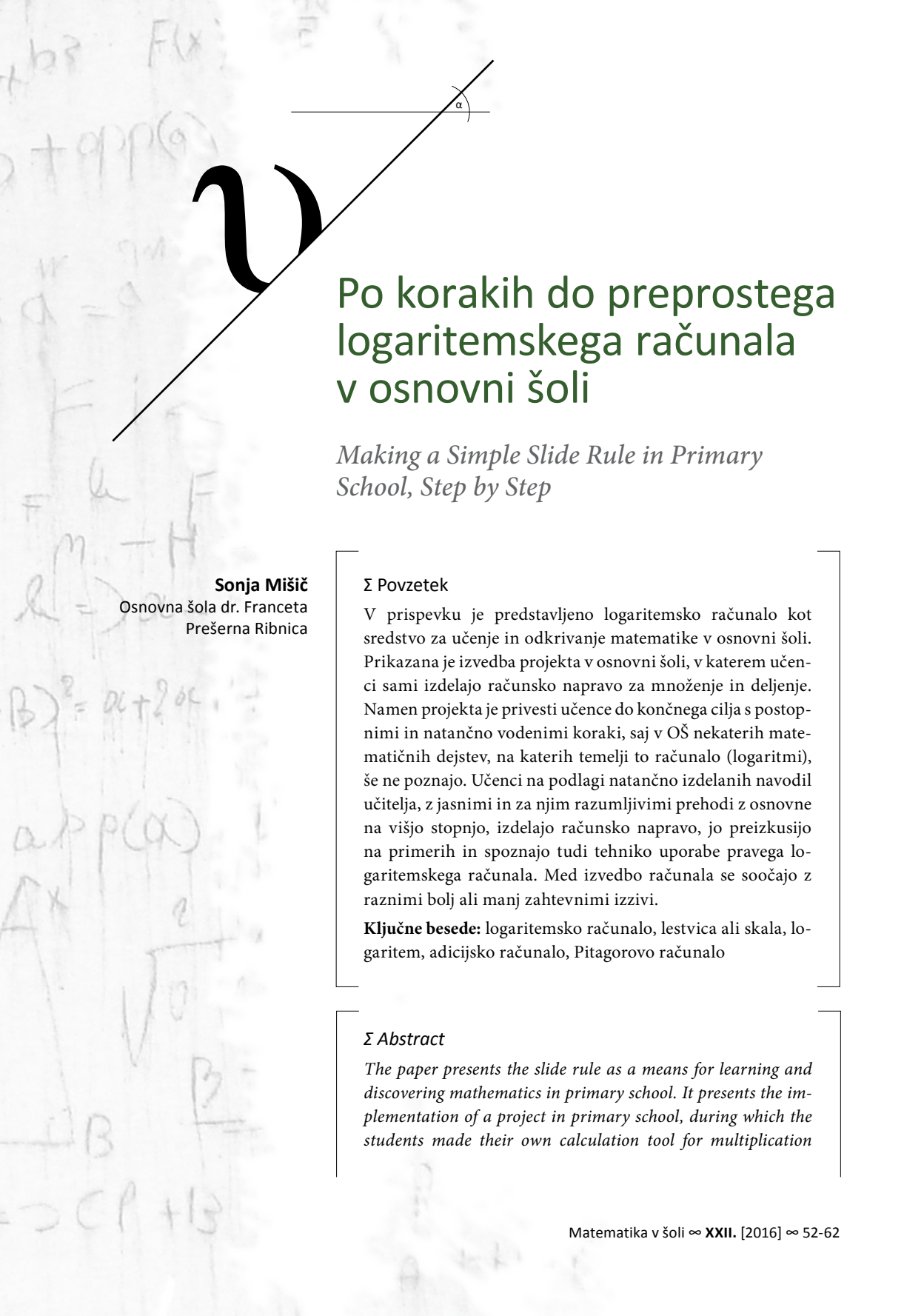




Po korakih do preprostega logaritemskega računalna v osnovni šoli

Making a Simple Slide Rule in Primary School, Step by Step

Sonja Mišič

Osnovna šola dr. Franceta
Prešerna Ribnica

Σ Povzetek

V prispevku je predstavljeno logaritmsko računalno kot sredstvo za učenje in odkrivanje matematike v osnovni šoli. Prikazana je izvedba projekta v osnovni šoli, v katerem učenci sami izdelajo računsko napravo za množenje in deljenje. Namen projekta je privedi učence do končnega cilja s postopnimi in natančno vodenimi koraki, saj v OŠ nekaterih matematičnih dejstev, na katerih temelji to računalno (logaritmi), še ne poznajo. Učenci na podlagi natančno izdelanih navodil učitelja, z jasnimi in za njim razumljivimi prehodi z osnovne na višjo stopnjo, izdelajo računsko napravo, jo preizkusijo na primerih in spoznajo tudi tehniko uporabe pravega logaritemskega računalna. Med izvedbo računalna se soočajo z različnimi bolj ali manj zahtevnimi izzivi.

Ključne besede: logaritmsko računalno, lestvica ali skala, logaritem, adicijsko računalno, Pitagorovo računalno

Σ Abstract

The paper presents the slide rule as a means for learning and discovering mathematics in primary school. It presents the implementation of a project in primary school, during which the students made their own calculation tool for multiplication

and division. The purpose of the project is to lead students to the final goal through gradual and precisely guided steps, since primary school students are not yet familiar with some of the mathematical facts (i.e. logarithms) on which this calculator is based. Following precise instructions from the teacher and with clear and understandable transitions from the basic to the advanced level, students make a calculation tool, test it on examples, and become familiar with the technique of using a real logarithm calculator. When making the calculator, they will be confronted with various more or less demanding challenges.

