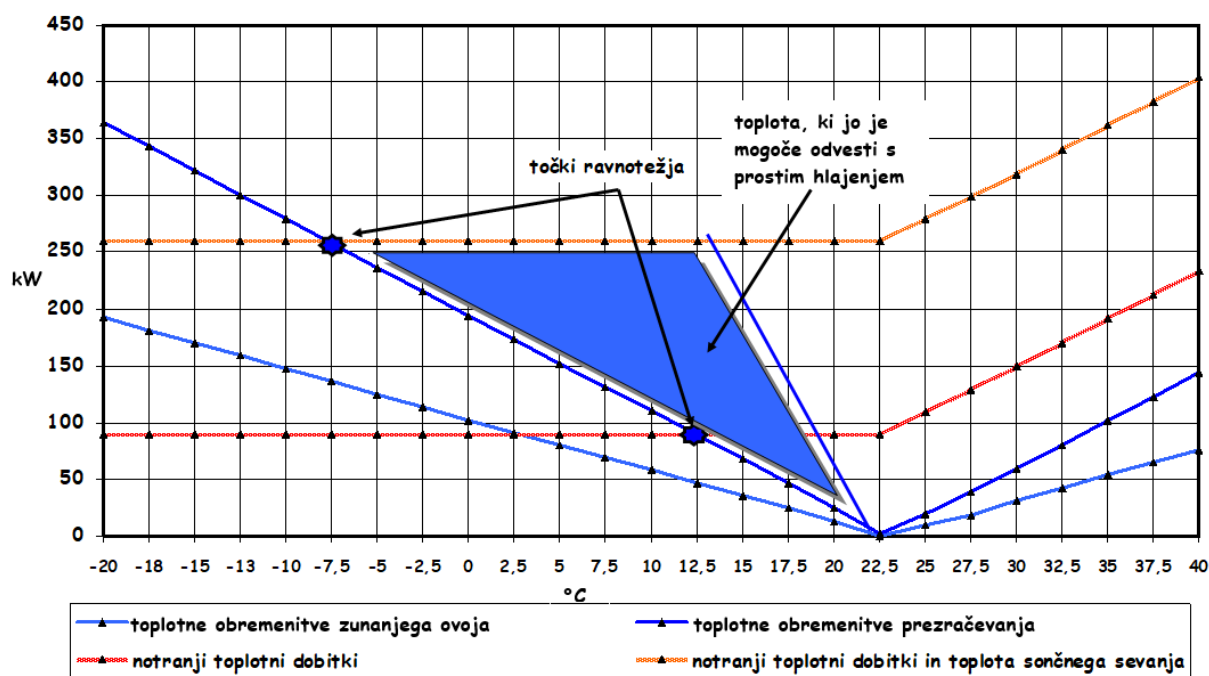


## PROSTO HLAJENJE IN PISARNIŠKE sNES

Skoraj nič-energijske pisarniške stavbe imajo za dosego postavljenega cilja, to je močno omejene potrebne energije za običajno delovanje stavbe ( $\text{kWh/m}^2$ ), zunanji ovoj z odličnimi lastnostmi in zahtevajo uporabo pisarniške opreme z nizko električno priključno močjo, kar ima za posledico zelo majhno potrebo po gretju. Še več, oboje povzroči, da takšna stavba potrebuje hlajenje tudi v času nizkih zunanjih temperatur. Pomembno lastnost obremenitvenega profila takšne stavbe predstavlja nizka ravnotežna temperaturna točka, opredeljena kot zunanja temperatura suhega termometra pri kateri so izgube skozi zunanji ovoj izenačene z notranjimi toplotnimi dobitki in dobitki sončnega sevanja. K nizki ravnotežni temperaturni točki močno pripomore tudi zrakotesnost ovoja, ne samo njegova visoka toplotna upornost. Slika spodaj prikazuje primer ravnotežne temperaturne točke skoraj nič-energijske pisarniške stavbe.



Predstavljena lastnost ima za posledico nujnost uporabe vsakršne razpoložljive proste hladilne energije, ko to le dopuščajo zunanje razmere, da ne prihaja do prekomerne porabe energije za hlajenje. V stanovanjski stavbi običajno za prosto hlajenje zadoščajo že odpirajoča se okna, za druge vrste stavb največkrat ne. V teh primerih pomaga zračni ali tekočinski varčevalnik<sup>1</sup>. Dodatno, krmiljenje vračanja toplote zavrženega zraka sistema prezračevanja mora omogočiti kar

<sup>1</sup> Opredelitev varčevalnika po ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1:

**Zračni varčevalnik:** Razmestitev kanalov in žaluzij ter samodejni krmilni sistem, ki skupaj omogočajo sistemu hlajenja dovajanje zunanjega zraka z namenom zmanjšanja ali odprave potrebe po mehanskem hlajenju v času blagega ali hladnega vremena.

