

Zajemanje energije

Janez Strnad



Mikroskopska slika mikromehanične naprave. Zobniki dopuščajo vrtenje v eno smer, preprečujejo pa vrtenje v drugo.

Vir: Wikipedia.

Iz okolice je mogoče pridobiti delo, ne da bi bilo treba dovajati delo ali toploto. Najprej so uporabljali mlinška kolesa, vetrne mline, jadra. Gibanje vode ali zraka je »zastonj«, potrebujemo le ustrezno napravo. Te vrste dobivanja dela ali - kot pravijo - energije iz okolice so imenovali zajemanje energije (angl. energy harvesting, žetje energije, ali energy scavenging, pobiranje energije). Lahko bi uporabili tudi ime nabiranje energije, če bi pomislili na nabiranje gob, ki rastejo v naravi. Počakajmo, da se bo uveljavilo eno

od teh imen ali katero drugo. Zadnje čase uporabljajo ime v novem ozkem pomenu. Mislijo na zajemanje energije v malem merilu za poganjanje elektronskih in podobnih naprav, ki zahtevajo zelo majhno moč, na primer srčnih spodbujevalnikov, merilnikov vlažnosti, mobilnih telefonov, majhnih prenosnih računalnikov. Tako bi naprave, ki rabijo le moč od dela tisočine vata do nekaj vatov, postale neodvisne od okolice in ne bi bilo treba polniti njihovih majhnih akumulatorskih baterij (*Proteus*, letnik 74,

stran 358). Naprave nenehno izboljšujejo, da rabijo vse manj moči. Nekatere naprave morajo biti dokaj odporne, ker razmer, v katerih delujejo, ne moremo popolnoma nadzorovati.

Poskusimo okvirno opisati dejavnost, ki je še v povojih, a utegne postati pomembna. Najprej naštejmo nekaj pojavov, ki jih je mogoče izkoristiti za zajemanje energije: tresenje, to je neurejeno gibanje telesa, tok tekočine, na primer veter, razliko temperatur med bližnjima točkama, tok radijskih valov ali svetlobe. Tresenje, tako imenovani mehanični šum, je mogoče izkoristiti za poganjanje mikromehaničnih naprav, velikih od nekaj stotin milimetra do milimetra. Možnost za gradnjo takih naprav je leta 1959 predvidel Richard P. Feynman v znamenitem predavanju *Na dnu je veliko prostora*. Odtlej so razvili postopke, pri katerih iz silicija, kovin, polimerov ali keramike uspešno izdelujejo zelo majhne naprave. Drobne turbine izkoristijo tok zraka ali vode podobno, kot vetrnice vetrnih elektrarn izkoristijo veter ali turbine vodnih elektrarn tok vode.

Spremenljive mehanične napetosti lahko prevedemo v električno napetost. Piezoelektrični pojav sta leta 1880 odkrila brata Pierre in Jacques Curie. Med ploskvama kristala se pojavi električna napetost, ko ga obremenimo v določeni smeri. Električna napetost niha, če niha mehanična napetost, in jo je treba usmeriti. Ponavljajoče se mehanične napetosti pri hoji lahko v kristalu v peti obuvala dajo majhno električno napetost. Ročne ure poganja gibanje roke, zaradi katerega se na primer premika magnetek v uri in spreminjajoči se magnetni pretok skozi tuljavico inducira napetost. Navadno nazadnje dobimo električno energijo, ki jo shranimo v majhnih akumulatorskih baterijah, če potrebujemo skoraj stalno moč, ali v kondenzatorjih, če potrebujemo kratkotrajne sunke večje moči.

