

Energija IV: Električna, električno delo in električna energija

dr. Mojca Čepič

Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta, Oddelek za fiziko in tehniko

S tem prispevkom zaključujem serijo člankov o energiji in komunikaciji v povezavi z njo. Ker pa področje, ki ga imenujemo »elektrika in magnetizem«, vsebuje še nekaj komunikacijskih zanimivosti, se nameravam na kratko posvetiti tudi njim.

Začnimo z besedo »elektrika«. V predavateljske namene pogosto pokukam v Strnadov učbenik Fizika 1 in 2, ki sem ga uporabljala med lastnim študijem in je izšel leta 1978 [1]. Fizika 2 se prične z naslovom ELEKTRIKA in na nekaj več kot 150 straneh pokriva štiri področja: tok, napetost in upor; električno polje; magnetno polje; električno nihanje in elektromagnetno valovanje. Razen v naslovu se beseda »elektrika« ne pojavi nikjer več. Ni je niti na seznamu gesel. Enako je tudi v kasnejših izdajah. Na novo vpeljani pojmi, kot so električni tok, električni naboj, električni krog itd., so fiziku dobro znani in si pod njihovimi imeni natanko predstavlja, kaj pomenijo. Razlage besede »elektrika« pa ne najdemo. Podobno velja tudi za osnovnošolske in srednješolske učbenike. Beseda »elektrika« se kot pogovorni sinonim za električni tok v smislu »teče elektrika« pojavi v uvodih v poglavje, na nekaj mestih je pogovorno uporabljena tudi kasneje ob obravnavi tokov, kjer lahko najdemo zapis »teče elektrika« namesto »teče električni tok«. Iz analogij z vodnimi tokovi je ohlapno omenjeno, da lahko besedo »elektrika« obravnavamo kot sinonim za »električni naboj«, saj električni tok v fiziki pomeni pretakanje naboja [3–5].

V vsakdanjem življenju je elektrika sinonim za nekaj, kar poganja električne naprave najrazličnejših vrst in/ali nas lahko »strese«. Pogovorno pravimo tudi, da za ta nekaj, torej »elektriko«, plačujemo. Nisem prepričana, da je električni naboj, kot ga razumemo fiziki, mogoče kar enačiti z laičnim razumevanjem »elektrike« kot neke snovi, ki je v hišo pritekla po žicah podobno kot plin po plinski napeljavi, električni aparati so jo porabili in zanjo smo plačali, čeprav tako pojmovanje ponujajo učbeniki [3–5]. Bolj se mi zdi smiselno, da pri pouku fizike pojma »elektrika« sploh ne uporabljamo, da omenimo, kako je uporabljan v vsakdanji govorici in da ga v strokovnem jeziku ni.

Kot fiziki želimo imeti jasne predstave, kaj posamezna poimenovanja pomenijo. Naštejmo najprej fizikalne pojme, ki jih poznamo, o njihovem pomenu pa ne bomo razpravljali, če to ne bo potrebno. Torej: električni naboj e , električni tok I , gostota električnega toka j , električna napetost U , električni upor oz. električna upornost R , električno polje oziroma njegova jakost E in gostota D , električni dipol p_e pa še kaj bi lahko našli. K tej zgodbi sodijo tudi jakost H in gostota B magnetnega polja pa magnetni pretok ϕ_m in induktivnost L ... Vektorskih znakov na simbolne oznake količin načrtno nisem pisala. Kaj je vsem tem pojmom oziroma fizikalnim veličinam skupnega? Morda to, da je vsaka od njih povezana s premikajočimi se in/ali z mirujočimi električnimi naboji? Bi morda v fiziki lahko besedo »elektrika« kot nadpomenu uporabljali v tem smislu? Glede na pogostost besede v vsakdanjem besednjaku je verjetno nima smisla popolnoma izključiti iz fizikalnega besednjaka, a kot kaže predhodna analiza, pomen besede v fizikalnem besednjaku ni jasno opredeljen.

V sukanju po področju naletimo še na množico različnih poimenovanj enakih pojmov, naletimo na predpise, ki določajo, kako smemo govoriti o fizikalnih količinah ali, kot je zapovedano in mi še vedno ne gre z jezika, veličinah [2]. Pogosto naletimo na poimenovanja, ki povzročajo težave vpeljavi konsistentne slike dogajanj v električnih krogih in obravnavi energije. Poleg tega se poimenovanja močno razlikujejo od stroke do stroke – npr. elektrotehnik se bo smejal poimenovanju »električni naboj«, zanj obstaja »elektrina«. A tudi fiziki si med seboj nismo enotni, kako poimenovati različne pojme. Naj navedem nekaj poimenovanj, ki jih najdemo v učbenikih. V spodnji tabeli se ne opredeljujem glede uzakonjene ali kake druge pravilnosti, le navajam poimenovanja.

