazdušnom kanalu nastaje termičko uzgonsko strujanje, koje pri otvaranju poklopca za odvod dimnih gasova na najvišem mestu vazdušnog kanala treba brzo da odvede dimne gasove iz protivpožarnih ustava.)

Sve ove mogućnosti sadrže — prema autoritativnom mišljenju vatrogasne službe u Nemačkoj — veliki rizik za stambene zgrade, pa se moralo prići traženju jednog novog puta, koji bi u većoj meri mogao da isključi sve slučajnosti. U saradnji sa direktorom vatrogasne službe Ratherom iz Dizeldorfa, na praktičnom primeru (sl. 1) su teoretski obrađena celokupna razmatranja koncepcije određenog zahteva sigurnosti u smislu potrebne ventilacije u slučaju požara unutrašnjeg stepeništa. Rezultate te obrade izložićemo u nastavku.

Konstatovano je da su stanari stambene zgrade u slučaju požara u prvom redu ugroženi dimnim gasovima. Dimni gasovi se zadržavaju u prostoru zajedničkom za mnoge stanove, te se moraju usisavati mehaničkim uređajem za provetravanje i izduvati kroz krov. U cilju dodatne sigurnosti potrebno je da unutrašnje stepenište bude sigurnosnim ustavama odeljeno od prostora ispred stanova i da se ustava takođe provetrava u cilju odvođenja gasova.

Za stvaranje osnova proračuna uređaja za provetravanje koji usisavaju dimne gasove, određene su teorijske količine i temperature dimnih gasova. Iz tabele orijentacionih vrednosti termičkog opterećenja u slučaju požara, može se za stambene prostorije usvojiti vrednost od oko 25 kg drveta po kvadratnom metru ili 100 000 kcal po kvadratnom metru stambene površine. Trajanje

* Klaus Daniels, dipl. ing., HL-Technik GmbH, 8000 München 8, Cosimastrasse 4.

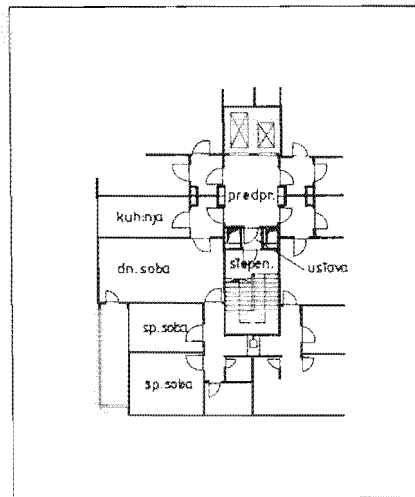


Sl. 1 — Crtež osnove 20-tospratne stambene zgrade

požara, temperatura prostorije u kojoj je požar, kao i količina dimnih gasova koju stvara požar, zavise od termičkog opterećenja za slučaj požara. Teoretski posmatrano, kod idealnog toka požara, pri čemu se proces odvija na osnovu jedinstvene temperaturne krive, a pri termičkom opterećenju za slučaj požara od 100 000 kcal/m², požar traje oko 30 minuta i po isteku ovog vremena dostiže temperaturu od 880°C. Stvarni tok požara u zatvorenoj prostoriji odstupa od idealnog slučaja i to zbog nedovoljnog dovođenja vazduha, različitih materijala koji sagorevaju itd., pri čemu se proces sagorevanja obavlja sporije, te se postižu niže temperature. Za zatvorenu prostoriju u kojoj vlada srednja temperatura, zbog požara od oko 220 do 300°C, može se proračunati količina dimnih gasova za 1 kg drveta ili sličnih goriva, na sledeći način:

$$\text{Vol m}^3 = \frac{N \text{ m}^3 \cdot (273 + t)}{273} \quad (1)$$

gde je:



Sl. 2 — Crtež osnove 20-tospratne stambene zgrade sa unutrašnjim stepništem i ventilacijom za slučaj požara

$N \text{ m}^3$ — časovna potrošnja vazduha kod požara pri potpunom sagorevanju 1 kg drveta pri srednjoj temperaturi požara od oko 200°C,

$N \text{ m}^3 = 5$ kod požara u zatvorenoj prostoriji.