Razlika temperatur med spojnimima mestoma po sklenjenem električnem krogu iz dveh različnih kovin požene tok. Ta termoelektrični pojav je leta 1821 odkril Thomas Johann Seebeck. Pojav je še učinkovitejši v termistorju, v katerem namesto kovin uporabimo različna polprevodnika. Več parov spojnih mest je mogoče zvezati zaporedno v termobaterijo. Termoelektrična napetost zaradi razlike temperatur med bližnjo in bolj oddaljeno točko v avtomobilskem motorju lahko poganja napravo, ki opozori na pregrevanje. Obratni pojav, pri katerem električni tok po krogu iz dveh vodnikov povzroči, da se prvo spojno mesto greje, drugo pa hladi, je leta 1834 odkril Jean-Charles Peltier. V tej zvezi omenimo še piroelektrični pojav. Od začetka 18. stoletja so slutili, da se na mejnih ploskvah nekaterih kristalov pojavi prehodna električna napetost, če kristal segrejemo ali ohladimo. Tudi ta pojav sta podrobneje raziskala brata Curie. Pozneje so ugotovili, da z izmeničnim segrevanjem in ohladiitvijo nastane naprava, ki združuje lastnosti toplotnega stroja in električnega generatorja in ki ima razmeroma velik izkoristek. Morda jo bodo v prihodnosti izkoristili za zajemanje energije.

Sončna svetloba v polprevodniških sončnih celicah povzroči električno napetost, ki lahko poganja stalen električni tok. V zelo majhnih napravah te vrste zajemajo energijo nantene, nanoantene, z dobrim izkoristkom. Z njimi lahko izboljšajo izkoristek velikih sončnih celic. Na podoben način zajemajo nantene energijo radijskih valov, ki jih je v okolju obilo zaradi radijskih in televizijskih oddajnih postaj. Na splošno izkoristijo valove več oddajnih postaj, medtem ko zadostuje ena sama postaja, če je dovolj blizu.

Posebej omenimo radiofrekvenčno identifikacijo (RFID). Človek, žival, telo nosi označevalnik, nekakšno elektronsko etiketo z vrsto potrebnih podatkov. Najpreprostejši delujejo kot črtne kode, le da se z njimi ni



Označevalnik je lahko samo malo večji od riževega zrna. Nekatere vrste označevalnikov stanejo le nekaj centov, najbolj zapleteni pa dosežejo ceno sto dolarjev.

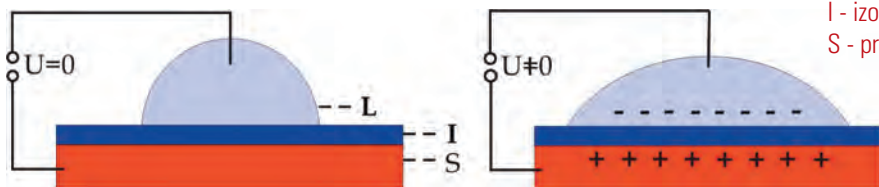
Vir: Wikipedia.

treba dotakniti čitalnika, ampak je dovolj, da se mu približajo na nekaj metrov. To izkoriščajo na primer novejši potni listi in novejše bančne kartice. Bolj zapleteni sprejemajo radijske valove in oddajajo radijske valove z značilno valovno dolžino. Nekateri zajemajo energijo sprejetih valov in za oddajanje ne potrebujejo baterij. Osrednja postaja radijske valove sprejema in s podatki napaja računalnik, s katerim je mogoče vsak čas ugotoviti kraj izbranega označevalnika. Napravo uporabljajo za sledenje izdelkom, na primer računalniški opremi, knjigam v knjižnici, avtomobilom med izdelavo, zdravilom v lekarni, prtljagi na letališčih in v pristaniščih, vozilom, živalim, ljudem. Uporabiti jih je mogoče za cestninjenje vozil na avtocestah ali za indentifikacijo živali ali ljudi, na primer tekmovalcev na športnih tekmovanjih. Tatu mobilnega telefona so, na primer, odkrili po označevalniku na telefonu. Označevalnik je mogoče pritrčiti na obleko ali ga vsaditi pod kožo živali ali ljudi. Zaradi učinkovitosti teh naprav nekatere skrbi, kako bo z varovanjem osebnih podatkov.

