

# PRESEK

List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

ISSN 0351-6652

Letnik 29 (2001/2002)

Številka 6

Strani 367-372

Jože Pahor:

## BINE IN MLEKO

Ključne besede: zanimivosti, razvedrilo, fizika, segrevanje, vrenje, kontrola.

Elektronska verzija: <http://www.presek.si/29/1495-Pahor.pdf>

© 2002 Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije

© 2010 DMFA - založništvo

Vse pravice pridržane. Razmnoževanje ali reproduciranje celote ali posameznih delov brez poprejšnjega dovoljenja založnika ni dovoljeno.

## BINE IN MLEKO

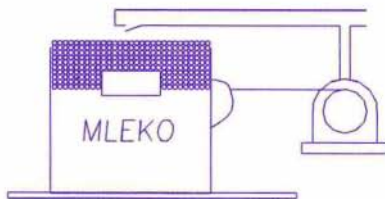
“Slovensko mleko vsebuje dvakrat več mikroorganizmov kot pa mleko v Evropski skupnosti,” je na glas brala Urša in ugotovila. “Dobro bi bilo, da ga prevreva. Bine, praviš, da si izumitelj. Potuhtaj način za čim varnejše vretje!”

Bineta je toplo prešinilo, saj ga potrebuje domovina. Mogoče ne vsa, pač pa le njen del. Tokrat se bo lotil izumljanja s poskusom in ne več z razmišljanjem kot doslej.

Bine torej sedi pred električnim štedilnikom in opazuje lonec z mlekom na ogreti plošči. Ker nima termometra, vtika občasno prst v mleko, da bi nadzoroval rast temperature. Toda mleko je, kot je splošno znano, zahrbtno. Dokler ga opazuješ, se za vretje ne zmeni. Ko pogledaš vstran, izkoristi priložnost, prekipi in se ti porogljivo hihita, ko veselo cvrči po plošči in ti napolni vso kuhinjo ter celo ob odprtem oknu noče ven.

Bine je moder in dobro pozna mlečne ukane. Mleko ga tokrat ne bo prevaralo. Zdaj je že prevroče za prst, torej je nekje na pol poti do vretja. Minute teko. Slednjič se začne gladina dvigati. Bine zasuče gumb grelne plošče na nič. Gladina se dviga še naprej. Bine zgrabi ročaj lonca, zavpije “ajsa” in potegne lonec vstran. Ajsa je bil že preveč in mleko se je prelilo prek roba na vročo ploščo. Vendar pa je iz smradu v kuhinji že vznikal patent številka 1.

Takole bo šlo: Ugotovi, kdaj se mlečne pene približujejo robu! Potegni lonec vstran in lepo v miru ugasni ogrevanje plošče! Morda bi pene dvignile plavač? Plavač bi pritisnil na tipko, sklenil električni krog in pognal elektromotor, ki bi odvedel lonec. Vendar ... pene že ne bodo dvignile ničesar. Zrak v njih nima nosilnosti.



Slika 1. Pene ne dvignejo plavača.

Morda bi si pomagal z električnim očesom? Fotocelica gleda prek lonca lučko. Ko se razpenjeno mleko dvigne med lučko in fotocelico, ta ne vidi več lučke in zavpije motorju, naj vendar odmakne lonec. Pa bo drobna lučka dovolj? Fotocelica še vedno vidi svetlobo, ki prihaja iz okolice, in

izgube drobne lučke niti ne zazna. Morda bi moral vreti mleko po tej metodi v temi? Tedaj bo izguba edine lučke dovolj zaznavna. Spomnil se je, da je bral o infrardeči svetlobi. Televizorju ukazujemo z daljinskim upravljalcem preko infrardečih pobliskov. Morda bi porabil infrardečo lučko in čutilo za infrardečo svetlobo? Vendar ... infrardeča svetloba je toplotno sevanje. Vrelo mleko bi bilo najbrž izdatnejši vir infrardeče svetlobe kot drobcena nevidna lučka. Iščimo torej drugačen način, da ugotovimo, kdaj se pene bližajo robu.