$N \text{ m}^3 = 10$ kod požara sa neometanim dovodom vazduha za sagorevanje (na primer u slobodnom prostoru),

t — srednja temperatura u °C.

Pri potpunom sagorevanju nametaja u jednom stanu, može se na osnovu jednačine (1) približno odrediti količina dimnih gasova. Za računski primer je uzeto da dnevna soba, kuhinja i predsoblje stana, ukupne površine od 37,9 m² (sl. 1) budu zahvaćeni požarom. U slučaju da su prozori izvedeni sa termopan staklima u čeličnim okvirima, pretpostavlja se da će ova stakla dugo izdržati termičko opterećenje, pa zato dolazi do sagorevanja u zatvorenoj prostoriji sa trajanjem požara od oko 60 minuta. Prema

tome, količina dimnih gasova iznosi:

$$\text{Vol. m}^3 = \frac{25 \cdot 37,9 \cdot 5 (273 + 20)}{273}$$

$$\frac{(\text{kg/m}^3 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{m}^3/\text{kg} \cdot \text{°K})}{\text{°K}} =$$

$$= 8400 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$= 140 \text{ m}^3/\text{min} \quad (2)$$

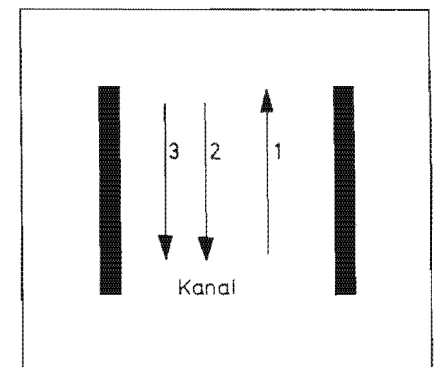
U slučaju požara pod najnepovoljnijim uslovima, ukupna količina dimnih gasova struji u prostor predsoblja, odakle mora biti odvedena. Ako je zapremina tog prostora 26 m³, pri mehaničkom provetravanju se mora obezbediti 325-tostruka promena vazduha. Na osnovu ovih vrednosti utvrđen je plan ventilacije u slučaju požara, te je između prostora ispred stanova i stepeništa postavljena jedna sigurnosna ustava (sl. 2). S obzirom na činjenicu da se prirodnim provetravanjem ne mogu postići regulacioni i sigurni kapaciteti, te da kanali za prirodno provetravanje treba da budu tri do četiri puta veći od kanala za veštačko provetravanje, unapred se odustalo od prirodnog provetravanja prostora ispred stanova i sigurnosne ustave, pa je predviđen mehanički u-