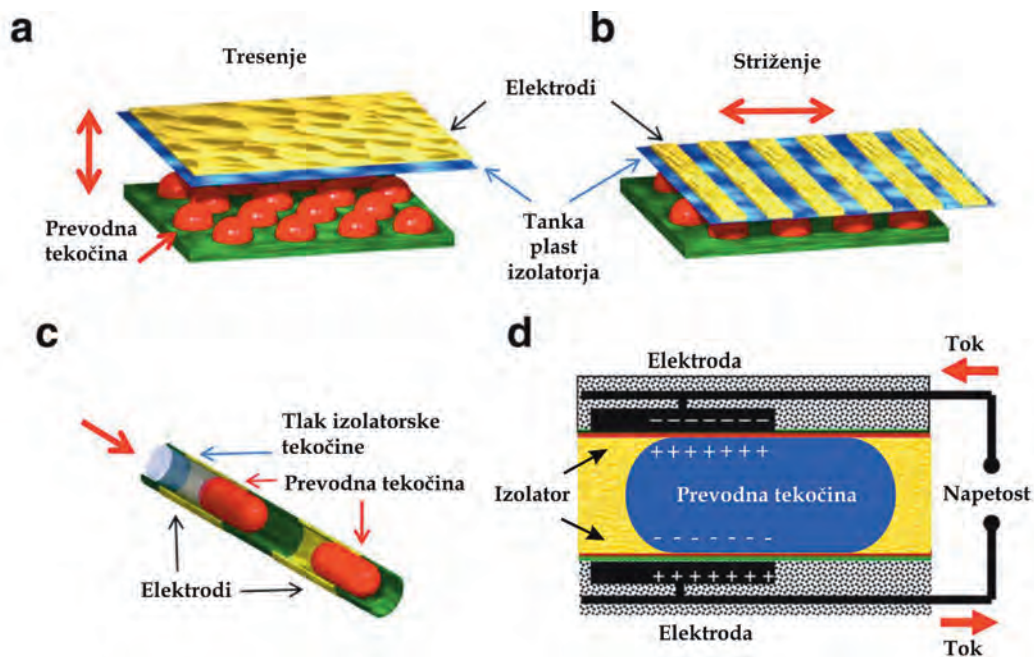
Nazadnje ne moremo mimo obratnega električnega omočenja, ki ga ponujajo kot novost za zajemanje energije. Električno omočenje je leta 1875 pojasnil Gabriel Lippmann, ki je leta 1908 dobil Nobelovo nagrado za fiziko za izum barvne fotografije z interferenco. Vzemimo, da je na električnem izolatorju prevodna tekočina, ki ga ne omoči. Tekočina se zbere v kapljo, katere velikost je odvisna od mejnega kota med tekočino in izolatorjem. Če med tekočino in prevodno podlago pod plastjo izolatorja priključimo napetost, se mejni kot spremeni, tako da se kaplja razleze. Na podlagi tega pojava je Lippmann izdelal zelo občutljiv elektrometer. Pri obratnem pojavu naj bi s spreminjanjem velikosti kaplje povzročali spreminljivo napetost med elektrodama, povezanima s kapljo in prevodno podlago. Tom Kruppenkin in J. Ashley Taylor sta proti koncu lanskega leta poročala, da je mogoče pojav izkoristiti za zajemanje energije. Vrsto zelo drobnih kapelj prevodne tekočine na tanki plasti izolatorja nad prevodno podlago bi s stiskanjem s ploščico izolatorja večali in manjšali in izkoristili izmenično napetost, ki bi pri tem nastala. Od začetnih poskusov si precej obetata. Naredila sta načrt, kako bi na opisani način zajemali energijo v podplatih obuval med hojo.

Izkoristek je zmanjševala vrsta podrobnosti, zato je bila zelo pomembna izbira snovi. Kot izolator sta uporabila plast talijevega pentoksida, prevlečenega z zelo tanko plastjo fluoropolimera. Kot prevodna tekočina sta se najbolje izkazala živo srebro in galin-

Električno omočenje: napetost med prevodno tekočino in prevodno podlago pod tanko plastjo izolatorja povzroči, da se spremeni mejni kot in se kaplja razleze. Risba po predlogi: Janja Benedik. Vir: Wikipedia.



L - prevodna tekočina,
I - izolator,
S - prevodnik.