Key words: logarithm calculator, scale, logarithm, addition calculator, Pythagorean theorem calculator

α Uvod

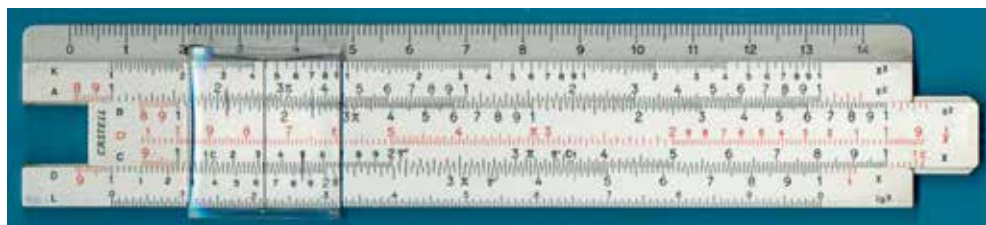
Logaritemsko računalno (slika 1) je bilo več kot tristo let, vse do iznajdbe elektronskih žepnih računal, eden najpomembnejših in najbolj razširjenih pripomočkov za računanje. Današnji računski pripomočki so bolj praktični, natančnejši in hitrejši, vendar je logaritemsko računalno izvrsten pripomoček za vizualno predstavitev lastnosti logaritmov in potenc ter njunih medsebojnih povezav, saj temelji na logaritmih, s katerimi je omogočeno računske operacije višje stopnje (množenje in deljenje) prevesti na enostavnejše, nižje stopnje (seštevanje in odštevanje).

Večino ugotovitev in predstavljenih aktivnosti v tem prispevku povzemam po svoji diplomski nalogi.

β Potek izdelave preprostega računalna za množenje in deljenje v osnovni šoli

Učenci so izdelali preprosto računsko napravo za množenje in deljenje, katere osnovni princip delovanja je pretvorba množenja števil v seštevanje oz. deljenje števil v odštevanje. Ker logaritmov še ne poznajo, jih je bilo treba do tega spoznanja privedi postopoma, zato je projekt potekal v treh delih.

V prvem delu so izdelali računalno za seštevanje in odštevanje števil, s katerim so ponovili seštevanje in odštevanje pozitivnih in negativnih števil na številskih premicah, kar so spoznali že pri pouku matematike. Cilj prvega dela je bil, da so učenci praktično preizkusili in spoznali princip



[Slika 1] Mehansko logaritemsko računalno

delovanja t. i. adicijskega računalu, kar je bila osnova za razumevanje vseh nadaljnjih aktivnosti (Mišič, 2003).

V drugem delu so izdelali računalu za seštevanje in odštevanje kvadratov števil, t. i. Pitagorovo računalu. Cilj drugega dela je bil spoznati pojem številske lestvice oz. računanje s pomočjo številskih lestvic na primeru lestvice s kvadrati naravnih števil.

