

Numerično modeliranje pogojev toplotnega ugodja v notranjem prostoru z viri sončnega obsevanja

Igor Bonefacic* – Igor Wolf – Bernard Frankovic
Univerza na Reki, Fakulteta za strojništvo, Hrvaška

Cilj te študije je določitev vpliva virov sončnega obsevanja na učinkovitost hlajenja stenske klima naprave in pogoje toplotnega ugodja v zaprtem prostoru poleti. Modelirana je prazna pisarna na Reki, Hrvaška, ki ima dvojno zasteklena okna in gleda proti jugu. Tridimenzionalni primer prenosa toplote in pretoka zraka je bil razrešen s programsko opremo za računalniško dinamiko fluidov FLUENT, in sicer v standardnih pogojih z neposrednim virom sončnega obsevanja in brez. Simulirani in raziskani so bili štiri različni koti pritoka zraka iz klima naprave ter sončnega obsevanja na zunanje površine in skozi okno. V numeričnem modelu je bilo prevzetih nekaj poenostavitev za zmanjšanje števila kontrolnih volumnov, ki so potrebni za diskretizacijo domene in pohitritev izračuna. Notranje ovire, kot sta pisarniška miza in omara, so bile zanemarjene. V sobi ni dodatnih virov toplote, kot so ljudje, računalniki, zasloni itd. Za napovedovanje vpliva sončnega obsevanja skozi okno je bil uporabljen algoritem za sledenje sončnim žarkom v paketu FLUENT. Algoritem je bil tudi eksperimentalno preverjen. Vpliv sevanja na parametre toplotnega ugodja v prostoru je bil analiziran s primerjavo izmerjene in izračunane temperature tal v območju, ki je izpostavljeno direktnemu sončnemu obsevanju. Meritve površinske temperature v območju tal so bile opravljene s termovizijsko kamero FLIR ThermaCAM S65. Za vse obravnavane primere so predstavljeni in primerjani rezultati za hitrost zraka v prostoru, porazdelitev temperature, srednjo sevalno temperaturo (MRT) in napovedano srednjo oceno ugodja (PMV).

Teoretična analiza je pokazala, da so povprečne vrednosti temperature zraka in hitrosti zračnega toka pri določenih robnih pogojih v sprejemljivem območju, čeprav lahko nastopajo lokalna odstopanja od standardnih vrednosti za optimalno ugodje. V obdobju hlajenja so bile opažene znatne razlike v pogojih toplotnega ugodja ob upoštevanju sončnega obsevanja skozi okno. V primerih, ko je bilo v simulacijah upoštevano sončno obsevanje, so bile povprečne temperature v prostoru za približno 4 °C višje kot v primerih brez vira sončnega obsevanja. Opažene so bile tudi določene razlike odvisno od kota pritoka zraka iz klima naprave, pri čemer je v spodnjih slojih zaradi vzgonskih učinkov prišlo do temperaturnega padca. V tem primeru se mora za izničenje vzgonskih učinkov povečati hitrost zračnega toka iz klima naprave, ki pa lahko spremeni lokalno porazdelitev zraka in skvari optimalne vrednosti ugodja.

Meritve in simulacije CFD so razkrile občutno povečanje temperature na delu tal, ki je direktno izpostavljen soncu. Čeprav je ta del razmeroma majhen, pa močno vpliva na ugodje, saj zvišuje povprečno temperaturo zraka in povzroča močne vzgonske pojave.

Kljub temu, da v simulacijah prostora niso bili upoštevani ljudje, pohištvo in dodatni viri toplote, je mogoče zaključiti, da je sončno obsevanje zelo pomemben dejavnik pri ocenjevanju toplotnega ugodja v prostoru. Za pravilno napoved toplotnega ravnovesja in pogojev ugodja v prostoru ga je zato treba vključiti v numerične simulacije. Predstavljeno numerično analizo je mogoče razmeroma preprosto prenesti tudi na podobne tehnične probleme na področju ogrevanja, prezračevanja in klimatizacije. Vanjo je mogoče vključiti tudi vlažnost zraka, notranje vire toplote kot so ljudje, računalniki, zasloni itd., kakor tudi časovno odvisne robne pogoje za simulacijo različnih izhodnih kotov zračnega toka, ki se nastavijo z vrtenjem izhodnih žaluzij klima naprave.

Ključne besede: numerično modeliranje, toplotno ugodje, hlajenje prostora, zračni tok, sončno obsevanje srednja sevalna temperatura