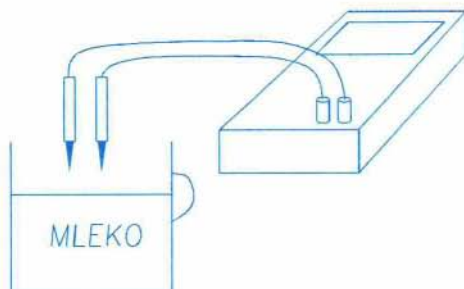


Slika 2. Ko se mleko dviga, električno oko ne vidi več lučke.

Če ne vidim, bom morda slišal? Voda močno brbota, tik preden zavre. Ko vre, je dosti tišja. Bine je spet poskušal zavreti mleko, ki se je medtem že nekoliko ohladilo. Mleko ga je razočaralo. Brez predhodnega protesta mu je hotelo uiti prek roba in Bine ga je komaj spametoval tako, da mu je pridal četrť kozarca hladne vode. Močno je podvomil, da bi Urša odobravalala tak varnostni ukrep.

Treba bo najti kaj bolj izvirnega! Smo v dobi elektrike. Čista voda slabo prevaja električni tok. Razne snovi, ki so v vodi raztopljene, ji povečujejo prevodnost. Morda prevaja tudi mleko? Mleko, ki bi se dvignilo in obliko dve elektrodi, bi prepuščalo električni tok. Prepuščeni tok bi pognal elektromotorček, ki bi odmaknil lonec z grelne plošče.

Velja poskusiti. Bine Umnik je poiskal univerzalni inštrument, ga prižgal, naravnal na merjenje upornosti in vtaknil obe priključni elektrodi v mleko. Inštrument je trmasto trdil, da je upornost med elektrodama večja od 200 ohmov, večja tudi od 2 kiloohmov, tudi večja od 20 kiloohmov in celo večja od 200 kiloohmov. Na območju do dveh megaohmov se je inštrument končno odločil in pokazal upornost kak megaohm in pol. Šele napetost 1500 voltov bi potemtakem pognala skozi mleko tok 1 miliampera, ki pa gotovo ne bi zasukal elektromotorčka.

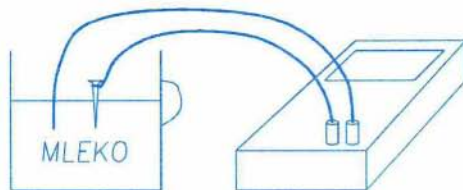


Slika 3. Preverimo, ali mleko prevaja električni tok.

Poskusimo drugače! Bi bilo mleko lahko del galvanskega člena? Zanj potrebujemo dve različni kovini in prevodno tekočino. Tak galvanski člen je že limona, kamor vtaknemo dve žici iz različnih kovin. Pri vretju bi prišlo mleko žicam sámo naproti. Porojena električna napetost bi preko primerne sistema odmaknila posodo in ugasnila ploščo. Poskusimo!

Bine je izbral merilno področje 200 milivoltov in vtaknil tipalki v mleko. Številke so poplesovale po zaslonu, vendar se niso mogle zediniti za končno odločitev. Seveda, obe tipalki sta enaki. V galvanskih členih uporabljamo dve različni kovini.

Bine je brskal po škatlah. Na mizi so se znašli žebelj, bakrena žica, kovanec, pocinkan vijak in nož iz nerjavnega jekla. Zdaj so rezultati boljši. Kateri par bo najboljši? Kaže, da sta bakrena žica in pocinkan vijak rekorderja. Skupaj zmoreta napetost malenkost več od 1 volta.



Slika 4. Mleko, žica in vijak so galvanski člen.

V galvanskih členih uporabljamo kislino in ne mleka. Morda bi bilo kislo mleko boljše. Bine hitro ugotovi, da to ne drži. Tudi če bi, komu pa je do zavretega kislega mleka?

