

S POMOČJO HLADNIH PREMAZOV SO STREHE HLADNE TUDI POLETI

HLADNE PREMAZE UVRŠČAMO MED SPEKTRALNO SELEKTIVNE PREMAZE, SAJ VIDNEGA IN BLIŽNJEGA INFRARDEČEGA SPEKTRA SEVANJA SONCA NE ODBIJAJO V ENAKI MERI KOT POVRŠINE, PREMAZANE Z OBIČAJNIMI BARVAMI.

Za klimatske pogoje, ki vladajo v Sloveniji, številne, ne le poslovne stavbe, porabijo dandanes več energije za ohlajevanje, kot za ogrevanje, kar je bilo za naše geografske širine še do nedavnega nepredstavljivo. Poraba energije za hlajenje raste hitreje kot energija, ki jo namenjamo ogrevanju notranjih prostorov v zimskem obdobju. Problem je toliko bolj pereč, saj ohlajevanje notranjega prostora za stopinjo Celzija potroši približno trikrat več energije, kot jo potrebujemo, da isti prostor ogrejemo. Klimatiziranje delovnih in bivalnih prostorov v poletnem času je glavni krivec izpadov celotnih električnih omrežij v Kaliforniji v letih 2002 in 2004, v Italiji leta 2003 in v Španiji leta 2005, saj za ohlajevanje uporabljamo skoraj izključno neobnovljivi vir električne energije. Aktualno je vprašanje, kako lahko na pasivni način, brez vložka energije, zmanjšamo energetske potrebe, ki se pojavljajo za hlajenje stavb. Sicer k segrevanju prispevajo vsi osončeni deli stavbe, vendar strehe k temu nedvomno prispevajo največ.

PRINCIP DELOVANJA HLADNIH STREH

S pomočjo tako imenovanih hladnih streh lahko strešne površine ostanejo hladne kljub intenzivnemu sončnemu obsevanju. Te površine odlikuje čim manjša solarna absorpcija in čim večja termična emisivnost. Svetle površine niso nujne za doseganje vpliva hladnih streh, saj tudi ustrezni temnejši odtenki, čeprav za vidno svetlobo s povprečno refleksijo sončne svetlobe, vendar z dobro termično emisivnostjo, lahko ohranjajo nizko površinsko



Zamenjave običajnih streh s hladnimi strehami predstavljajo v povprečju letno zmanjšanje emisij CO₂ za 3,02 kg, NO_x za 4,81 g, SO₂ za 12,4 g in Hg za 61,2 g za vsak kvadratni meter površine strehe.

temperaturo. Ti premazi so spektralno selektivni, kar pomeni, da v določenem delu elektromagnetnega valovanja selektivno vpijajo (absorbirajo) svetlobo, v drugem delu pa jo odbijajo (reflektirajo).

Strehe, tudi nadstreški, fasade in protisončne zaščite (rolete, žaluzije, polkna in drugi konstrukcijski elementi na zunanji osončeni površini ovoja stavbe), ki imajo nizko solarno absorptivnost oz. **visoko solarno refleksijo** (visoko sposobnost reflektiranja sončnega sevanja s spektrom valovnih dolžin med 0,3 in 2,5 μm) in **visoko termično emisivnost** (lastnost intenzivnega ohlajevanja v okolico s spektrom termičnega sevanja med 4 in 8 μm), ostanejo hladne kljub najmočnejšemu sončnemu sevanju. Poleg tega takšne površine močno zmanjšujejo prehod toplote v notranjost stavbe, kar posledično znižuje potrebo po ohlajevanju notranjih prostorov in energijsko potrošnjo klimatskih naprav.

Materiali, na katere lahko nanesemo omenjene premaze, ki ustvarjajo vpliv ravnih streh, so poleg vseh vrst pločevin tudi glina (opečne kritine), beton in celo bitumen (bitumenski trakovi ali bitumenske skodle).

Prednosti hladnih streh so v varčevanju z energijo, varovanju okolja, zmanjševanju emisij in vpliva toplogrednih plinov (CO₂, NO_x, SO₂, Hg), zmanjševanju onesnaževanja okolja, zniževanju stroškov potrebnih za ohlajevanje notranjih prostorov in predstavljajo trajnostno rešitev, ki vodi k zmanjšanju stroškov v življenjskem ciklusu (LCA – Life Cost Assessment). Pripomorejo tudi k zniževanju temperature mestnih jeder v poletnem času, torej preprečujejo nastanek toplotnih otokov v strmjenih urbanih predelih (ta vpliv je lahko tudi do 4 °C hladnejši zrak v mestnih središčih), znižujejo nastajanje ozona in tvorjenje smoga ter izboljšujejo bivalno okolje.

