

## Trideset pet

Neke stvari jednostavno ne rade, a ponekad zaista ne vidite šta ih sprečava u tome. To je posebno frustrirajuće kada vam analiza pokazuje da se sve uklapa. Najčešći način da to prevaziđete je da otkrijete nevidljivi uslov ili neko veće, isprva skriveno pravilo koje vašu konstrukciju čini nemogućom. Evo jednog primera iz geometrije. Da li ovih 35 figura od po šest kvadrata koji su povezani po ivicama možete da uklopite i spojite tako da sve zajedno grade pravougaonik, a da vam se ne pojavi nijedna kvadratna praznina ili da preostane kvadrat viška? Na prvi pogled deluje moguće. Sabiranjem svih kvadratića u ovih 35 figura vidi se da bi takav pravougaonik morao da se sastoji od ukupno 210 kvadrata. Budući da ih je paran broj, čini se da je moguće napraviti traženi pravougaonik i to na bar sedam različitih načina – njegove moguće dimenzije bi mogle biti  $2 \times 105$ ,  $3 \times 70$ ,  $5 \times 42$ ,  $6 \times 35$ ,  $7 \times 30$ ,  $10 \times 21$  ili pak  $14 \times 15$  kvadrata. Međutim, nemojte uopšte da pokušavate da od ovih 35 figura sastavite pravougaonik. Mada se čini da ima dovoljno mogućnosti, to uopšte nije moguće. Jer, pored ukupnog broja kvadrata, mora se uzeti u obzir i parnost, kao jedna vrlo važna osobina matematičkih objekata. Kao karakteristika, parnost se najpre odnosi na cele brojeve, koji kao što je više nego dobro poznato, mogu biti parni ili neparni. No, parnost se kao osobina može odnositi i na druge stvari, kao što su funkcije, koje takođe mogu biti neparne ili parne u zavisnosti od toga da li se menjaju ili ne ako je njihov argument pozitivan ili negativan broj. No, parnost se odnosi i na geometrijske objekte, odnosno na njihove celobrojne koordinate

u Euklidovom prostoru. Kod šahovskih figura, na primer, jedan lovac se uvek kreće po poljima iste parnosti – uvek po belim ili uvek po crnim poljima. Kod ovog problema sa 35 figura, parnost kao skriveni uslov može štošta da objasni. Naime, svaki pravougaonik, bez obzira na dimenzije, mora da ima isti broj parnih i neparnih polja, odnosno po analogiji sa šahovskom pločom, “crnih” i “belih” polja. U našem slučaju sa 210 kvadrata, pravougaonik mora imati 105 crnih i 105 belih kvadrata. Međutim, ove figure sa šest kvadrata su takve da njih 11 mogu imati 2 crna i 4 bela ili 4 crna i 2 bela polja dok ih je 24 koja imaju 3 crna i 3 bela polja, pa kako god ih složimo na crno-bela šahovska polja, one će prekriti paran broj crnih polja. I paran broj belih. A treba da ih bude 105 i po jednih i po drugih, dakle po neparan broj. Iz toga proističe da se pravougaonik ne može sastaviti. Setite se pouke ovog u suštini lakog, ali apstraktnog matematičkog zadatka kad se budete pitali nešto vrlo konkretno – zašto vam budžet nikada ne prekriva potrošnju, zašto ne uspevate da dobijete posao ili uđete u neku zajednicu za koju ispunjavate uslove. Moguće je da postoji neka pravilnost koju sve vreme narušavate, a da je niste svesni. Ponekad je i u fizici nešto nemoguće jer se još ne događa na određenoj temperaturi, a nekad samo zato što narušava izvesnu simetriju. Kao što to čine ove bezazlene figure sa po šest kvadrata, koje se inače nazivaju heksonimi i kojih uvek postoji tačno 35. Pod uslovom da izostavimo sve njihove simetrične figure, one koje nastaju rotacijom ili kao odraz u ogledalu postojećih.

S. B.

# Život iznad nule

Danas, znajući samo temperaturu, na primer, vazduha u zimskom danu ili čoveka koji laže na saslušanju, znamo bar pola istine. I šta mu sledi. Ne tako davno, temperatura kao da nije postojala, nije se merila, niti je uzimana u razmatranje

Piše: SLOBODAN BUBNJEVIĆ

**K**oliko puta ste tokom protekle, izuzetno snežne i hladne zime oslušnuli, pogledali ili potražili podatke o temperaturi? Ako razmislite, ispostavlja se da je temperatura fizička veličina o kojoj se češće izveštava nego o svim onim medijski atraktivnijim, životnijim i “nenaučnim” veličinama kao što su broj preminulih u nesrećama ili cena žita na svetskim berzama. Posebno kad je reč o temperaturi vazduha.

Informacija o trenutnoj temperaturi vazduha je danas sastavni deo gotovo svake informativne emisije, dostupna je u svakom automobilu, na internet sajtu i na svakom iole boljem telefonu. Samo su podaci o vremenu, o časovima i minutima, rasprostranjeniji od podataka o temperaturi. Pritom, temperatura i podaci o njoj snažno utiču na život. U skladu sa njom se planiraju svakodnevne obaveze, političke kampanje, vojni napadi, broj kupljenih kilovat-sati i broj vozila na ulicama zavejanog grada.