V tretjem delu so učenci najprej izdelali računalu za računanje s potencami, s katerim so prišli do spoznanja, da s tem ko eksponente potenc z enako osnovo na računalu seštevamo oz. odštevamo, v resnici vrednosti potenc množimo oz. delimo. S pomočjo tega dejstva so učenci prišli do ključnega cilja v projektu; izdelati preprosto računalu za množenje in deljenje poljubnih realnih števil, torej preprosto logaritemsko računalu.

Na poti do cilja je vsak učenec potreboval: deset pripravljenih 30 cm dolgih trakov, barvna pisala, daljše ravnilo (30 cm), geotrikotnik, zvezek za izračune ter žepno računalu za računanje razdalj, ki jih nanašajo na merilo, in za preverjanje izračunov, ki jih izvedejo na izdelanih računalih.

Vsak učenec je torej izdelal skupno pet različnih računal, vsako računalu je bilo sestavljeno iz dveh enako izdelanih trakov z ustreznimi števili lestvicami. Glede na obsežnost in zahtevnost je bil projekt izveden v okviru matematičnih delavnic v

manjši skupini učencev 8. ali 9. razreda s solidnim matematičnim predznanjem.

1. del: Izdelava in uporaba adicijskega računalu

a) Izdelava adicijskega računalu s pozitivnimi števili

Navodilo:

Nariši merilo od 0 do 10 na dva 30 cm dolga trakova ter vsako enoto razdeli še na desetine.

S pomočjo t. i. adicijskega računalu izračunaj vsoto oz. razliko števil 7 in 3 (slika 2).

Izziv:

Kako bi izračunali vsoto dveh števil, ki sta večji od 10? Primer: $35 + 50 = ?$

Reševanje: Obe števili smo zapisali kot produkt števila, ki se nahaja na našem merilu, in potence števila

$$10 : 35 + 50 = 3,5 \cdot 10 + 5 \cdot 10$$

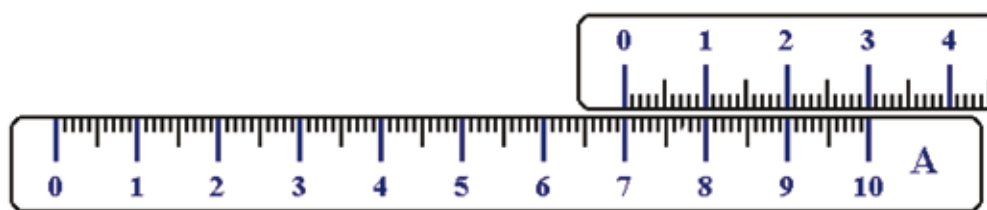
Po zakonu o združevanju smo izpostavili skupni faktor obeh členov:

$$35 + 50 = (3,5 + 5) \cdot 10$$

Ker je naša osnovna skala razdeljena tudi na desetine, smo brez težav poiskali vsoto v oklepaju ter izračunali:

$$35 + 50 = 8,5 \cdot 10 = 85$$

Na podoben način smo preverili še nekaj izračunov:



[Slika 2] Prikaz vsote števil 7 in 3 na t. i. adicijskem računalu

$$265 + 125 = (2,65 + 1,25) \cdot 100 = 3,9 \cdot 100 = 390$$

$$927 + 16 = (9,27 + 0,16) \cdot 100 = 9,43 \cdot 100 = 943$$

Ugotovitev učencev: Če želimo računati npr. s trimestnimi števili, morajo biti vse enote namišljeno razdeljene na stotine, s štirimestnimi števili na tisočine

Utemeljili so, zakaj je računanje vsot ali razlik z adicijskim računalom hitro, a le približno.

b) Izdelava adicijskega računalu s pozitivnimi in negativnimi števili

Navodilo:

Nariši merilo od -10 do 10 na dva 30 cm dolga trakova ter vsako enoto razdeli še na polovico (slika 3).

Izziv:

Na računalu si izberi poljubno število ter mu prištej njegovo nasprotno število.