Vršno ali konično porabo električne energije lahko z uporabo hladnih streh celo prepолоvimo

Cilj ni samo zmanjšanje absorpcije sončnih žarkov oziroma povečanje refleksije, ampak hkratio povečanje ohlajevanja strešnih površin s pomočjo termičnega sevanja nazaj v okolico. Vsi ti termični vplivi, ki so izključno vezani na radiacijski prenos toplote, posledično močno zmanjšajo toplotni tok v notranjost stavbe in s tem uspešno preprečujejo pregrevanje. Ker je toplotni tok skozi streho v notranjost stavbe največji v opoldanskem času, ko je tudi največja potrošnja električne energije, z izbiro hladne strehe znižujemo vršno ali konično porabo

električne energije. Meritve v nekaj vročih krajih Kalifornije, Floride in Teksasa so pokazale znižanje vršne porabe električne energije za 10 do 30 odstotkov in v nekaterih primerih celo 50 odstotkov.

Namen zamenjave običajne s hladno streho je v prvi vrsti v zniževanju potreb po ohlajevanju notranjih prostorov, kar velja posebej za področja z dolgimi vročimi sezonami, ko potrebujemo dodatno aktivno ohlajevanje (najpogosteje s pomočjo klima naprav). Torej prihranimo energijo, ki bi bila potrebna za odvajanje toplote (vročine) iz notranjih prostorov. Ta energija žal v večini primerov ni iz obnovljivih virov.

Ker vsem toplotnoizolacijskim materialom z višanjem temperature pada toplotna izolativnost, s hladnimi strehami povečujemo skupni toplotni upor konstrukcijskega sklopa strehe in s tem zmanjšamo potrošnje energije za ohlajevanje ali ogrevanje notranjosti stavb. Nižje temperature streh pripomorejo k podaljšanju življenjske dobe strešnih materialov in same kritine, kar posledično vpliva na zmanjševanje količine gradbenih odpadkov, ki predstavljajo v svetu nadvse pereč problem, saj so gradbeni odpadki globalno udeleženi že z več kot 40-odstotnim deležem vseh odpadkov.

Izkušnje po svetu

Praktični primeri in teoretični izračuni v Združenih državah Amerike so potrdili, da zamenjave običajnih streh s hladnimi strehami predstavljajo v povprečju letno zmanjšanje emisij CO₂ za 3,02 kg, NO_x za



Gola pločevinasta kritina ima relativno visoko solarno reflektivnost (okrog 0,60), toda zelo majhno termično emisivnost (samo okrog 0,10).

4,81 g, SO₂ za 12,4 g in Hg za 61,2 g za vsak kvadratni meter površine strehe.

Simulacije energetske bilanc ravnih streh poslovnih objektov v 16 klimatskih conah Kalifornije privedejo do letnih prihrankov energije 3,20 kWh/m², letnega prihranka zemeljskega plina 5,6 MJ/m² in povprečnega prihranka energije 30 MJ/m² ter povprečnega zmanjšanja vršne porabe energije za 2,1 W/m². Tako so skupni prihranki ob upoštevanju razmer v Kaliforniji, investicijske vrednosti in 15-letne vračilne dobe od 1,60 €/m² do 6,9 €/m² (od 1,90 \$/m² do 8,30 \$/m²). Za poševne strehe poslovnih objektov in ob upoštevanju 30-letne življenjske dobe znašajo prihranki med 2,30 €/m² do 20,3 €/m². Analogno so za kalifornijske klimatske razmere opravljene tudi analize stanovanjskih objektov, kjer kažejo prihranki, ob upoštevanju tridesetletne življenjske dobe, od 2,0 €/m² do 6,8 €/m² za ravne strehe in od 1,16 €/m² do 12,9 €/m² za poševne strehe.

Slabost hladnih streh je v tem, da lahko tudi povečujejo porabo energije v zimskem času v hladnih klimah. Poleg tega se moramo zavedati, da hladna streha znižuje temperaturo na lastni površini in tako učinkuje le na nekaj zgornjih nadstropjih večstanovanjskih ali poslovnih objektov.