Energijo bi z obratnim električnim omočenjem zajemali na enega od treh načinov: veliko zelo drobnih kapelj na eni plošči stiskajo z drugo ploščo v pravokotni smeri (a) ali v smeri plošč (b), izolatorsko in prevodno tekočino potiskajo po cevki (c), podrobnejša risba (d). Iz članka Krupenkina in Taylora.

Načrt za zajemanje energije v podplatu obuvala pri hoji. Tisoč kapljic naj bi med hojo dalo moč do deset vatov. Podplatu naj bi se med hojo spreminjala debelina za milimeter ali dva, kar naj ne bi vplivalo na hojo. Čas bo pokazal, ali je načrt mogoče uresničiti. Vir: <http://www.nature.com/news/2011/110823/full/news.2011.493.html>



stan, zlitina galija, indija in kositra, ki je pri sobni temperaturi tekoča. Zlitina je imela boljše lastnosti, a slabost, da je na zraku njeno površje hitro oksidiralo. Zato je bilo treba preprečiti dostop zraka. V laboratorijskih okoliščinah sta delala poskuse z največ 150 kapljicami. Nekateri pa so do načrta za zajemanje energije z obratnim električnim omočenjem zadržani. Zadevi na spletu namenjajo precejšnjo pozornost, tako da lahko kmalu pričakujemo zanesljivejše podatke.

Na svetu več raziskovalnih skupin na univerzah in drugih raziskovalnih ustanovah raziskuje omenjene pojave z mislijo na možnost za zajemanje energije. O tem razpravljajo na mednarodnih znanstvenih sestankih. Vsako poletje priredijo delavnico o zajemanju energije na univerzi ameriške zvezne države Virginije v Blacksburgu. Letos maja je bilo v Berlinu dvodnevno mednarodno srečanje *Zajemanje in shranjevanje energije v Evropi*.

Z opisanimi napravami že delno dosežejo, da mreže merilnikov za merjenje razmer v okolju, na primer temperature, vetra, vlažnosti, zlasti na nedostopnih predelih, delujejo neodvisno in jih ni treba napajati. Te naprave so tudi za okolje prijazne, ker ne povzročajo dodatnega onesnaževanja. Prihranek energije ni velik, a razvoj kaže v pravo smer.

Literatura:

Gammaitoni, L., 2012: *There's plenty of energy at the bottom (micro and nano scale nonlinear noise harvesting)*. *Contemporary Physics*, 53: 119-135.

Energy harvesting, http://en.wikipedia.org/wiki/Energy_harvesting.

Krupenkin, T., Taylor, J. A., 2011: *Reverse electrowetting as a new approach to high power energy harvesting*. *Nature Communications*. <http://www.nature.com/ncomms/journal/v2/n8/full/ncomms11454.html>.

Študentska odprava Kostarika 2012 • *Kjer se tropi dotaknejo neba*

Kjer se tropi dotaknejo neba

Maja Četojevič in Urška Deželak

Kostarika, majhna država v Srednji Ameriki med Nikaragvo na severu in Panamo na jugu, slovi po svojem zelenem turizmu (tako imenovanemu ekoturizmu), bogati biotski raznovrstnosti in prijaznih ljudeh. Čeprav je blizu ekvatorja, je Kostarika zaradi svojih zemljepisnih posebnosti podnebno zelo raznolika, to pa je tudi pogoj za veliko raznolikost njenih ekosistemov.

Osrednji del Kostarike je zelo gorat, saj preko nje poteka srednjeameriška gorska veriga Talamanca, ki se zaključuje v Panami. Talamanca je znana po svoji ekološki in vrstni

raznovrstnosti in prav zato je kar 40 odstotkov pogorja vključenega v narodne parke in rezervate Chirripo, La Amistad, Volcán Poas in Monteverde, vendar so območja varovanja majhna in raztresena, med njimi pa ni povezave. Nepovezanost prizadene predvsem ptiče, ki se selijo po območju. Zlasti so ogrožene nekatere vrste ptic, ki gnezdiijo na pacifiški strani grebena, kot so harpijski orel (*Harpia harpyja*), kvecal (*Pharomachrus mocinno*), trikrpi zvonarček (*Procnias tricarunculata*) in črni gvan (*Chamaepetes unicolor*).