No, šta je uopšte temperatura? Pre svega, ona nije isto što i toplota, što se često pogrešno izjednačava. Naime, ako pitate fizičare, koji o fizičkim veličinama prirodno najviše znaju, reći će da je temperatura jedna intenzivna fizička veličina. Odnosno da nije ekstenzivna. I teško da vam na prvi pogled to mnogo znači. No, o čemu je reč?

Ekstenzivne veličine su, naime, aditivne i proporcionalne veličini fizičkog sistema koji opisuju – takve su površina i zapremina, gustina, naelektrisanje, energija i impuls. Ako razmislite, ovu vrstu veličina nekako doživljavamo prirodnije i lakše shvatamo – što je neka reka veća, ona ima više energije, ili što je posuda veća, ima veću zapreminu. U ekstenzivne veličine spada i toplota, pošto je ona uvek zapravo neka razmenjena energija, dok temperatura, kao što je rečeno, spada u intenzivne veličine.

Intenzivne veličine, mada ih redovno koristimo kao u slučaju temperature, izmiču toj vrsti promišljanja. Često ljudi, mada su im sasvim bliske, uopšte ne misle o ovakvim veličinama i zapravo nisu svesni šta one fizički predstavljaju, pa ih uglavnom shvataju uslovljeno, odnosno vezuju za neke sasvim određene fenomene – što je niža temperatura, ima više snega. Pored temperature, ovakve veličine su brzina, viskoznost, koncentracija ili specifično naelektrisanje.

Intenzivne veličine uvek karakterišu neki sistem nezavisno od njegove veličine. One su takve da moraju biti iste u celom sistemu i svim njegovim delovima. Tako se podrazumeva da se svaki deo,



- **Apsolutna nula:**  
-273,15 °C
- **Najniža temperatura koju je čovek postigao:**  
-273.149999999900 °C
- **Trojna tačka vode (mržnjenje leda):**  
0,01 °C
- **Ključanje vode:**  
99,9839 °C
- **Usijana sijalica:**  
2200 °C
- **Površina Sunca:**  
5505 °C
- **Unutrašnjost Sunca:**  
16 miliona °C
- **Eksplzija termonuklearnog oružja:**  
320 miliona °C

svaki vagon voza kreće brzinom od 50 na sat, ako se kaže da se voz kreće tom brzinom.

Sa druge strane, kad kažemo da je temperatura vazduha deset stepeni Celzijusa, takođe podrazumevamo da je to temperatura koja se odnosi i na vazduh u sobi u kojoj čitamo "Vreme nauke" i na vazduh koji se nalazi izvan nje. Ili ne? Naravno da ne, ako je soba zagrejana. Možemo bar reći da je deset stepeni svuda u ulici. Ili, takođe ne? Taksista na svom meraču temperature u automobilu na jednom čošku meri 12 stepeni, a ulični sat sa elektronskim termometrom na principu termopara na drugom čošku pokazuje devet stepeni. Ko tu greši?

Da li meteorolozi lažu kad kažu da je temperatura u celom gradu deset stepeni? Naravno, oni govore o proseku koji se odnosi na uslove koji vladaju u meteorološkoj mernoj stanici. A šta ako ostanemo u dobro zagrejanom sobi gde brižljivo i pouzdano tačno merimo temperaturu, ali odemo dalje i pogledamo da li je temperatura ista za svaki litar vazduha?

Činjenica da temperatura ne zavisi od veličine sistema zapravo znači nešto drugo i kad se o njoj govori, zaboravlja se jedna važna stvar – ona podrazumeva da je sistem u takozvanoj termodinamičkoj ravnoteži. Kad sipamo vrelu vodu u hladnu šolju, one nemaju istu temperaturu, no posle jednog, ne tako dugog vremena, njihova će se temperatura izjednačiti pa smatramo da su u termodinamičkoj ravnoteži i da imaju jednaku temperaturu koja je ista za ceo sistem, što smo i rekli da je slučaj sa intenzivnim veličinama.

Ako se vratimo na primer sa zagrejanom sobom, pokazuje se da će se u toj sobi, ako je ne remetimo previše otvarajući i zatvarajući prozore, paleći i gaseći grejanje, posle dovoljno dugo vremena takođe uspostaviti pomenuta termodinamička ravnoteža. O neizbežnosti tog scenarija govore zakoni termodinamike. A kad se već dogodi da je cela soba u toplotnoj ravnoteži, da su se svi molekuli tog sistema uslovno ujednačili po brzini, onda možemo da kažemo kako postoji veličina koja karakteriše ceo sistem, u celosti i delovima. I to je – temperatura.

Da bi je izmerili, ubacićemo u sobu nekakav merač i sačekati da i on dođe u termodinamičku ravnotežu s ostatkom sobe. Takve merne instrumente smatramo termometrima – iz istorijskih i uopšte ljudskih razloga oni ne daju neki "intenzivan" broj koji je pre svega svojstven brzini kretanja svih molekula u sobi, već pokazuju neku uporednu, sasvim indirektnu dužinsku veličinu – visinu živinog stuba koja je veća što je temperatura viša.