Reševanje: Učenci ponovijo zakonitost:

$$a + (-a) = 0 \text{ oz. } -a + (+a) = 0$$

Napišejo: $-(a+b) = (-a) + (-b)$ in primer $-(2+7) = (-2) + (-7) = -9$

S pomočjo računalu so potrdili pravili, ki so jih preverili na primeru: $-(+a) = -a$, $-(-a) = a$ ter $-(a+b) = (-a) + (-b)$

Razliko dveh števil so najprej s pomočjo preverjenih pravil prevedli v vsoto nasprot-

nih vrednosti števil oz. v nasprotno vrednost vsote števil. Primera:

$$-6 - 8 = (-6) + (-8) = -(6+8) = -14 \text{ in } 6 - 8 = 6 + (-8) = -(-6+8) = -2$$

Ugotovitev učencev: Adicijsko računalu s pozitivnimi in negativnimi števili (slika 3) bi lahko uporabili tudi pri računanju z večjimi števili, če bi bile enote na računalu razdeljene še na desetine, stotine ...

Brez težav so preverili še nekaj primerov:

$$-70 + 50 = (-7 + 5) \cdot 10 = -120$$

$$-350 - 850 = -(350 + 850) =$$

$$-((3,5 + 8,5) \cdot 100) = -(12 \cdot 100) = -1200$$

$$4500 - 9500 = 4500 + (-9500) =$$

$$-((-4,5 + 9,5) \cdot 1000) = -(5 \cdot 1000) = -5000$$

2. del: Izdelava Pitagorovega računalu

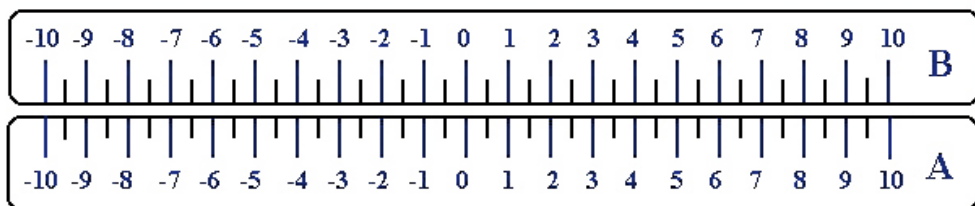
Navodilo:

Na dva 30 cm dolga trakova nariši merilo s števili od 0 do 10 tako, da bodo razdalje števil do izhodišča enake kvadratom teh števil.

Ker so morali najprej oba trakova z dolžino osnovne skale 30 cm razdeliti na 100 enakih enot, je bilo treba izračunati dolžino ene enote:

$$30 \text{ cm} : 100 = 300 \text{ mm} : 100 = 3 \text{ mm.}$$

Reševanje: Izračunali so razdalje od izhodišča do kvadratov števil in jih nanесли na oba trakova (preglednica 1):



[Slika 3] Računalu za računanje s pozitivnimi in negativnimi števili

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x^2	0	1	4	9	16	25	36	49	64	81	100
$D(0, x) = x^2$ (mm)	0	3	12	27	48	75	108	147	192	243	300

[Preglednica 1] Razdalje od izhodišča do kvadratov števil

Razmike so označili s centimetrskimi črtami, pod oz. nad katerimi so napisali števila od 1 do 10.

Napisali so podatke, za kateti v pravokotnem trikotniku in izračunali dolžino hipotenuze s pomočjo obrazca:

$$a = 6 \text{ cm}$$

$$b = 8 \text{ cm}$$

$$c = 10 \text{ cm}$$

$$c^2 = a^2 + b^2 \Rightarrow 6^2 + 8^2 = 10^2$$

$$\Rightarrow c = 10 \text{ cm}$$

Ugotovitev učencev: Pitagorovo računalilo (slika 4 in 5) deluje na popolnoma enak način kot adicijsko računalilo, le da so na njem kvadrati števil, s katerimi operiramo pri uporabi Pitagorovega izreka.

Izziv:

V pravokotnem trikotniku izračunaj dolžino hipotenuze, ki ni celo število.

$$a = 5 \text{ cm}$$

$$b = 7 \text{ cm}$$

$$c =$$

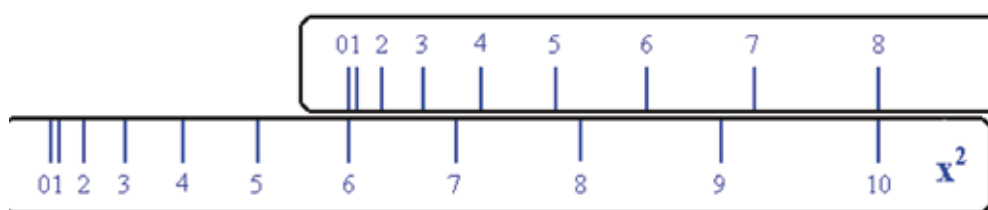
$$c^2 = a^2 + b^2 \Rightarrow 5^2 + 7^2$$