**Tekočinski varčevalnik:** Sistem, s katerim se vtočni zrak sistema hlajenja ohlaja posredno s tekočino, ki se sama ohladi s prenosom toplote ali snovi v okolje brez uporabe mehanskega hlajenja. Primeri običajno uporabljenih tekočin so voda, glikolne mešanice in hladiva.

največji delež prostega hlajenje vedno, ko je v stavbi hlajenje potrebno in so zunanje temperature primerne.

**Zračni varčevalnik.** Zračni varčevalnik je bolj učinkovit od tekočinskega, ker zagotavlja prosto hlajenje pri višjih okoliških entalpijskih pogojih, poleg tega ga je tudi lažje vključiti v osrednji sistem z obdelavo zraka. Siceršnji povratni zrak se nadomesti s hladnejšim zunanjim zrakom v primerih, ko ima to za posledico nižjo obremenitev zračnega hladilnika. Zračni varčevalnik poveča energijsko izkoriščenost, ker ni omejen s temperaturo približevanja<sup>2</sup>, kot to je tekočinski. Poleg tega ne povzroča porabe vode in za delovanje ne potrebuje energije za pogon ventilatorjev in črpalk, kot to velja za primer hladilnega stolpa.

Krmiljenje zračnega varčevalnika predstavlja med strokovnjaki vedno vročo razpravo, še posebej upoštevajoč vpliv napake temperaturnih in vlažnostnih tipal in težav z njihovim umerjanjem. ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1, katerega poglavji s področja strojništva sta s strani MSS v IZS v slovenščino prevedena, podaja zahteve za krmiljenje zračnih varčevalnikov. Tabela, podana tu spodaj, je okrnjena na način, da vključuje le tiste možnosti, ki uporabljajo temperaturna tipala, saj si večina lastnikov in upravnikov manjših in srednje velikih<sup>3</sup> poslovnih stavb ne želi nakopati še bremena vzdrževanja vlažnostnih tipal.

Vrsta krmiljenja	Uporaba dovoljena samo v naslednjih podnebnih področjih <sup>4</sup>	Zahtevana zgornja omejevalna nastavitvena vrednost (varčevalnik izklopljen, ko je):	
		Enačba	Opis
Nespremenljiva temperatura suhega termometra	5A	$t_{zz} > 21,1 \text{ °C}$	Temperatura zunanjega zraka preseže 21,1 °C
	3A, 4A	$t_{zz} > 18,3 \text{ °C}$	Temperatura zunanjega zraka preseže 18,3 °C
Razlika temperatur suhega termometra	5A	$t_{zz} > t_{pz}$	Temperatura zunanjega zraka preseže temperaturo povratnega zraka

**Tekočinski varčevalniki.** Te je mogoče uporabiti samo v primeru uporabe sistemov, ki vključujejo vodno hlajene hladilnike tekočin in prenašajo hlad do končnih elementov po prostorih (ventilatorskih konvektorjev, sevalnih plošč, hladilnih gred) v obliki hlajene vode. Za primere manjših in srednje velikih poslovnih stavb se za odvod kondenzatorske toplote hladilnikov tekočine precej pogosto uporabljajo suhi hladilniki, zelo redko hladilni stolpi. Za prve se v primeru

<sup>2</sup> Temperatura približevanja je opredeljena kot temperaturna razlika med izstopno temperaturo enega medija in vstopno temperaturo drugega medija. V primeru tekočinskega varčevalnika med izstopno temperaturo hladilne tekočine in vstopno temperaturo zunanjega zraka.

<sup>3</sup> Za manjše in srednje velike poslovne stavbe veljajo tiste s površino med 1000 in 10.000 m<sup>2</sup> in višine do 25 m.

<sup>4</sup> Primeri slovenskih mest ali slovenski meji bližjih mest: 3A – Trst, 4A – Ljubljana, 5A - Maribor

prostega hlajenja preusmeri pretok hlajene vode z uparjalnika na suhi hladilnik, kadar je zunanja temperatura dovolj nizka, da lahko ta ohladi vodo na temperaturo, ki zadošča za zadovoljevanje potreb po hlajenju ob nižani hladilni obremenitvi.