Takav vrlo sugestivan merač iz XVIII veka je i uslovio pravljenje svih dosadašnjih temperaturnih skala. Sve one, bilo Farenhajtova, Celzijusova ili apsolutna, Kelvinova skala, samo su predmet ljudskog dogovora, pošto je veličina jednog stepena mogla biti sasvim drugačije postavljena. Kao što, uostalom, pre samo nekoliko vekova, ljudi uopšte nisu ni merili temperaturu, niti su znali za nju.

Temperaturne skale su zapravo veštački razvijene u odnosu na dve vrlo jasno vidljive prirodne toplotne pojave koje se događaju sa vodom i to isključivo na normalnom atmosferskom pritisku – jedno



## Temperaturne skale

- Iz Kelvina u Celzijuse se temperatura prevodi oduzimanjem 273,15 stepena.
- Iz Celzijusa u Kelvine se temperatura prevodi dodavanjem 273,15 stepena.
- Iz Farenhajta u Celzijuse temperatura se pretvara tako što se od temperature u Farenhajtima prvo oduzme 32, pa se pomnoži sa 5 i podeli sa 9.
- Iz Celzijusa u Farenhajte temperatura se pretvara tako što se temperatura u Celzijusima prvo pomnoži sa 9, podeli sa 5, pa sabere sa 32.

je topljenje leda, odnosno pretvaranje vode iz čvrstog stanja u tečno, drugo je ključanje i pretvaranje u gas. Prostim izborom da prvi događaj bude na nula, a drugi na 100 stepeni, dobija se cela skala, kao i veličina svakog stepena.

Ovako je u suštini skalu temperature 1742. godine postavio švedski astronom Andres Celzijus, mada je on sam izabrao da nula bude ključanje, a 100 stepeni mržnjenje vode. No, na sugestiju slavnog botaničara Karla Linea, skala je obrnuta i postavljena onakvom kakva je danas, kad je reč o normalnom atmosferskom pritisku. Ispostavlja se da, precizno izmereni, početak i kraj skale, nisu baš sasvim ni 0, ni 100 Celzijusa, ali to ne menja suštinu.

Budući da je tako ipak ostalo pitanje najniže moguće temperature koja vlada u otvorenom svemiru, 1900. godine je uvedena i apsolutna Kelvinova skala koja pripada zvaničnom SI sistemu mera i čija je nula, o K, pomerena na -273,15 Celzijusa, što se smatra najnižom temperaturom u prirodi. No, širina stepena je i dalje arbitrarno ljudska i vezana za vodu pod određenim, normalnim pritiskom.

Zaista je teško zamisliti kako je pre samo nekoliko vekova izgledao svet u kome se temperatura nije ni merila, niti uzimala u razmatranje, ali zar nije zapanjujuće kako je jedna sasvim dogovorna, gotovo izmišljena veličina danas postala tako važna za svakodnevni život? Posebno kad samo indirektno govori u kakvoj se vrsti toplotne ravnoteže našao vazduh u sobi, ljudsko telo, drvo ili elektronski uređaj.

Međutim, temperatura time ipak odaje presudnu stvar o ponašanju i stanju celog tog sistema – da li je pregrejan, bolestan, rashlađen, pokretljiv. Znajući samo temperaturu nečega, znamo bar pola istine o tome šta je sa njim. Svejedno da li govorimo o telesnoj temperaturi čoveka koji laže ili organizaciji jednog društva kao što je pčelinje.

# Kad šuma nazebe



Sposobnost biljaka i riba koje žive u vrlo hladnim vodama da prežive ekstremno niske temperature naziva se “duboko superhlađenje”

Piše: MARIJA VIDIĆ

Poznato je zbog čega lišće žuti: tokom proleća i leta ono je puno hlorofila čija je funkcija da upija sunčevu svetlost i pomaže transformaciju ugljen-dioksida i vode u ugljene hidrate kao što su šećeri i skrob. Hlorofil je zelene boje pa je i lišće zelene boje. Ostalih pigmenata koji daju crvenu, žutu i ljubičastu boju ima mnogo manje pa ne dolaze do izražaja.

Onda u jesen, kada su dani kraći i bude manje sunca, biljka proizvodi sve manje hlorofila i prestaje da se hrani na taj način. Hlorofil se povlači iz lišća pa druge boje, kao što su purpurna, narandžasta, smeđa i žuta, počnu da dolaze do izražaja, a ujedno se i proizvodnja pigmenata koji daju ove boje povećava.

Na boju lišća, odnosno na hemijsku reakciju koja se u njima odvija, pored svetlosti utiču temperatura i količina vode koja dolazi do biljke. Na primer, temperatura iznad nule pogoduje proizvodnji crvenih, anticijanah pigmenata, pa će i lišće tada uglavnom biti crvenkasto.

Ali, ako u ranu jesen temperatura naglo padne ispod nule, crvena boja će manje doći do izražaja. Ukoliko pada mnogo kiše, intenzitet jesenjih boja biće veći. Naučnici su zaključili da se najspektakularnije jesenje boje pojavljuju tokom toplih sunčanih dana koje prate hladne noći, ali bez smrzavanja.

Istovremeno sa smanjenjem količine hlorofila u lišću se dešava još nešto: na mestu gde se peteljka lista spaja sa granom razvijaju se novi slojevi ćelija i list se postepeno odvaja od drveta. To ujedno usporava

i na kraju prekida cirkulaciju hranljivih materija kroz list. Kada dođe vreme, i blagi vetrić je dovoljan da potpuno otkine list i odnese ga, a na mestu gde je bila njegova peteljka ostaje minijaturni ožiljak.