Reševanje: Učenci so izračunali:

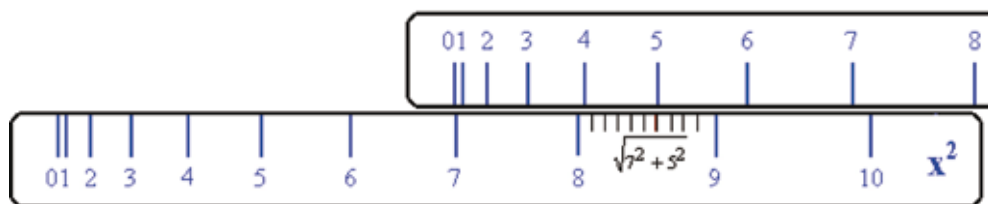
$$c = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{7^2 + 5^2} = \sqrt{74} \text{ cm.}$$

S pomočjo računalila so rezultat umestili med 8,5 cm in 8,7 cm.

Z žepnim računalom so preverili rezultat: $c = \sqrt{74 \text{ cm}^2} = 8.60232... \text{ cm.}$



[Slika 4] Prikaz vsote $6^2 + 8^2 = 10^2$ na t. i. Pitagorovem računalu



[Slika 5] Prikaz izračuna $c^2 = 5^2 + 7^2$ na Pitagorovem računalu

3. del: Izdelava logaritemskega računalu

a) Izdelava računalu za računanje s poten- cami

Učenci so napisali zaporedne potence števila 2 z eksponenti pozitivnih celih števil od 1 do 10 (preglednica 2).

2^0	2^1	2^2	2^3	2^4	2^5	2^6	2^7	2^8	2^9	2^{10}
1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024

[Preglednica 2] Zaporedne potence števila 2 z eksponenti pozitivnih celih števil od 1 do 10

Navodilo:

Nanesi zgornjo vrsto potenc 2^0 , 2^1 , 2^2 , 2^3 , ..., 2^{10} enakomerno na dva 30 cm dolga trakova.

Reševanje: Učenci so nanesli vrednosti potenc števila 2 na oba trakova in nastalo računalu preizkusili.

Ugotovitev učencev: Princip delovanja je podoben kot pri adicijskem in Pitagorovem računalu, vendar z njim števila 2^x in 2^y ne seštevamo oz. odštevamo, temveč jih množimo oz. delimo (slika 6).

Primeri: $2^3 + 2^2 \rightarrow 2^5 = 2^2 \cdot 2^3 = 8 \cdot 4 = 32$

$2^8 - 2^5 \rightarrow 2^3 = 2^8 : 2^5 = 256 : 32 = 8$

Končna ugotovitev, na osnovi katere deluje računalu za računanje potence z osnovo 2:

$$2^x \cdot 2^y = 2^{x+y}, \quad 2^x : 2^y = 2^{x-y}$$

Izziv:

Ali zgornja ugotovitev velja le za potence z osnovo 2 ali bi lahko za osnovo potence določili katerokoli število a ?

Reševanje: Učenci:

- so predlagali, da izdelamo še eno računalu, kjer bo osnova potence večja od 2;
- so se spomnili na splošni obrazec za računanje s potenami z enakimi osnovami:

$$a^x \cdot a^y = a^{x+y}, \quad a^x : a^y = a^{x-y}$$

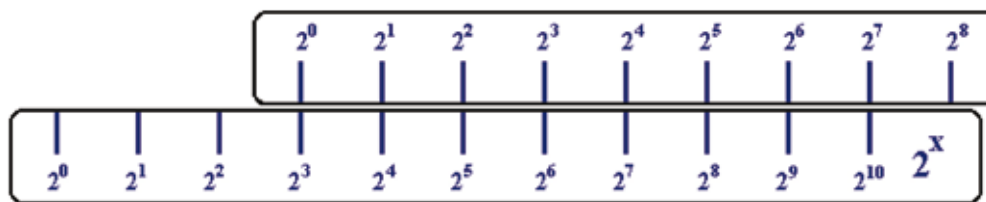
Ugotovitev učencev: S številom 3 oz. s števili, ki jih lahko zapišemo v obliki 3^x , bi lahko množili in delili s tistim računalom, ki ima na enotah merila števila 3^x ... Torej lahko množimo in delimo potence s poljubno (toda med seboj enako) osnovo a , zato lahko takšno računalu poimenujemo kar računalu za deljenje in množenje števil.