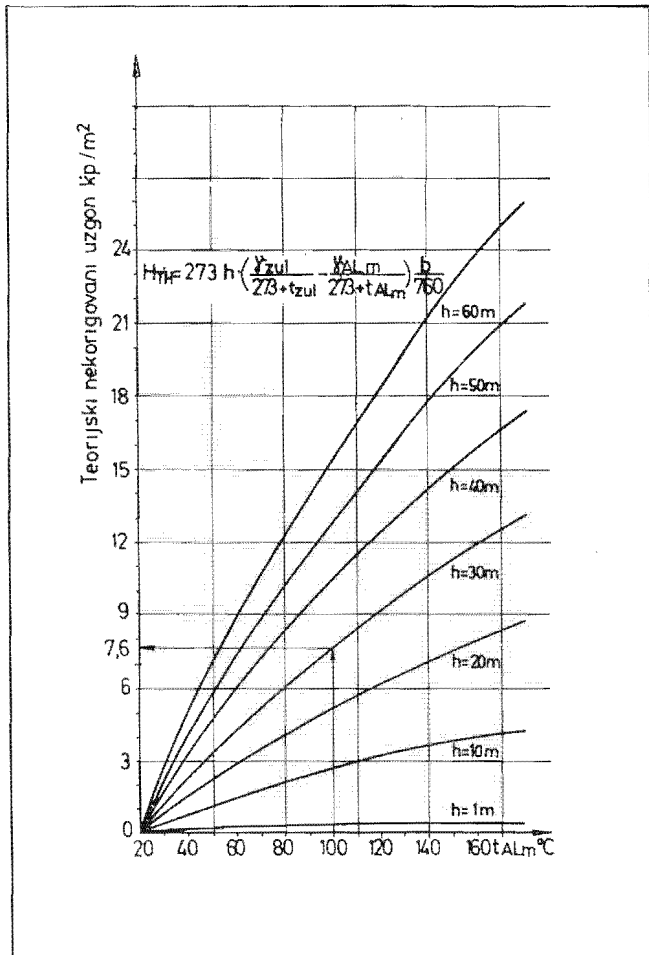
Sl. 3 — Sematski prikaz veličina koje nastaju u kanalu

1 — H_{TH} = teoretski uzgon

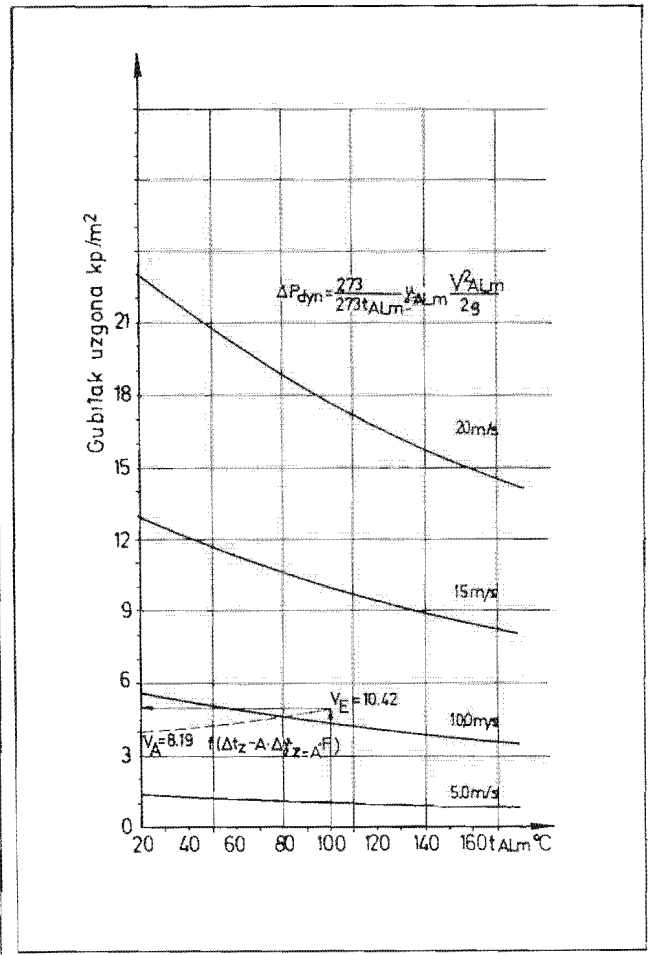
2 — $Z_{dyn} = P_{dyn}$ = gubitak pritiska promaje

3 — $Z_R = \Delta P_R$ = gubitak pritiska promaje





Sl. 4 — Teoretski uzgon u kanalima $\Delta P_{dyn} + P_R$



Sl. 5 — Gubitak uzgona usled pretvaranja statičke promaje (uzgona) u dinamički pritisak (ΔP_{dyn})

ređaj za provetranje toga prostora i sigurnosne ustave. Dalje, u saglasnosti sa vatrogasnom službom, odustalo se od stvaranja nadpritiska i podpritiska u tom prostoru i ustavi.