Listopadne biljke moraju da “otresu” sopstveno lišće kako bi se zaštitile od smrzavanja i pripremile za zimu. Ujedno, opalo lišće dobija novu ulogu: raspada se i svojim sastavom bogati zemlju tako što se vremenom pretvara u hranljivi humus iz koga biljka crpe energiju i vlagu.

No, šta se dešava sa drvetom kada temperature postanu vrlo niske?

Tokom zime biljka je u stanju mirovanja. Njen rast je zaustavljen u jesen sa prvim niskim temperaturama i manjkom svetla kada počinje postupna aklimatizacija na nove uslove. Ako temperatura postupno pada, biljka ne doživljava stres, pa čak i u situacijama kada temperatura padne i do -40 ili -45 stepeni Celzijusa, ona će preživeti.

Međutim, kako su biljke, baš kao i ljudsko telo, većinski sačinjene od vode, temperature ispod nule u nekim situacijama mogu biti pogubne.

Smrzavanje drveta sprečava dehidracija ćelija kada se voda povlači u međućelijski prostor gde led nije smrtonosan.

Osim toga, tkivo biljke poseduje još jedan mehanizam koji ne dozvoljava formiranje leda, bar ne u delovima koji bi mogli da stvore povrede. Ova sposobnost biljaka i riba koje žive u vrlo hladnim vodama često se naziva “duboko superhlađenje” – tečnosti i gasovi čak i na temperaturama nižim od njihove tačke smrzavanja ne prelaze u čvrsto stanje.

Biljke uspevaju da očuvaju svoje ćelije nesmrznute zahvaljujući sintezi takozvanih antifriz proteina koji zaustavljaju formiranje leda. Ove proteine proizvode ne samo biljke i ribe već i bakterije i druge vrste.

Pojavu je opisao pedesetih godina XX veka P.F. Skolander, koji je verovao da ribe iz hladnih mora imaju nekakav “antifriz” u krvi. Tokom šezdesetih godina Artur de Vris uspeo je da izoluje pomenuti antifriz protein koji se proizvodi u ribama, a tek nekoliko decenija kasnije potvrđeno je prisustvo i u drugim vrstama.

# A toplomer kaže "37 sa 2"

Čemu tolika nauka oko merenja temperature? Šta nam govori temperatura našeg tela i u kojim granicama se smatra idealnom

Piše: JASMINA LAZIĆ

Kao maloj, temperaturu su mi merili staklenim medicinskim toplomerom. Stavili bi mi ga pod pazuh (mama nežno u strahu da ne pukne i da se živa ne prolije, tata "muški" da toplomer dihtuje), naredili bi mi da budem mirna i da u tom, obično, neprijatnom položaju provedem tačno pet minuta – ni manje ni više. Ukoliko bi toplomer pokazivao manje od 37 stepeni, temperatura bi se merila ponovo "za svaki slučaj". Ukoliko bi trag žive otišao iza broja 38, mama i baka bi me panično trljale komovicom i ušuškavale da se dobro preznojim. Non-stop bi me svi redom pipkali po čelu da po osećaju provere stanje.

Metode moje porodice danas se smatraju zastarelim i prevaziđenim. Sada se koriste toplomeri koji u sebi, uglavnom, nemaju živu. U našoj sredini se još uvek preporučuje aksilarno merenje temperature (pod pazuhom). Odojčetu koje nema dijareju (proliv) temperatura se može meriti i rektalno, dok je na Zapadu uobičajeno merenje temperature u ustima, a često i u ušnom kanalu. Temperatura se sada meri tri minuta, pre obroka (na prazan želudac) i kod deteta koje je prethodno mirovalo.

Odrasli bi pre merenja uvek trebalo da sačekaju da prođe 20 minuta do pola sata ako su pušili, jeli ili pili topao ili hladan napitak, odnosno sat vremena ako su imali fizičku aktivnost ili se tuširali toplom vodom.

U toku dana dovoljno je meriti temperaturu dva-tri puta. Dete ne treba buditi radi merenja temperature, a stavljanje dlana na čelo za procenu temperature smatra se nepouzdanim i stoga se ne preporučuje.

Čemu tolika nauka oko merenja temperature? Šta nam govori temperatura našeg tela i u kojim granicama se smatra idealnom?

Pre svega, važno je znati da se telesna temperatura menja u toku dana, bilo da smo bolesni ili zdravi. Najniža je rano ujutru, između četiri i šest časova, a najviša rano uveče, između šest i osam sati. Osim od doba dana i našeg zdravstvenog stanja, temperatura našeg tela zavisi i od temperature vazduha, ali i od naših fizičkih aktivnosti. Tako, na primer, ako je temperatura vazduha 20 stepeni Celzijusovih, temperatura našeg trupa biće oko 37, ruku 28, a nogu 31°C, dok će nam usled jakog mišićnog naprezanja porasti i za dva

stepena. Telesna temperatura je, takođe, veoma osetljiva na nivo hormona, i kod žena može biti neznatno povišena u periodu ovulacije ili menstruacije.