Celo vodovodna voda zagotavlja bakreni žici in pocinkanemu vijaku enako napetost. Bine je poskusil vodi doliti nekoliko kisa, pa se napetost ni povišala. Očitno obe kovini vladata.



Bine je poiskal svinčnik in risal patent številka 1. Namesto ene od obeh žic uporabi lahko kar kovinski lonec. V lonec s hladnim mlekom sega bakrena žica, vendar ne doseže gladine. Ko se tik pred zavretjem gladina dvigne in omoči žico, se med žico in loncem pojavi električna napetost. Bi lahko ta napetost prižgala vsaj drobno lučko? Lučka ni gorela. Bine je ponovno meril napetost. Vsakokrat, ko je vključil lučko, je napetost izginila neznano kam. Končno se mu je posvetilo! Njegov napetostni vir ima veliko upornost, takole, kakšnih milijon ohmov. Lučka z upornostjo nekaj deset ohmov je skoraj kratek stik in napetost se sesede.

Zdaj ve, zakaj je treba vodo okisati. Taka voda bolj prevaja! Tudi sama bakrena žička ima le majhno površino, potopljeno v tekočino. Zato njegov napetostni vir sicer daje napetost, ne zmore pa skoro nikakršnega toka.

Bine zna premalo elektronike, da bi lahko nadaljeval. Rojeva se patent številka 2. Plošča bo grela vodo, voda bo grela mleko. Ko voda zavre, njena temperatura ne raste več, ampak se zaradi izparevanja ustavi pri vrelišču. Uporabil bo dvojni lonec, kakršne so nekaj uporabljali mizarji, da ne bi zasmodili kleja.

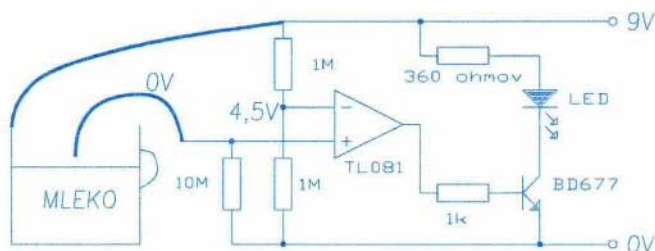


Slika 5. Mleko dobi telesno stražo v obliki lonca z vodo.

Hitro sta na grelni plošči dva lonca. V večjem je voda, pa tudi drugi lonec z mlekom. Ura teče, temperatura raste, raste pa tudi Binetova nestrpnost. Slednjič voda brbota, gladina mleka pa le rahlo valovi. Tudi po petih minutah ostaja slika enaka. Bine je srečen, pa ne dolgo.

“Ugotovil si, kar ve vsaka dobra kuharica,” oceni patent številka 2 Urša. Bine se vnovič posveti razmišljanju. Mikroorganizmi te lahko okužijo. Rane zavarujemo pred okužbo tako, da jih speremo z alkoholom. Zakaj bi torej mleko sploh vrel, če ga lahko razkuži. Alkohol je v slivovki. Če zalije mleko s slivovko, ga s tem razkuži in ga lahko varno pije. Juhu, patent številka 3! Urši pa novega dognanja ni razkril, ker ga gotovo ne bi odobraval.

Bine je spet zavozil. Prav bi bilo, da mu pomagamo pri elektroniki. Vrnimo s k prvemu patentu. Primerno vezje kaže slika 6. Najprej potrebujemo vezje, ki bo ugotovilo, kdaj je treba lonec odstaviti. Uporabimo komparator, nekakšno tehtnico, ki zna primerjati dve električni napetosti. Med obema zaporedno povezanima uporoma po 1 Mohm, ki sta priključena na napetost 9 V, je napetost 4,5 V. To napetost opazuje zgornji vhod komparatorja. Spodnji vhod komparatorja je preko upora 10 Mohmov povezan s spodnjo žico, kjer je napetost 0 V. Tak odnos vhodnih napetosti zagotavlja komparatorju izhodno napetost 0 V.