Da bi se utvrdili kapaciteti ventilatora, napravljeni su dijagrami za projektovanje (br. 4 do 9). Za teorijsko razmatranje odnosa u kanalu može da posluži slika 3. Zbog razlike u težini stuba dimnih gasova u uzlaznom kanalu i stuba spoljnog vazduha, zavisno od temperature, stvara se uzgon, koji se označava kao statički uz-

gon (promaja) H. Statički uzgon iznosi:

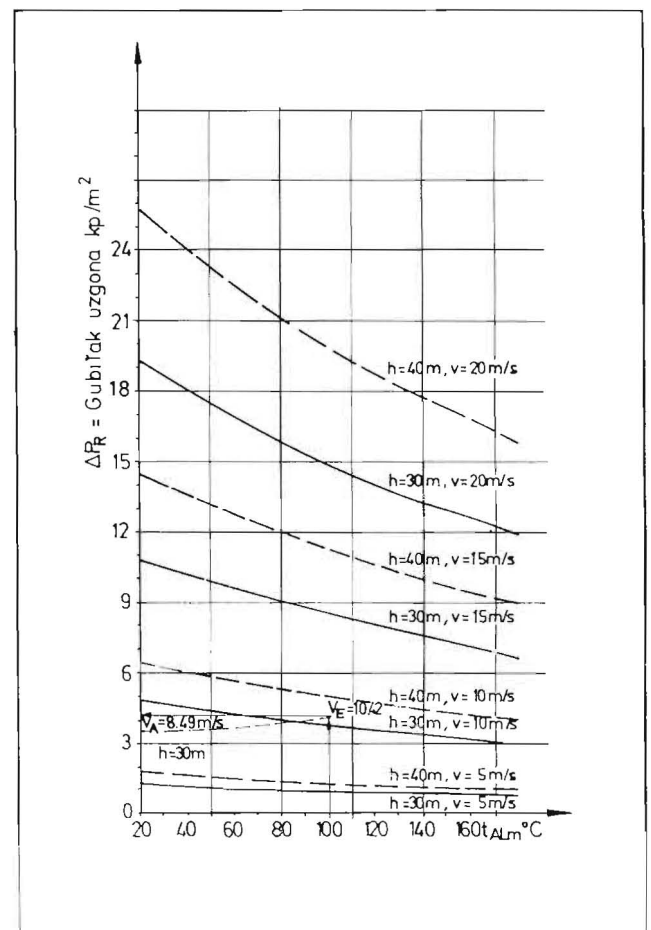
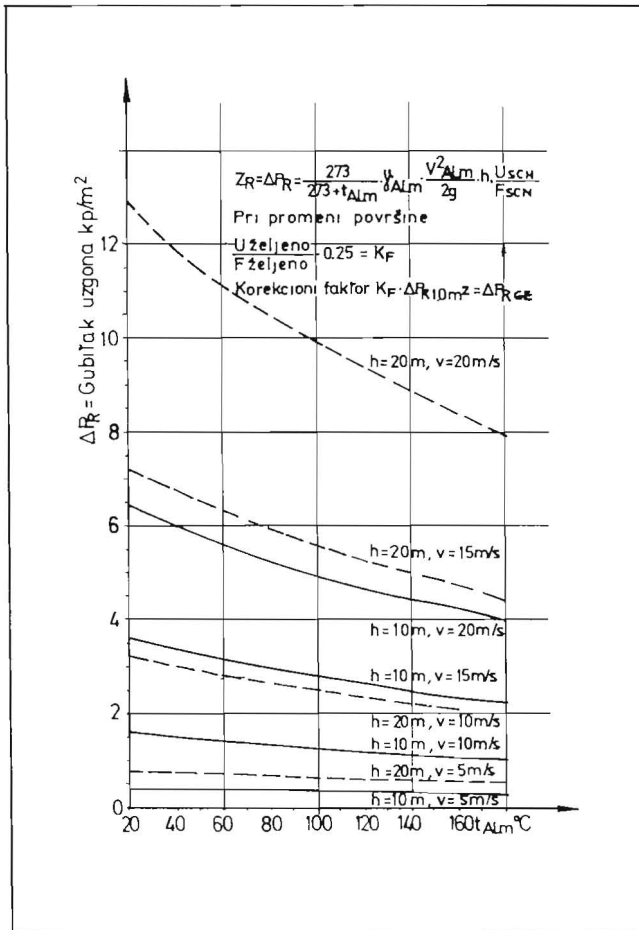
$$H = 273 \cdot h \left(\frac{\gamma_{Zl}}{273 + t_{Zl}} - \frac{\gamma_{Al_m}}{273 + t_{Al_m}} \right) \cdot \frac{b}{760} \quad (3)$$