Uprkos svim spoljašnjim i unutrašnjim uticajima, "normalna" telesna temperatura kreće se u rasponu od 36,1–37,2°C. Centar za termoregulaciju se nalazi u mozgu (hipotalamus) i njegova osnovna uloga je upravo da održi stalnost temperature u tom rasponu.

Međutim, kako bi trebalo da se odnosimo prema temperaturi kada "preskoči" dozvoljenu granicu od 37,2°C?

Povišena temperatura sama po sebi uglavnom nije opasna (opasnost može da postoji, ali ne od same povišene temperature, već od bolesti koja ju je izazvala). Organizam od nje, zapravo, ima koristi u odbrani od napadača – bakterija i virusa.

Febrilnost je stanje u kome organizam ima povišenu temperaturu preko 37,8 do 38,2°C. Niska temperatura (37,6–37,9°C) – tzv. "temperatura koja lomi" – smatrana je znakom ozbiljne bolesti u doba kada je harala tuberkuloza, i kasnije. Međutim, u dečjem uzrastu, ovakva temperatura uglavnom govori o tome da dete ima dobre mehanizme odbrane. Kada poraste iznad 37,8°C, temperatura se smatra groznicom i može biti reakcija na razne infekcije u organizmu, zatim povrede ili stanja

poput artritisa, hipertireodizma, pa čak i na neke oblike raka.

Visoka febrilnost označava temperaturu preko 39°C, a hiperpireksija je temperatura preko 41°C.

Kako se obara temperatura? Sve dok ne poraste iznad 38,5°C, stručnjaci ne preporučuju obaranje, zato što temperatura tada ima zaštitnu ulogu i pomaže u odbrani.

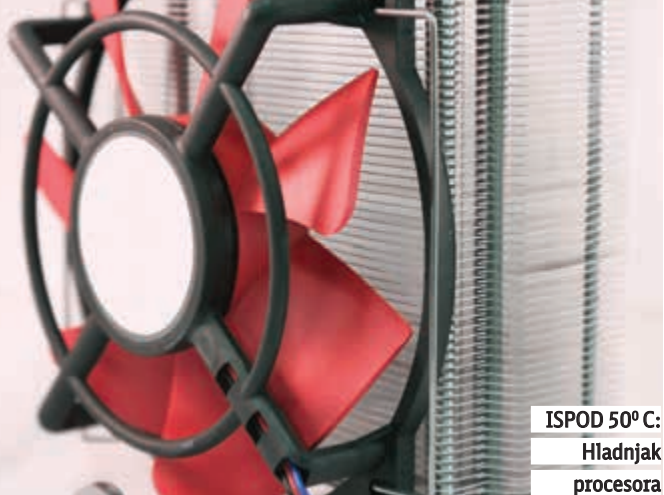
Masiranje alkoholom trebalo bi zameniti desetominutnim tuširanjem prijatnom toplom/mlakom vodom (na svakih sat vremena, ako je temperatura baš visoka).

Takođe, pomažu lekovi za skidanje temperature – paracetamol ili ibuprofen. Čak i ukoliko uzmete lek pri temperaturi koja je niža od ove, stručnjaci kažu da nećete učiniti ništa loše, jer lek ne obara temperaturu ispod normalne. To se ne odnosi i na decu mlađu od tri meseca, pa zato ništa ne bi trebalo činiti bez konsultacije sa lekarom.

I ako ste pospani, raskomotite se, uzimajte dovoljno tečnosti i neki antipiretik i slobodno odspavajte. ◀



FEBRILNOST, GROZNICA, HIPERPIREKSIIJA: Od 37,6 do 41°C



ISPOD 50° C:  
Hladnjak  
procesora

## TEMPERATURA I RAČUNARI

# Megabajt toplote

**K**ompjuter mi se stalno restartuje i gasi. Šta da radim?

Da su oni koji važe za poznavaoce računara dobijali dinar svaki put kad treba da odgovore na ovo pitanje...

Prva stvar na koju se obično pomisli u takvoj situaciji jeste da se kompjuter pregreva. Njegove komponente se u radu greju, zbog čega je obezbeđeno hlađenje, ali šta ako ono nije dovoljno?

Do pregrevanja najčešće dolazi iz sasvim banalnog razloga – previše prašine. Pošto se uređaj za hlađenje – kuler – sastoji od malog ili malo većeg ventilatora, on ne samo da izbacuje vazduh iz kućišta računara, već u kućište ulazi i novi vazduh. A pošto računari, bar desktop računari, obično stoje na podu, u nekom čošku, u blizini zida, prašine u kućištu ne manjka.

Prašina polako počinje da oblaže kuler i okolne komponente pa hlađenje sve lošije radi i daje sve manje efekta. U jednom trenutku doći će do pregrevanja. Većina procesora toleriše temperature čak do 80 stepeni Celzijusa, međutim, radna temperatura trebalo bi da bude do 50 stepeni.

Temperatura može da se proveri u BIOS-u ili pomoću malih softvera, takozvanih monitora rada računara.

Osim problema sa prašinom, često se dešava da je sistem za hlađenje neispravan ili nedovoljno snažan da isprati rad računara.