Slika 6. Ko se mleko dvigne, preseže napetost na spodnjem vhodu napetost na zgornjem vhodu. Izhodna napetost komparatorja odpre tranzistor. Lučka posveti. Lučko lahko nadomesti elektromotorček.

Kipeče mleko, ki doseže konico žice, pomeni povezavo komparatorjevega vhoda z napetostnim virom 9 V preko upora 1 do 2 Mohma. Zato zraste napetost na tem vhodu vsaj do 7,5 V. To je več kot napetost 4,5 V na zgornjem vhodu. Izhod komparatorja se dvigne proti vrednosti napetostnega vira, ki je v našem primeru 9-voltna baterija. Komparator pa je le pametno vezje in nima dovolj moči, da bi poganjalo elektromotor. Zato njegovo odločitev povemo močnostnemu tranzistorju preko upora za 1 kohm. Majhen tok, ki steče na račun komparatorjeve izhodne napetosti 9 V skozi tranzistorjevo bazo v emitor, lahko povzroči do nekaj stokrat večji tok na progi preko tranzistorjeve gornje elektrode, ki ji pravimo kolektor. Na sliki vidimo svetečo diodo, ki lepo sveti že pri toku 10 mA. Namesto nje bi lahko vključili elektromotorček. Zanimivo bi bilo izračunati, kako močan naj bo, da spravi lonec vstran dovolj hitro, recimo v 10 sekundah. Do podatka, kako veliko silo potrebujemo, bi morali priti s poskusom. Uporabimo lahko silomer. Ne smemo pa pozabiti, da je treba motorček tudi ustaviti. Ni pričakovati, da bo stik med mlekom in žico prekinjen ravno tedaj, ko bo lonec zapustil grelno ploščo. Elektronskemu vezju bi bilo treba torej še marsikaj dodati.

Binetova zamisel pa sploh ni dobra. Vleči lonec z vroče plošče je prav nerodno. Raje bi spremljali rast temperature v mleku z električnim termometrom. Ko temperatura doseže vrelišče, je prepozno, da bi reševali mleko. Toplota, nakopičena v grelni plošči, ga bo pognala preko roba, čeprav gretje izključimo. Bolje bo, če grejemo s polno močjo do, denimo,  $90^{\circ}\text{C}$ , nato grelno moč zmanjšujemo. Moč v plošči je sorazmerna razliki med izmerjeno temperaturo in temperaturo, ki jo želimo doseči. Bliže smo želeni temperaturi, manjša je torej moč gretja. Tako se vse počasneje bližamo vrelišču in ni nevarnosti, da mleko prekipi. Celotno vezje bo celo bolj preprosto kot pri Binetovem premikanju lonca. Žal naši električni štedilniki ne dopuščajo električnega nastavljanja moči. Vrtimo lahko le gumbes s številkami od 0 do 12 (ali še manj, odvisno od štedilnika).

Jože Pahor

## ULAMOVA SPIRALA – Rešitev s str. 357

Kvadrat s središčem na polju  $(0, 0)$  in z vogali na poljih  $(\pm k, \pm k)$  vsebuje števila od 1 do  $(2k+1)^2$ . Število  $(2k+1)^2$  je v desnem spodnjem vogalu, nad njim pa je število  $(2k-1)^2 + 1$  (prvo število, ki ni več v "manjšem" kvadratu). Stranice kvadrata vsebujejo po  $2k+1$  števil. V desnem zgornjem vogalu je tako število  $(2k-1)^2 + 2k$ , v levem zgornjem število  $(2k-1)^2 + 4k$ , v levem spodnjem število  $(2k-1)^2 + 6k$ , desno spodaj pa že omenjeno število  $(2k-1)^2 + 8k = (2k+1)^2$ .