Končna ugotovitev: Z računalom za računanje potenc množimo in delimo natančno s tistimi števili, ki jih lahko zapišemo v obliki potence z enakimi osnovami.

b) Izdelava računalu za množenje in deljenje – preprosto logaritmsko računalu

Izziv:

Kako bi izgledalo računalu, s katerim bi lahko množili in delili med seboj poljubna števila, ne glede na osnovo potence?



[Slika 6] Prikaz množenja potenc z osnovo 2: $2^3 \cdot 2^7 = 2^{10} \rightarrow 8 \cdot 128 = 1024$

Ugotovitev učencev: Na računalu moramo nanesti zaporedje potence s čim manjšo osnovo.

Pojasnilo učencem: Sedaj bomo izdelali naše končno računalo za deljenje in množenje med seboj različnih števil in ne le števil, ki imajo v potenci skupno osnovo in so večja od 2. To računalo bomo poimenovali logaritemsko računalo, ker temelji na logaritmi, ki jih bodo spoznali v srednji šoli.

Pred nadaljevanjem so učenci še enkrat preverili razlike med lestvico na računalu za računanje potenc z lestvico na adicijskem računalu.

Ugotovitev učencev:

- lestvica na računalu za računanje potenc se začne s številom 1, ne glede na to, katero število vzamemo za osnovo potence, saj je $a^0 = 1$, za vsak $a \in \mathbb{R}$.
- osnova mora biti večja od 1 in manjša od 2, torej $1 < a < 2$.

Po razgovoru so učenci predlagali, da za osnovo vzamemo število 1,1.

Navodilo:

Nanašaj zaporedje vrednosti potenc na dva 30 cm dolga trakova tako dolgo, dokler vrednost potence ne doseže vrednosti 10.

Reševanje: Sestavili so podobno preglednico, kot smo jo pri nanašanju potence 2^x (preglednica 3):

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$1,1^x$	1	1,1	1,21	1,331	1,464	1,611	1,772	1,949	2,144	2,358	2,594	2,853	3,138
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	3,452	3,797	4,177	4,595	5,054	5,560	6,116	6,727	7,400	8,140	8,954	9,850	10,835

[Preglednica 3] Zaporedje vrednosti potenc $1,1^x$ ($x \in \mathbb{N}$)

Ugotovitev učencev:

potrebujemo 24 enakomernih razdelkov, vrednost potence $1,1^x$ na začetku počasi, nato pa čedalje hitreje narašča.

Pojasnilo učencem: Nanašali bomo le tiste vrednosti potence, ki predstavljajo cela števila oz. so tem najbližje, ter vmesna števila, zaokrožena na eno decimalko. Števila, ki so najbližja celim številom, bomo v tabeli osenčili.

Izziv:

Kako poiskati vmesne vrednosti med števili 1 in 10?

Ugotovitev učencev: Poiščemo še manjšo osnovo od 1,1, torej med 1,01 in 1,09, ker bomo tako dobili še gostejše in s tem bolj natančne vrednosti, ki jih bomo nanesli na naše merilo, s tem bo računalo tudi natančnejše.

Po skupnem pogovoru glede izbire najustreznejše osnove smo se odločili, da kljub najbolj natančni osnovi 1,01 izberemo osnovo 1,03, saj bi bilo v prvem primeru računanje zelo dolgotrajno.

Reševanje: Lotili so se dolgega računanja potence $1,03^x$, natančno na tri decimalna mesta. Računali so vsak na svojem žepnem računalu ter zapisovali podatke v novo preglednico (preglednica 4).