Podoben efekt lahko dosežemo tudi z ozelenjenimi strehami, torej strehami, ki zajemajo vegetacijo kot zaključni sloj. Rastline, podobno kot premazi hladnih streh, učinkovito zmanjšujejo vpliv pregrevanja tako z izredno selektivnimi lastnimi površinami, ko se listi in stebela ne morejo pregreti in hkratnem učinku evapo-transpiracije, ko se zaradi dodatnega izhlapevanja rastlinam znižuje površinska temperatura. Žal pa ozelenjene strehe ne moremo namestiti na vsak, še posebej ne na obstoječ objekt, kjer redkokdaj to omogoča sama nosilnost stavbe in njenih konstrukcijskih elementov.

Radiacijske lastnosti najpogostejših strešnih kritin

Gola pločevinasta kritina ima relativno visoko solarno reflektivnost (okrog 0,60), toda zelo majhno termično emisivnost



V splošnem materiali, ki jih uporabljamo za strešne kritine, bližnjega infrardečega sevanja sonca (od 0,7 do 2,5 μm) praviloma ne odbijajo v zadostni meri.

(samo okrog 0,10), kar naredi te površine precej bolj vroče, posebej v primerih konkavno zaprtih streh in v času ko ni gibanja zraka - vetra.

Solarna refleksija nepločevinastih kritin znaša od samo 0,03 do 0,30, izjemoma več (povprečje znaša okrog 0,20). Te kritine pa imajo precej boljšo termično emisivnost (med 0,80 do 0,90).

HLADNI PREMAZI

Hladne premaze je v zadnjih letih uspelo narediti številnim proizvajalcem premazov predvsem zaradi dostopnosti novih pigmentov (cool pigments). Ti obstajajo v različnih barvnih niansah, vendar se od drugih pigmentov razlikujejo v tem, da je njihova absorpcija omejena le na vidni del sončnega sevanja (tega je glede na celotno sevanje sonca 43 odstotkov, medtem ko je ultravijoličnega sevanja le 4 odstotke). Ostali delež sončnega sevanja, ki ga je kar 52 odstotkov, predstavlja za človeško oko nevidno sončno sevanje: bližnje infrardeče sevanje (ali NIR – Near Infrared Radiation). V splošnem drugi materiali, ki jih uporabljamo za strešne kritine, bližnjega infrardečega sevanja sonca (od 0,7 do 2,5 μm) praviloma ne odbijajo v zadostni meri. Glavni razlog za segrevanje običajnih strešnih kritin pa je prav v absorpciji infrardečega sevanja.

Vendar pigmenti za hladne strehe - ti nudijo hkrati estetsko kot tudi energetska rešitev - omogočajo izdelavo »hladnih« premazov, ki bodisi sami od sebe odbijajo bližnje infrardeče sevanje sonca, ali pa so pigmenti takšni, da skozi prodira bližnje infrardeče sevanje sonca, ne da bi prišlo do prekomerne absorpcije sevanja. V slednjem primeru se vrhni premaz (top-coat) nanese na osnovni premaz (base-coat), ki poskrbi za odboj bližnjega infrardečega sevanja sonce, medtem ko pa ne moti barvnega izgleda, ki ga ima vrhni premaz. Odboj slednjega sevanja dosežemo z dodatkom drugih pigmentov kot je to na primer TiO_2 , primerne velikosti zm ali z dodatkom kovinskih lusk (aluminij, baker, zlitine različnih barvnih odtenkov). »Hladni« premazi so torej vedno dvoplastni in so kombinacija vrhnjega in osnovnega premaza. Uvrščamo jih med spektralno selektivne premaze, saj vidnega in bližnjega infrardečega spektra sevanja sonca ne odbijajo v enaki meri, površine prekrte z njimi se ne segrevajo toliko, kot se segrevajo površine premazane z običajnimi barvami. Zato je uporaba »hladnih« premazov zelo aktualna tudi v evropskem merilu, za kar poskrbijo samim proizvajalci povezanih v mrežo »hladnih« premazov (www.coolroofs-eu.eu, www.coolroofs-eu-crc.eu).

Ameriški standardi za hladne strehe

Standardi (ASHRAE 90.1 in 90.2, Kalifornijski Title 24, IECC in drugi) predpisujejo za hladne strehe popravek toplotne prehodnosti celotnega konstrukcijskega sklopa. Uveden je poseben faktor ($F \leq 1,0$), ki predvideva za hladne strehe zmanjšanje toplotne prehodnosti - torej povečanje toplotnega upora. Posledično zato lahko, v kolikor uporabimo hladno streho, pri načrtovanju in projektiranju stavbe zmanjšamo debelino toplotne izolacije, pri tem pa letni stroški energije ostanejo enaki.