Međutim, ima tu još nešto zanimljivo u vezi sa temperaturom i kompjuterom: termalna pasta. Ova pasta koja se obično nanosi između hladnjaka i procesora važna je zato što povećava dodirnu površinu preko koje se prenosi toplota povećavajući na taj način efikasnost hlađenja. Ona zapravo povećava provodnost između površina tako što popunjava mikroskopske praznine koje čini vazduh zbog čega komponente dobro ne naležu, tj. nemaju potpuni spoj. Ove male nesavršenosti obično nisu vidljive golim okom i nastaju u toku proizvodnog procesa.

No, sa godinama upotrebe, pasta stari i iz amorfno prelazi u praškasto stanje. Na taj način se smanjuje dodirna površina i prenos toplote više nije tako dobar kao što je bio u startu. To se pogotovo događa kod procesora i grafičkih karti, pošto se one i inače najviše zagrevaju. Manifestacija je ista kao i kod pregrevanja izazvanog zapušnim otvorima za vazduh, ali da bi se otklonio problem nije dovoljno samo "produvati" izduvni sistem. Potrebno je skinuti hladnjak, ukloniti ostatke stare paste i pažljivo naneti tanak sloj nove. Na taj način se radni vek kompjutera može produžiti još nekoliko godina. ◀

M. VIDIĆ

**B**ilo da gradimo stambenu kuću, školu, koncertnu dvoranu ili poslovni prostor, očekujemo da, u izvesnoj meri, krov i zidovi budu otporni na promene u spoljašnjem okruženju. Pored toga, oslanjamo se na sisteme grejanja, rashlađivanja i ventilacije kako bismo postigli zadovoljavajuće standarde komfora, a podešavanjem termostata u svakom trenutku možemo da održavamo osećaj ugodnosti u prostoriji u kojoj se nalazimo.

I pčele, takođe sa, izuzetnom preciznošću regulišu temperaturu u svom gnezdu. Od kraja zime pa sve do početka jeseni traje period uzgoja legla. U svakoj pčelinjoj zajednici temperatura u zoni legla precizno je regulisana u opsegu 33–36 stepeni, dakle, u proseku 34,5 stepeni, sa maksimalnim odstupanjem od samo jednog stepena u toku dana. Ovakva impresivna stabilnost uspostavljena je čitavim skupom bioloških mehanizama putem kojih se, usled stalnih promena u spoljašnjem svetu, oblast oko zone legla zagreva ili rashlađuje.

Za medonosne pčele, možda i više nego za većinu drugih organizama, upravljanje toplotom direktno je povezano sa dobrobiti čitave zajednice. Odgovarajući uslovi za negu i razvoj legla dozvoljavaju neznatna odstupanja kada je o temperaturi i vlažnosti reč. (Ta odstupanja su naročito neznatna ako ih uporedimo sa uslovima koji ispunjavaju zahteve ljudskog komfora.) Da bi opstale, zajednice moraju da uzgajaju i neguju leglo u velikom broju ciklusa tokom čitave godine koje, da bi se pravilno razvilo, iziskuje precizno regulisanu temperaturu i odgovarajuće količine vode i hrane.

## IZOLACIJA I GREJANJE

Pomoću receptora koji se nalaze na njihovim antenama, pčele mogu da detektuju promenu temperature od samo 0,25 stepeni, a kako se bliži zima, počinju da koriste sve sofisticiranije metode za upravljanje toplotom da bi što bolje pripremile gnezdo i zaštitile zajednicu od mogućeg smrzavanja. Kada se spoljašnja temperatura spusti ispod 10 stepeni, prestaju sa izletanjem. Zimski prosek je znatno niži, a pčele, koristeći raznovrsne strategije zagrevanja i uštede toplote, mogu da prežive čak i ako se spoljašnja temperatura spusti do –30 stepeni.

Kao prvo, treba reći da spoljne ivice saća predstavljaju svojevrsnu barijeru za hladan vazduh koja u znatnoj meri sprečava njegovo strujanje i zadržavanje u ćelijama, čime se stvara tampon zona između termalno regulisane unutrašnjosti, s jedne, i surovog spoljašnjeg okruženja, s druge strane. Niža ambijentalna temperatura i iščezavanje cvetnih resursa utiće na radilice da drastično smanje uzgoj legla. U isto vreme u saću će se nalaziti velike zimske zalihe hrane – polena i meda – koje ujedno čine i svojevrsan toplotni izolator enterijera košnice.

Spoljne ivice saća predstavljaju svojevrsnu barijeru koja u znatnoj meri sprečava strujanje vazduha i njegovo zadržavanje u ćelijama.

Istraživanja su pokazala da je upravljanje toplotom u pčelinjem gnezdu istovremeno proizvod i zadržavanje i aktivnog proizvodjenja toplote. Toplotu pčele mogu da zadrže na dva načina. Jedan je da odaberu delimično zatvoreno i ograđeno mesta za gnezdo.

Tome u prilog govore brojna istraživanja koja su pokazala da će, prilikom traganja za novim gnezdom u prirodi, pčelinja zajednica birati između raspoloživih praznih šupljina cilindričnog oblika, zapremine 15–80 litara, sa ulazom površine manje od 60 cm<sup>2</sup>. Ukoliko bi otvor na ulazu bio veći, i ukoliko bi se nalazio na sredini ili pri vrhu gnezda, to bi nužno povlačilo sa sobom i znatno veći gubitak toplote tokom zime.

