

Eksergijska analiza konvencionalnega in nizkoeksergijskega sistema za ogrevanje in hlajenje skoraj nič-energijskih stavb

Mateja Dovjak^{1,*} – Masanori Shukuya² – Aleš Krainer¹

¹ Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Slovenija

² Laboratorij za stavbno okolje, Univerza v Tokiu, Japonska

Za izpolnitev zahtev Direktive 2010/31/EU in povečanje števila skoraj nič-energijskih stavb je potreben nov način reševanja problemov v zvezi z visoko rabo energije. Najpomembnejši je celostni pristop, ki vključuje ukrepe na ravni stavbnega ovoja ter ukrepe na ravni učinkovitosti ogrevalnih in hladilnih sistemov. Pri doseganju energijske učinkovitosti stavb ne smemo pozabiti na toplotno ugodje uporabnikov. Doseganje toplotnega ugodja in produktivnosti je pomembnejše od znižane rabe energije.

Eksergijske analize obravnavajo procese v človeškem telesu istočasno s procesi, ki potekajo v stavbi. Tako lahko načrtujemo ogrevalne in hladilne sisteme, ki omogočajo zagotavljanje udobnih razmer za individualnega uporabnika ob racionalni rabi energije. Namen študije je primerjava dveh ogrevalnih in hladilnih sistemov (konvencionalni in nizkoeksergijski sistem) z eksergijskega vidika. Vključuje simulacijo toplotnega ugodja za individualne uporabnike in meritve rabe energije.

Realni testni prostor je bil opremljen z nizkoeksergijskim sistemom (LowEx-sistem, ogrevalno-hladilni stropni paneli) in nato s konvencionalnim sistemom (električni radiatorji in hladilni sistem z notranjo enoto). Dodatni primer predstavlja toplotno neizolirana testna soba, opremljena s konvencionalnim sistemom.

Analiza individualnega toplotnega udobja je bila izvedena s simulacijo eksergijske bilance v človeškem telesu (hbExB), izračunom stopnje rabe eksergije v človeškem telesu (hbExC) in izračunom indeksa PMV. Meritve rabe energije in kontrola mikroklimatskih razmer so bile izvedene s pomočjo integralnega regulacijskega sistema notranjega okolja na osnovi mehke logike (ICsIE sistem). Simulacija je bila izvedena na dveh virtualnih uporabnikih, ki sta bila izpostavljena eksperimentalnim razmeram na osnovi realnih testnih meritev v stavbi.

Rezultati simulacije individualnega toplotnega ugodja kažejo, da se stopnja hbExC in indeks PMV spreminjata glede na eksperimentalne razmere, ustvarjene z LowEx in konvencionalnim sistemom. Indeks PMV ne daje dovolj informacij o tem, kateri sistem ustvari toplotno ugodnejše razmere. Rezultati simulacije hbExB podrobno prikazujejo vpliv značilnosti individualnega uporabnika in eksperimentalnih razmer na posamezne dele bilance. Pretekle študije na povprečnih uporabnikih so pokazale, da je stopnja hbExC nižja v toplotno ugodnih razmerah, rezultati študije na individualnih uporabnikih pa kažejo nasprotno. Stopnja hbExC je namreč odvisna od individualnih značilnosti virtualnih uporabnikov.

Oba sistema ustvarita toplotno ugodne razmere, vendar mora biti ovoj stavbe dobro toplotno izoliran. V primeru prostora brez toplotne izolacije se pojavi tok hladne sevalne eksergije, ki vodi do toplotnega neudobja. LowEx-sistem, ki je povezan s sistemom ICsIE, omogoča usklajevanje temperature zraka in srednje sevalne temperature za individualnega uporabnika prostora. Na ta način so dosežene toplotno ugodne razmere z regulacijo posameznih delov hbExB.

Izmerjena raba energije za ogrevanje testnega prostora je bila pri LowEx-sistemu od 11 do 27% nižja kot pri konvencionalnem sistemu. Izmerjena raba energije za hlajenje je bila pri LowEx sistemu od 41 do 62% nižja. Razlog za manjšo učinkovitost sistema v času ogrevanja je bil v tem, da je bilo za ogrevanje aktiviranih samo 25% površine stropnega elementa. Izračunano zmanjšanje rabe energije v primeru štirikrat večje ogrevalne površine znaša 40%.

Pristop istočasne obravnave individualnega toplotnega ugodja in rabe energije, ki je predstavljen v študiji, je pomemben z vidika načrtovanja ogrevalnih in hladilnih sistemov ter za njihovo uporabo v skoraj nič-energijskih stavbah prihodnosti.

Ključne besede: eksergija človeškega telesa, ogrevanje in hlajenje stavb, nizkoeksergijski sistem, konvencionalni sistem, raba energije v stavbi, individualno toplotno ugodje