Uveden je izraz solarno refleksijski faktor (SRI), ki opisuje stacionarno temperaturo površine ravne strehe tipičnega popoldneva v poletju. SRI je enak nič za črno streho (solarna refleksijska 0,05 in termična emisivnost



Solarna refleksija nepločevinastih kritin znaša od samo 0,03 do 0,30, izjemoma več (povprečje znaša okrog 0,20). Te kritine pa imajo precej boljšo termično emisivnost (med 0,80 do 0,90).

0,90) in 100 za čisto belo površino (solarna refleksija 0,80 in termična emisivnost 0,90). Torej imajo hladne strehe visok SRI.

Kako vključiti tehnologijo hladnih streh v predpise, pravilnike ali ostalo regulativo?

Naši novi 'Pravilnik o učinkovitosti rabi energije' in v njem omenjena 'Tehnična smernica za učinkovito rabo energije' ter mednarodni standard 'SIST EN ISO 13790', predvidevajo mesečni izračun energijske bilance objekta tako za gretje kot tudi za hlajenje. Ker imamo zbrane meteorološke podatke za vsa področja v Sloveniji, lahko izračunamo temperaturi primanjkljaj, kot tudi višek toplotne energije. K tem izračunom bi morali upoštevati še vplive radiacijskega prenosa toplote ob uporabi hladne strehe, torej vpliv solarnega sevanja, ki predstavlja dotok energije v stavbo, in vpliv radiacijskega hlajenja, ki pomeni odtok energije. Tako izračunana energetska bilanca bi služila za dokazovanje vpliva učinkovitosti hladnih streh.

Drugi, enostavnejši in bolj pragmatičen način bi bile predpisane zahteve za nujno uporabo hladnih streh za primere področjih v Sloveniji, ki imajo večjo potrebo po ohlajevanju (stopnjo bi določili v pravilniku ali standardu). Tako predlagamo za poslovne in stanovanjske objekte na teh regijah strešno kritino za ravne strehe s solarno refleksijo najmanj 0,70 in termično emisijo najmanj 0,80, za strehe v nagibu večjem kot 30°, solarno refleksijo najmanj 0,50 in termično emisijo najmanj 0,70, ter za strehe z nagibom več kot 45°, solarno refleksijo najmanj

0,35 in termično emisijo najmanj 0,65. Vse vrednosti ne veljajo za laboratorijske meritve nove kritine, temveč po najmanj treh letih izpostavljenosti vremenskim vplivom po namestitvi kritine. Predpis naj ne bi veljal za strehe, na katerih se pretežna površina uporablja za zbiralnike sončne energije (ogrevanje vode), za proizvodnjo elektrike (fotovoltaika) ali za primere uporabe ozelenjenih streh.

V teoretičnem znanju, z raziskavami in izumi smo vodilni v svetu, zakaj ne bi vodili tudi v uporabi hladnih streh?

Želeli bi, da bi standardi in pravilniki za postopke energetske analize stavb vsebovali tudi možnost uporabe napredne tehnologije hladnih streh, saj bi na ta način poleg promoviranja razvoja in novih sistemov dosegli tudi prihranke energije, ekonomske učinke, izboljšali kvaliteto bivanja, in kar je najpomembnejše, doprinesli k zniževanju porabe neobnovljivih virov in ohranjanju okolja. Ob tej priložnosti moramo poudariti, da v Sloveniji lovimo korak s časom z raziskavami, razvojem, inovativnimi proizvodi (v sodelovanju s tovarno barv in lakov Helios iz Domžal) in ustrezno tehnično argumentacijo ter tako učinkovito podpremo uporabo hladnih streh in zagotovimo kakovost strešnih površin (Patent: SI P-2010000247 - Boris Orel, Ivan Jerman, Matjaž Koželj, Mohor Mihelčič, Helena Spreizer »Colored multilayer coatings exhibiting low solar absorptance and high thermal emittance«).

Uporaba premazov za hladne strehe je smotna in že sprejeta v svetu, zato ni razlogov, da vsaj za nekatere predele v Sloveniji ne bi bila priporočljiva ali obvezna, slovenske proizvajalce streh, fasad in premazov pa bi postavila na raven, ki je enakovredna drugim v Evropi in svetu ter bi tako povečala kompetentnost naše gradbene industrije.

DR. ROMAN KUNIČ,

DIREKTOR RAZISKAV IN RAZVOJA, FRAGMAT
 PROF. DR. BORIS OREL, VODJA LABORATORIJA
 ZA SPEKTROSKOPIJO MATERIALOV,
 KEMIJSKI INŠTITUT, LJUBLJANA