gde je:

- h — visina kanala (m)
- γ_{Zl} — specifična težina dovodnog spoljnog vazduha (kg/m^3)
- t_{Zl} — temperatura dovodnog spoljnog vazduha ($^{\circ}\text{C}$)

- γ_{Al_m} — srednja specifična težina odvodnog vazduha (mešavina dimnih gasova i vazduha) (kg/m^3)
- t_{Al_m} — srednja temperatura odvodnog vazduha (mešavina dimnih gasova i vazduha) ($^{\circ}\text{C}$)
- b — barometarsko stanje.

Protiv statičkog uzgona deluju različite komponente. Ne uzimajući kod prinudnog strujanja u obzir gubitke na zidovima kanala usled hlađenja vrućeg odvodnog vazduha (ili mešavine dimnih ga-



Sl. 6 — Gubitak uzgona usled trenja u ozidanim ili betoniranim kanalima površine = 1,0 m²

Sl. 7 — Produžetak sl. 6

sova), ostaju komponente gubitka uzgona (koje deluju u suprotnom smeru od uzgona) od pretvaranja statičkog uzgona u dinamički pritisak (Z_{dyn}) i gubitak uzgona od trenja odvodnog vazduha po zidu kanala (Z_R). Gubitak uzgona usled pretvaranja statičkog uzgona u dinamički pritisak (Z_{dyn}) izračunava se po obrascu:

$$Z_{dyn} = \Delta P_{dyn} = \frac{273}{273 + t_{Alm}} \cdot \gamma \cdot Al_m \cdot \frac{v^2 \cdot Al_m}{2g} \quad (4)$$

Gubitak uzgona usled trenja (Z_R) proračunava se prema obrascu:

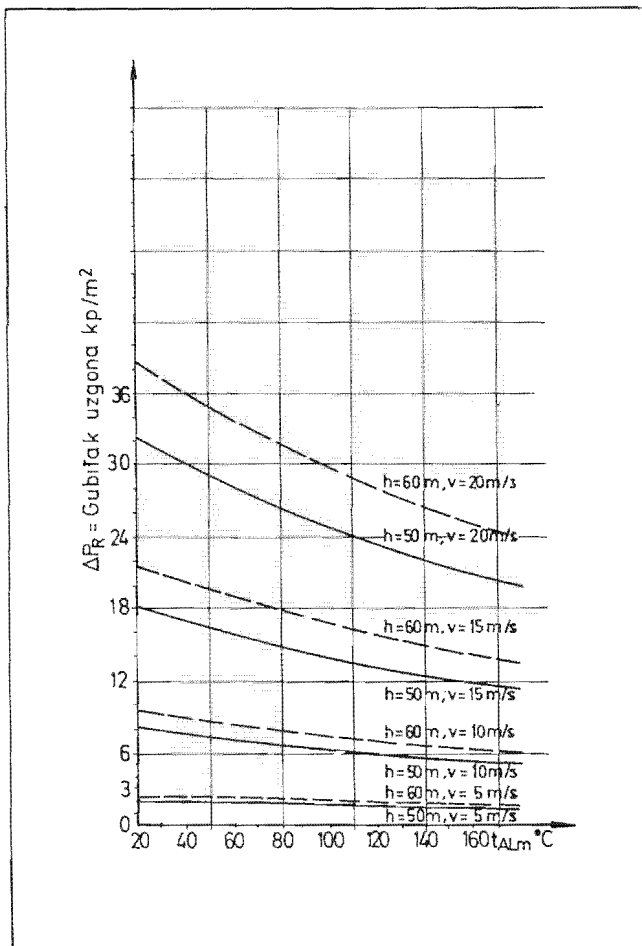
$$Z_R = \Delta P_R = \frac{273}{273 + t_{Alm}} \cdot \gamma \cdot Al_m \cdot \frac{v^2 \cdot Al_m}{2g} \cdot h \cdot \frac{U_{Sch}}{F_{Sch}} \cdot \lambda \quad (5)$$

