

# Izboljššan prenos toplote na toplotno aktivirani hlajeni steni

Samo Venko<sup>1,\*</sup> – Boris Vidrih<sup>2</sup> – Erik Pavlovič<sup>1</sup> – Sašo Medved<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Hidria IMP Klima d.o.o., Slovenija

<sup>2</sup> Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

Podnebne spremembe, mikroklimatski pogoji v urbanih področjih in trend staranja prebivalstva bodo vplivali na rabo energije za hlajenje stavb pri zagotavljanju bivalnega ugodja. Zato bo potrebno uporabiti nove tehnologije, ki bodo za delovanje rabile manj energije od trenutno uporabljenih rešitev.

Velik potencial za hlajenje predstavljajo toplotno aktivirane gradbene konstrukcije, saj omogočajo uporabo naravnih virov, kot so podtalnica, navpični in horizontalni zemeljski prenosniki toplote in hladilni stolpi za visokotemperaturno hlajenje. Kljub mnogim prednostim imajo ti sistemi tudi slabosti, ki jih je možno učinkovito izboljšati z načinom vpihovanja vtočnega zraka v prostor skozi linijsko odprtino, ki je postavljena neposredno ob hlajeno steno. Vpihovanje vtočnega zraka povzroči nastanek procesa mešane konvekcije, kar poveča konvektivni prenos toplote na hlajeni steni v primerjavi z naravno konvekcijo.

V dostopni literaturi avtorji niso našli modelov za vrednotenje takega način konvektivnega prenosa toplote na hlajeni steni, zato so z uporabo računalniške dinamike tekočin razvili empirične modele v obliki večfunkcijskih polinomov za lokalno in povprečno toplotno prestopnost za naravno in izboljšano (mešano) konvekcijo. Predstavljeni modeli za naravno konvekcijo na hlajeni steni veljajo v območju  $2,5 \leq \Delta\theta \leq 20$  °C, kjer je temperaturna razlika  $\Delta\theta$  opredeljena z razliko srednje temperature zraka v prostoru in površinske temperature stene, medtem ko je v modelu za mešano konvekcijo kot temperaturna razlika upoštevana razlika med temperaturo vtočnega zraka in temperaturo hlajene stene.

Razviti empirični modeli so bili uporabljeni v orodju TRNSYS za napoved učinka hlajenja z mehanizmom mešane konvekcije na hlajeni steni tipičnega pisarniškega prostora velikosti  $5 \times 6 \times 3$  m. V različnih scenarijih, ki so upoštevali tri stopnje hladilnih obremenitev (30, 45 in  $60 \text{ W/m}^2$ ) in različne načine prezračevanja, sta bili obravnavani dve različni širini aktivirane stene 3 in 6 m, v vseh scenarijih pa je bila površinska temperatura toplotno vzbujene stene enaka  $17$  °C.

Učinkovitost hlajenja je bila vrednotena s kriterijem CDH (cooling degree hours) oz. urnim temperaturnim presežkom, ki predstavlja vsoto produktov časa, ko je presežena referenčna temperatura, in temperaturne razlike med notranjo občuteno temperaturo in referenčno temperaturo. Za vrednotenje toplotnega ugodja je bil uporabljen adaptivni model Kategorije A po literaturi.

V članku je pokazano, da se z izboljšano toplotno prestopnostjo kompenzira nizke hladilne obremenitve ( $30 \text{ W/m}^2$ ) s 3 m široko toplotno aktivirano steno pri hitrosti vtočnega zraka  $2 \text{ m/s}$ . Enaka dolžina aktivirane stene omogoča tudi kompenzacijo srednjih hladilnih obremenitev ( $45 \text{ W/m}^2$ ), vendar pri hitrosti vtočnega zraka  $4 \text{ m/s}$ . V primeru prenosa toplote z naravno konvekcijo ne zadostuje niti večja toplotno aktivirana stena dolžine 6 m. V tem primeru se očitno prepozna prednost uporabe vtočnega zraka za izboljšanje toplotne prestopnosti na hlajeni steni. Tudi visoke hladilne obremenitve ( $60 \text{ W/m}^2$ ) je skoraj v celoti možno kompenzirati z vpihovanjem vtočnega zraka s hitrostjo  $v_{SA} = 4 \text{ m/s}$  ob toplotno aktivirani steni širine 6 m.

Kombinacija toplotno aktiviranih konstrukcij in naravne konvekcije sicer ne povzroča emisij hrupa, vendar je hladilna moč zelo odvisna od temperaturne razlike med površino in zrakom v bližini površine. Ob tem se hlajenje z naravno konvekcijo težko uravnava, saj je možno hladilno moč prilagajati le s počasi odzivnim spreminjanjem površinske temperature. Zato ima hlajenje s povečanim prenosom toplote s pomočjo curka zraka ob toplotno vzbujeni steni izrazite prednosti pred sistemi z naravno konvekcijo.

**Ključne besede:** aktivno naravno hlajenje, toplotno aktivirane gradbene konstrukcije, izboljššan konvektivni prenos toplote, toplotno ugodje, numerično modeliranje prenosa toplote