(a)	vir električnega toka/ napetosti	izvir električnega toka
(b)	sestavina električnega vezja (e. v.)	element električnega vezja
(c)	napetost na sestavini e. v.	padec napetosti na ...
(d)	upornik	upor
(e)	upor	upornost
(f)	upornost	specifična upornost
(g)	pretvornik električnega dela v druge oblike energije	porabnik (električne energije)
(h)	električno delo	električna energija

Na levi sem uporabila besednjak, za katerega se spominjam, da sta ga uporabljala prof. Ferbar in prof. Hribar pri predavanjih iz Didaktike fizike. Nekatere izraze sem v težnji po jasnem izražanju in po pogovorih z učitelji predlagala tudi sama. Pa se lotimo dogovorov po vrsti.

Še najmanj se mi zdi problematična mešana raba (a) virov oziroma izvirov električnega toka/napetosti. Osebnost mi je bližji »vir«, ker se mi zdi, da »izvir« bolj poudarja napačno predstavo, da v viru nastajajo električni naboji.

Prof. Ferbar je vztrajal (b), da so žarnica, stikalo, elektromotorček in podobno SESTAVINE električnega vezja in ne ELEMENTI. Potrebo po izključevanju besede »element« je prof. Ferbar utemeljeval z zmedo, ki v glavi mlajšega učenca nastaja, ko se pri različnih predmetih (kemija in fizika) seznanja z novo, a isto besedo, ima pa ta beseda pri vsakem predmetu drug pomen. Mi, izkušeni stari kozli, natanko vemo, kaj imamo v mislih, ko govorimo o elementih vezja, učencem, ki se s temi poimenovanji srečujejo prvič, pa pomaga, če so jim besede pomensko že znane, npr. električni krog sestoji iz naslednjih sestavin ... Delim njegovo mnenje.

Napetost (c) je razlika potencialov med dvema točkama v vezju. Na srednji šoli in kasneje točki, med katerima merimo napetost, pogosto navajamo eksplicitno, kadar pa merimo napetost na sestavini vezja, pa uporabimo enostaven predlog »na«. Napetost na sestavini vezja je lahko pozitivna ali negativna, predznak pa je odvisen od tega, kako smo priključili voltmeter, ali merimo napetost vira ali napetost na drugih sestavinah vezja, za meritev napetosti na sestavini pa je pomembna še smer toka skozi. Samo v zelo enostavnih enozančnih električnih krogih je vir lahko vedno pozitiven, napetost na sestavinah pa vedno negativna. Če je vezje le malo bolj zapleteno, vse napetosti na sestavinah niso nujno »padci napetosti«. Zato menim, da se je treba elektrotehniškemu izrazu »padec napetosti« popolnoma izogniti, saj učenci ob vpeljavi električnih tokov pozitivna in negativna števila ter pravila za računanje z njimi že poznajo. Seveda pa je smiselno ozaveščati, da je potencial točke za sestavino glede na neko izbrano točko v vezju vedno nižji od potenciala glede na isto točko pred sestavino vezja, če »za« in »pred« razumemo v smeri električnega toka skozi to sestavino. Veliko enostavnih eksperimentalnih vaj je na voljo za raziskovanje potencialnih razlik in za utrjevanje konceptov, povezanih z njimi.

Naslednja triada izrazov (d)–(f) je po nepotrebnem uzakonjena [2] bolj zapleteno, kot bi bilo potrebno. Prof. Hribar je poudarjal naslednjo zvezo: UPORNIK (predmet) iz snovi z UPORNOSTJO (lastnost snovi) ... ima UPOR (lastnost predmeta) ... Formalno pravilno je treba poved zapisati takole: UPOR (predmet) iz snovi s SPECIFIČNO UPORNOSTJO (lastnost snovi) ... ima UPORNOST (lastnost predmeta) ... Osebnost mi prva poved zveni enostavneje, lepše in natančneje. Kako so nastala poimenovanja in kdo je pri teh poimenovanjih sodeloval, ne vem. V starejši verziji od [2] je uradno obstajala celo samo »elektrina«, zato je verjetno imela glavno besedo elektrotehnika, vpeljani pa so bili izrazi, ki so v uporabi tam. Slišala pa sem, da so močno želeli poenotiti poimenovanja – upornost, kapacitivnost in induktivnost kot lastnosti predmetov: upora, kondenzatorja in tuljave. Ali je to potrebno ali ne, ne vem, a verjetno glede tega ni

mogoče kaj preveč storiti in moramo uporabljati zapis (d)–(f) v desnem stolpcu, tudi če nas bolita roka in uho.