gde je:

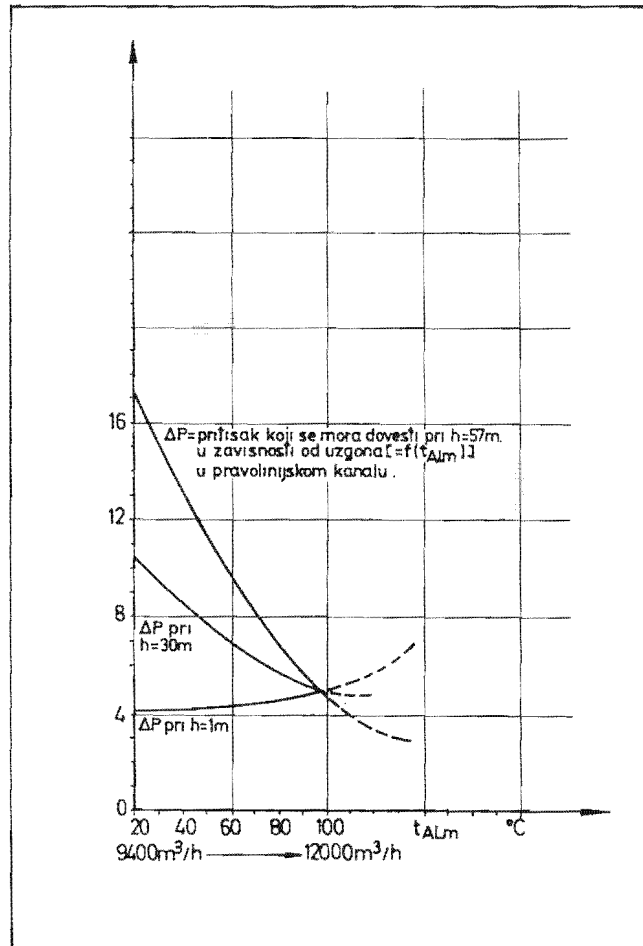
- v_{Alm} — srednja brzina odvodnog vazduha (m/sec)
- g — ubrzanje zemljine teže (9,81 m/sec²) (m/sec²)

- U_{Sch} — obim kanala (m)
- λ — koeficijent trenja na zidu kanala
- F_{Sch} — površina kanala (m²)
- $H_N = H - Z_{dyn} - Z_R$ ili $H - P_{dyn} - P_R$ ili

$$H_N = \left[273 \cdot h \left(\frac{\gamma Z_I}{273 + t_{Z_I}} - \frac{\gamma Al_m}{273 + t_{Alm}} \right) \cdot \frac{b}{760} \right] - \left[\frac{273}{273 + t_{Alm}} \cdot \gamma \cdot Al_m \cdot \frac{v^2 \cdot Al_m}{2g} \left(1 + h \frac{U_{Sch}}{F_{Sch}} \cdot \lambda \right) \right] \quad (8)$$



Sl. 8 — Produžetak slike 7



Sl. 9 — Odnosi pritisaka u zavisnosti od uzgona

Pri projektovanju ventilatora kao i preseka kanala, mora se voditi računa o tome, da se povećanjem temperature odvodnog vazduha povećava i zapremina gasova koju treba usisati, što dovodi do povećanja brzine pri konstantnom preseku kanala.