Prvi korak za določitev lastnosti tekočinskega varčevalnika predstavlja ugotovitev nižane občutene hladilne obremenitve prostora pri delovnih pogojih varčevalnika. Za večino pisarniških stavb bo ta pri nizkih zunanjih temperaturah, vključno s prostim hlajenjem preko sistema prezračevanja, nižja od 50% vršne računske hladilne obremenitve prostora. Suhi hladilnik so običajno izbrani pri temperaturnem približevanju 10 K pri polni hladilni obremenitvi. Pri 50% obremenitvi bo temperaturno približevanje znašalo okoli 5 K, kar za primer potrebne temperature hlajene vode 12,5 °C pomeni, da bo prosto hlajenje na razpolago, ko bo zunanja temperatura padla na 7,5 °C. Pri tem ne gre pozabiti, da bo uporaba suhega hladilnika v ta namen zahtevala uporabo glikolne mešanice tudi v zanki porabnikov, kar je potrebno upoštevati pri določitvi pretoka in izboru obtočne črpalke – manjša specifična toplota in večja viskoznost tekočine.

Za primer, da je sistem tekočinskega hlajenja že izbran z višjo vtočno temperaturo okoli 12,5 °C, in ventilatorski konvektorji odvajajo iz prostorov samo občuteno toploto, potem mora potrebno razvlaževanje poleti zagotavljati namenski prezračevalni sistem. Ventilatorski konvektorji naj se v teh primerih izberejo s povišanim toplotnim ujemanjem njih samih in prostorov, kar zmanjša temperaturo približevanja med zrakom na izstopu iz konvektorjev in hladilno tekočino na njihovem vstopu. S tem se zmanjša negativni učinek sicer povečane potrebne energije za pogon ventilatorjev, kot posledice višje vtočne temperature tekočine. Ker toplotni menjalniki v tako izbranih ventilatorskih konvektorjih ne razvlažujejo in so zato suhi, je padec tlaka na strani zraka znižan vse do 65% sicer potrebnega v mokrem načinu delovanja. Uporaba 8-vrstnih toplotnih menjalnikov z razmakom med lamelami 2,4 mm ter hitrostjo zraka 2,2 m/s omogoča znižanje temperature približevanja na 1,5 K. Za druge uporabljene končne elemente, kot so sevalne plošče in hladilne grede pa so tako že največkrat zbrane s temperaturo tekočine na vstopu višjo od 12,5 °C.

Predstavljeno predstavlja smiselni povzetek smernic projektantom s področja strojništva, ki sta jih pripravila ASHRAE in NREL (National Renewable Energy Laboratory), za doseg cilja gradnje neto nič-energijskih pisarniških stavb. Neto nič energijske stavbe so po DOE (Department of Energy) opredeljene kot: »Stavba z izkoriščenostjo energije, predstavljene kot primarne, pri kateri je potrebna letno dovedena energija, manjša ali enaka odvedeni obnovljivi energiji, proizvedeni na kraju samem (oziroma znotraj postavljenih meja). Pri izračunu energijskega ravnotežja velja izpostaviti dvoje:

- Energija, uporabljena za polnjenje vozil, velja za odvedeno energijo.
- Kot dovedena energija iz obnovljivih virov velja samo tista, ki ima izdano tozadevno potrdilo (REC – Renewable Energy Certificate).

Iste smernice priporočajo, da si velja postaviti za smiselni in dosegljiv cilj naslednje vrednosti za obe energiji, potrebne za delovanje pisarniške stavbe, in v odvisnosti od podnebnege področja:

Podnebno območje	Dovedena energija (kWh/m <sup>2</sup> )	Primarna energija (kWh/m <sup>2</sup> )
3A	67,5	212,3
4A	68,5	216,1
5A	73,2	230,3

Ob tem velja izpostaviti, da je v dovedeno oziroma primarno energijo v tabeli vključena VSA potrebna energija za delovanje pisarniške stavbe. Tudi oprema na vtičnicah, dvigala, hlajeni delilniki pijač, fasadna razsvetljava... Vse. Predstavljeno pomeni, če je mogoče s podanimi (seveda ne samo s temi) priporočili doseči NETO nič energijsko stavbo, potem bo zanesljivo za nas z istimi priporočili lažje doseči SKORAJ nič energijsko.

Pripravil: predsednik Matične sekcije strojnih inženirjev, PI Mitja Lenassi, univ.dipl.inž.str..