Pored zapremine i oblika, kao i površine i položaja ulaza, za upravljanje resursom kao što je toplota veoma je važno i pečatiranje gnezda

# Podno grejanje u košnici

Pomoću receptora koji se nalaze na njihovim antenama, pčele mogu da detektuju promenu temperature od samo 0,25 stepeni. Zimi koriste sofisticirane metode za upravljanje toplotom da bi zaštitile zajednicu od mogućeg smrzavanja. Šta o čuvanju toplote možemo da naučimo od njih?

piše: IVAN UMELIĆ

biljnim smolama kako bi se zatvorili neodgovarajući procepi i šupljine. Na taj način, sužavajući, s jedne strane, slobodne prolaze kroz koje bi brojni predatori pčela mogli da dospeju u gnezdo, pčele redukuju strujanje vazduha, nepoželjno u zimskom periodu. Uloga propolisa jeste i da, tamo gde je to neophodno, podupre i učvrsti delove pčelinjeg staništa.

Ukoliko se stanište posmatra u celini, može se reći da propolisna smola deluje kao svojevrsan superlepak koji drži sve delove na okupu. I na kraju, mada možda i najvažnije, više puta je potvrđeno da propolis ima antibakterijska i antigljivična svojstva, koja su presudno važna za higijenu u pčelinjoj zajednici.

## ŽIVA PEĆ

Tokom kraćeg perioda pčele mogu da sačuvaju toplotu i formiranjem klubeta, nastalog pripajanjem tela odraslih pčela, što ima dvostruki efekat. Na taj način dolazi do smanjenja površine rasprostiranja tela pčela izloženih hladnom vazduhu, a istovremeno i do kreiranja toplotne mase sačinjene od pčela koja štiti preostalo leglo u gnezdu, najčešće smešteno u samom centru klubeta.

Radi jednostavnosti, telo jedne pčele može da se uporedi sa nekim cilindričnim telom površine 2 cm<sup>2</sup>. Poređenja radi, površina grozda sačinjenog od 15.000 pčela iznosi približno 1000 cm<sup>2</sup>, ili 0,07 cm<sup>2</sup> po pčeli. Stoga je jasno kako se gomilanjem jedinki u grozd vrši ogromna ušteda toplote, zbog drastičnog smanjenja izloženosti pčela hladnoći. Zanimljivo je da će se, kako bude opadala spoljašnja temperatura, pčele sve više pribijati jedna drugoj.

Ukoliko se spoljna temperatura sa 18 (što je temperatura na kojoj pčele počinju da formiraju klubove) spusti na -10 stepeni (temperatura na kojoj klubove dostiže maksimalnu zbijenost), ukupna zapremina pčelinjeg klubeta će se čak petostruko smanjiti. Zgušnjavanjem grozda smanjiće se njena poroznost i minimalizovaće se gubitak toplote, jer će strujanje ledenog vazduha koji

neminovno dopire iz spoljašnjosti biti svedeno na minimum.

Osim toga, pčele iz spoljašnjeg sloja grozda, koji se još naziva i "ogrtač", poslužiće kao izolacija pčelama lociranim u unutrašnjim slojevima, obezbeđujući im tako višak prostora za kretanje. Njihova ukupna toplotna provodljivost je impresivno mala, čak niža nego kod krznjenih životinja!

Kada se spoljašnja temperatura spusti ispod -10 stepeni, pčele više neće moći da zadrže toplotu i tako zagreju klubove. Tada će odrasle pčele početi same da generišu toplotu sagorevanjem ugljenih hidrata iz meda. Aktiviranjem svojih mišića za letenje postaće aktivni grejni sistem. Stepenerisanja toplote proporcionalan je razlici u temperaturi u košnici i izvan nje. Na svom maksimumu, radom mišića za letenje jedna pčela može proizvesti snagu od 500W/kg, što je 25 puta više energetskog outputa od onog koji stvori olimpijska veslačka posada!

Veličina klubeta će se smanjivati kako zima bude odmicala i jedna po jedna pčela bude odumirala. Vremenom će mlade pčele početi da preuzimaju posao. Hraniće se medom iz preostalih zaliha, "zatezaće" svoje mišićice za letenje, proizvediće toplotu i nestrpljivo čekati proleće.

Autor je urednik "Pčelarskog žurnala", naučnopopularnog časopisa za pčelarsku kulturu; [www.pcelarskizurnal.com](http://www.pcelarskizurnal.com)



# Kuća na šest uglova

Zamislite kada bismo primarni građevinski materijal, recimo cigle, blokove ili beton, mogli da izlučujemo iz svog stomaka, kao što pčele izlučuju vosak iz žlezda skrivenih u njihovom abdomenu i da, potom, bez šestara, lenjira ili bilo kakvih mernih motki, a uz maksimalnu uštedu materijala i u potpunom mraku, gradimo savršeno pravilne i komforne šestouglaone stambene objekte.