Slika 9. prikazuje odnos pritiska i povećanje količine vazduha kod prinudnog strujanja u funkciji od rastuće temperature i brzine odvodnog vazduha u kanalu pri raznim visinama kanala, zavisno od toga na kom spratu se dimni gasovi kod požara usisavaju.

Na osnovu teoretskih dijagrama (sl. 4. do 8) može se tačno projektovati uređaj za dovod i odvod vazduha u prostoru ispred stanova i u protivpožarnoj ustavi. Dok se na pokazanom primeru jedne 20-tospratne stambene zgrade sa unutrašnjim stepeništem, prostor ispred stanova provetrava sa oko 325 promena vazduha, protivpožarna ustava se pri izjednačavanju pritisaka provetrava sa 30 promena vazduha. Time se omogućava da dimni gasovi pri prolazu kroz ustavu budu usisani i ne prodiru u stepenišni prostor, koji na svom najvišem prostoru

ima još jedan kapak za odvod dimnih gasova, kojim se stepenište s vremena na vreme može provetriti.

Dovodni vazduh se ubacuje u prostor ispred stanova i u ustavu na podu, a odvodni vazduh se odvodi preko krova. Ovo odgovara prirodnim uslovima, čime se na podu stvara jedna bezdimna zona, kroz koju mogu proći ljudi koji se sklanjaju od požara.

U cilju smanjenja troškova zidanja i racionisanja prostorom, svaki sprat se oprema po jednim kapkom za dovođenje i odvođenje vazduha, koji se postavljaju

između prostora ispred stanova i kanala. Kapci se otvaraju ručno ili pomoću indikatora plamena, samo na spratu gde je izbio požar, te se istovremeno stavljaju u pogon ventilatori za dovodni i odvodni vazduh prostora ispred stanova i ustave, koji se nalaze na krovu.

Rešenje koje smo prikazali izvedeno je u jednoj stambenoj zgradi i pri završetku grubih radova je isprobano. Ako se ispitivanjem dokaže da sve teorijske postavke približno odgovaraju uslovima prakse, uskoro će biti omogućena ugradnja unutrašnjih stepeništa sa protivpožarnim ustavama i mehaničkim provetranjem, pošto će biti ispunjeni preduslovi za obezbeđenje izlaska u slučaju opasnosti.

kojih dolazi zbog zamora i korozije.

Svaka sekcija će imati samo po 4 referata, izabrana od strane organa Komisije, te će veći deo vremena sastanka biti odvojen za diskusiju. Referati će se štampati nakon sastanka i poslati svim učesnicima.

Formulari prijave učešća mogu se tražiti — a dobiti tek u drugoj polovini juna — od Mr. Maurice Greniera, vice-President of Commission A-3 (L'Air Liquide — D.C.V.M.), 57, Avenue Carnot, 94500 Champigny/Marne. U formularu će biti sva potrebna obaveštenja o uslovima učešća.

Konferencija o tečnim gasovima i njihovoj separaciji

Komisija A-3 Međunarodnog instituta za hlađenje (IIR), održava svoj prvi sastanak o ovoj temi 14. i 15. novembra 1973. u Brajtonu (Brighton), u Engleskoj, u sastavu Izložbe krajogene tehnike i sastanka o separaciji gasa, koje priređuje Britanski savet za krajogenu tehniku.

Sastanak će se odvijati u tri sekcije:

- Problemi mašina (kompresora, turbina, pumpi itd.)
- Utvrđivanje i zaštita od sakupljanja ugljovodonika u instalaciji i izolaciji
- Mehanička oštećenja reverzibilnih izmenjivača i drugih delova postrojenja do