Posvetimo se še zadnjima (g) in (h). Običajno za sestavine električnih vezij, kot so žarnice, upori (uporniki) in podobno, uporabljamo generično ime »porabniki«. Kaj porabniki porabljajo, da so si zaslužili takšno ime? Električno, vendar, oziroma »bolj strokovno« – električno energijo. Toda kaj je vendar »električna energija«? Energija je lastnost predmetov. Če predmeta ne moremo opredeliti, potem obravnavamo gostoto energije kot energijo na prostorsko enoto – v Bernoullijevi enačbi nastopa gostota kinetične in potencialne energije, praznemu prostoru, v katerem je električno ali magnetno polje, pa lahko pripišemo gostoto električne in magnetne energije. A električna energija določenega dela prostora, v katerem je električno polje, ni ista »električna energija«, kot jo »porablja porabnik«.

Sestavina vezja prejme namreč električno delo, PRETVORI ga v notranjo energijo (npr. grelec), v svetlobo (npr. LED), v kinetično energijo (npr. mešalnik) ali kombinacijo teh energij (npr. sušilec za lase). Energijsko enačbo iz [6, 7, 8] razširimo še z eno vrsto prenosa energije – z električnim delom A_{el} .

$$A_{meh} + Q + A_{el} = \Delta W. \quad (1)$$

V enačbi (1) je na levi prek različnih mehanizmov, torej mehanskega dela A_{meh} , toplote Q in električnega dela A_{el} prenesena energija iz različnih predmetov oziroma okolice na predmet na desni, ki se mu je zato spremenila celotna energija za ΔW . Predmet (npr. sušilnik za lase) zato težko imenujemo porabnik, saj ničesar ne porablja, še posebej ne energije, temveč je struktura električne naprave takšna, da pretvarja prejeta električno delo v neko drugo obliko energije in potem to energijo prek različnih mehanizmov prenaša naprej v okolico, ko npr. ogreva prostor, kuha kosilo, mesi testo ali stepa smetano.

V tej luči zato predlagam naslednje – pri poučevanju fizike uporabljajmo zgolj in samo pojem »električno delo«, tudi pri obravnavi primerov iz vsakdanjega življenja. Namesto »porabnik električne energije« je morda bolje vpeljati pojem »pretvornik električnega dela«. Pretvornikom in porabnikom se s pazljivo govorico in z dejanskim poimenovanjem sestavin vezij lahko tudi popolnoma izognemo. Zakaj bi moral biti problem abstrakten – kolikšen tok teče skozi porabnik ... če je lahko vprašanje zastavljeno konkretno – kolikšen tok teče skozi likalnik?

[1] Strnad, J. (1978). *Fizika, 2. del: Električna, Optika*. Ljubljana: DZS.

[2] http://www.mirs.gov.si/fileadmin/um.gov.si/pageuploads/Dokpdf/Dogodki/Razno/Merske_enote_predstavitev.pdf

[3] Kuščer, I., Moljk, A. (1991). *Fizika, 3. del: Električna, Atomika*. Ljubljana: DZS.

[4] Kuščer, I., Moljk, A., Kranjc, T., Peternelj, J., Rosina, M., Strnad, J. (2002). *Fizika za srednje šole, III. del*. Ljubljana: DZS.

[5] Hribar, M., Kocijančič, S., Likar, A. in drugi (1997). *Električna, svetloba in snov, Fizika za 3. in 4. letnik srednjih šol*. Ljubljana: Modrijan.

[6] Čepič, M. (2017). Energija in delo, *Fizika v šoli* 22(1), str. 55–59.

[7] Čepič, M. (2017). Energijski zakon in primeri iz vsakdanjega življenja, *Fizika v šoli* 22(2), str. 54–59.

[8] Čepič, M. (2018). Energija III: Toplota, delo in notranja energija. *Fizika v šoli* 23(1), str. 53–60.