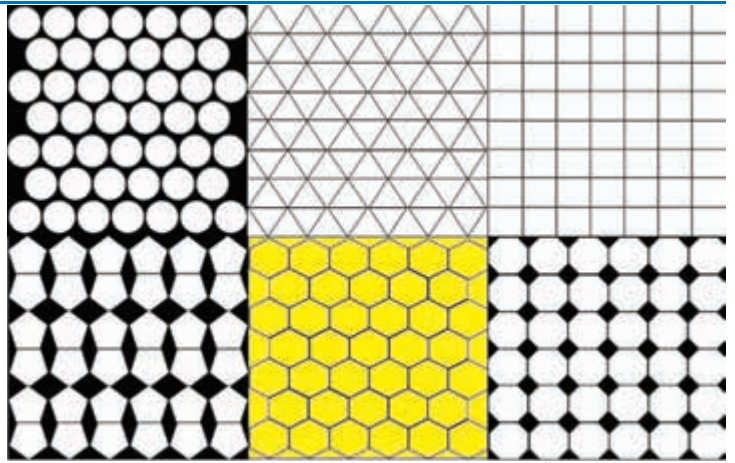
Zašto baš šestouglaone? Jer bi konstruisanjem okruglih, petougao-nih ili osmougao-nih struktura ostalo puno neiskorišćenog prostora, a i utrošak građevinskog materijala bio bi veći. Da, i trouglaste i četvorouglaone strukture imale bi veći ukupni obim od onih šestougao-nih, što bi opet iziskivalo više građevinskog materijala po jedinici prostora.

Šestougao-nim strukturama ne manjka ni čvrstina. Samo 40 grama pčelinjeg saća dovoljno je da prihvati čak 1,814 kg meda, što je, složićete se, impresivan odnos između izdržljivosti i mase. Upravo zbog toga je šestouglaoni oblik prekopiran na brojnim građevinama širom sveta. Čak su i krila spejs šatla dizajnirana po ugledu na pčelinje saće, da budu laka, ali ujedno i izdržljiva.

Pčelinje saće jedna je od najčešće proučavanih prirodnih struktura. Da bi se izgradilo, neophodan je vosak, koji pčele izlučuju pomoću žlezda iz svog abdomena. A pošto je njegova proizvodnja energetski veoma skup proces, jer je za svaki izlučeni gram neophodno barem 6 g šećera u vidu meda, pčele neće krenuti sa gradnjom bez neke preke potrebe. Okidač za pokretanje građevinskih radova jesu velike količine dostupnog nektara u prirodi i nedostatak raspoloživog prostora za njegovo skladištenje u vidu praznih ćelija saća u pčelinjem gnezdu.

Da je kucnuo pravi čas za izlučivanje voska i izgradnju saća pčele će znati preko "zajedničkog stomaka" zajednice. Naime, poznato je da radilice, putem takozvanog troflaktiličkog kontakta, povraćaju tečnu hranu predajući je jedna drugoj, i to sitije gladnijim, dok sve članice zajednice ne dostignu biološki balans. Kada stomaci svih pčela budu dobro napunjeni nektrom i kada ponestane raspoloživog prostora za njegovo skladištenje, započeće izgradnja novog saća.

Pčele su veoma ekonomične, kao uostalom i čitav živi svet. Osim što izlučuju nov i svež vosak, one recikliraju staro i neupotrebljivo saće. Takođe, u zavisnosti od potreba zajednice i doba godine, mogu isto voštano saće da koriste u više navrata za različite svrhe. Tako će, recimo, ćelije koje se koriste za odgoj trutova, a koje su nešto većih dimenzija, s jeseni, kada obično dolazi do prekida



OPTIMALNA KONSTRUKCIJA: Šestouglaona gradnja

njihovog uzgoja, upotrebiti za skladištenje hrane. Inače, trutovske ćelije su veoma pogodne za ovu namenu, s obzirom da su zapreminski veće od radiličnih i da zbog toga mogu prihvatiti više hrane po jedinici prostora.

Veoma je važno spomenuti i da je rok trajanja pčelinjeg saća veoma dug, ako ne i neograničen, osim ako temperatura ne prekorači tačku njegovog ključanja, između 62 i 65 stepeni. U prilog tome govore i podaci da su ostaci saća pronalazeni u veoma starim zgradama, čak i u drevnim grobnicama. Kao i svi postojeći i kvalitetno izgrađeni objekti, i pčelinje voštane građevine su dugovečne, jer su izvorno namenjene za upotrebu tokom više životnih vekova.

Ako posegnemo za primerima iz arhitekture, možemo da uočimo paralele u gotovo svakom društvu i kulturi: kod stila španskih hacijendi, afričkih podzemnih sela ili kod kuća prvih naseljenika Novog sveta. Ove strukture obično se sastoje od jedne centralne građevine koju su izgradili najstariji porodični preci, zatim od raznih nadograđenih dodataka prilagođenih proširenu porodicu i narednim generacijama koje su dolazile. Mnoge od najpoznatijih građevina odlikuju ovaj model i postojeće građevinske tehnike, a neke od njih stare su i po više vekova, pa čak i više hiljada godina.

I. UMEJLIĆ





# VREME

Copyright © NP Vreme, Beograd

Upotreba materijala iz ovog fajla u bilo koje svrhe osim za  
ličnu arhivu dozvoljena je samo uz pisano odobrenje NP Vreme

PDF IZDANJE RAZVILI: Saša Marković i Ivan Hrašovec

OBRADA: Marjana Hrašovec