x	$1,03^x$
0	1
1	1,03
2	1,061
3	1,093
4	1,126
5	1,159
6	1,194
7	1,230
8	1,267
9	1,305

x	$1,03^x$
10	1,344
11	1,384
12	1,426
13	1,469
14	1,513
15	1,558
16	1,605
17	1,653
18	1,702
19	1,754

x	$1,03^x$
20	1,806
21	1,860
22	1,916
23	1,974
24	2,033
25	2,094
26	2,157
27	2,221
28	2,288
29	2,357

x	$1,03^x$
30	2,427
31	2,500
32	2,575
33	2,652
34	2,732
35	2,814
36	2,898
37	2,985
38	3,075
39	3,167

x	$1,03^x$
40	3,262
41	3,360
42	3,461
43	3,565
44	3,671
45	3,782
46	3,895
47	4,012
48	4,132
49	4,256

x	$1,03^x$
50	4,384
51	4,515
52	4,651
53	4,790
54	4,934
55	5,082
56	5,235
57	5,392
58	5,553
59	5,720

x	$1,03^x$
60	5,892
61	6,068
62	6,250
63	6,438
64	6,631
65	6,830
66	7,035
67	7,246
68	7,463
69	7,687

x	$1,03^x$
70	7,918
71	8,155
72	8,400
73	8,652
74	8,916
75	9,179
76	9,454
77	9,738
78	10,030

[Preglednica 4] Potence $1,03^x$

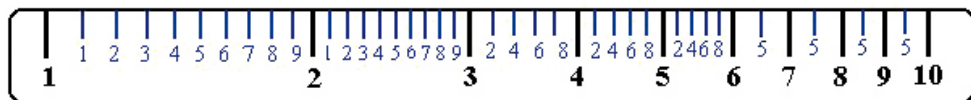
Ko je bila tabela izpolnjena, smo se pogovorili, katera števila bomo nanegli na naša računalna in njihove približke v tabeli tudi osenčili:

- razdelka 1 – 2 in 2 – 3 sta zelo velika in se nahaja v njih zelo veliko števil, zato ju bomo razdelili na deset delov (1,1; 1,2; 1,3...).
- razdelke 3 – 4, 4 – 5 in 5 – 6 bomo razdelili na pet delov (3,2; 3,4; 3,6...).
- razdelke 6 – 7, 7 – 8, 8 – 9 in 9 – 10 bomo razdelili le na polovice (6,5; 7,5; 8,5...).

Navodilo:

Izdelaj še zadnje, končno računalno za množenje in deljenje ter ga preizkusi na primerih.

Reševanje: S pomočjo zgornjih preglednic so določili približne enote (jih zbrali v novi tabeli) in izračunali razdalje od izhodišča 1 do enot, na katerih se bodo nahajala označena števila. Ko so imeli na voljo vse potrebne podatke, so izbrana števila potence $1,03$ z merjenjem nanegli na zadnja dva trakova (slika 7).



[Slika 7] Končna izdelana lestvica računalja za množenje in deljenje (lestvica preprostega logaritemskega računalja)

Množenje in deljenje števil z uporabo preprostega logaritemskega računalja

a) Množenje števil z izdelanim preprostim računalom

Navodilo: Izračunaj produkt $2 \cdot 5$.

Ugotovitev učencev: Računalo deluje po popolnoma enakem principu kot adicijsko računalo, le da z njim s seštevanjem in odštevanjem poljubnih razdalj števila množimo in delimo.

Izziv:

Kako bi na računalu izračunali produkt $2 \cdot 6 = 12$ oziroma produkt števil, katerih rezultat produkta pade izven osnovne skale računalja? Spomni se na seštevanje števil z adicijskim računalom.

Ugotovitev učencev: Lahko uporabimo postopek, ki smo ga uporabili pri seštevanju števil z adicijskim računalom, katerih vsota je večja od 10:

Sešteli so $2 + 9 = 11$ na adicijskem računalu, nato so enak postopek izvedli še na logaritmskem računalu, kjer so dejansko izračunali zmnožek $2 \cdot 9$. Na računalu so

odčitali rezultat 1,8 in premaknili decimalno vejico za eno mesto v desno $\rightarrow 2 \cdot 9 = 18$.

Preverili so zapis:

$$a) 2 \cdot 60 = \quad b) 20 \cdot 6000 =$$

Ugotovitev učencev:

- lahko zmnožimo $2 \cdot 6 = 12$ in seštejemo ter dopišemo ničle (slika 8),
- uporabimo postopek, s katerim smo seštevali velika števila na adicijskem računalu:

$$2 \cdot 60 = 2 \cdot 6 \cdot 10 = (2 \cdot 6) \cdot 10 = 12 \cdot 10 = 120,$$

$$20 \cdot 6\,000 = (2 \cdot 10) \cdot (6 \cdot 1\,000) = (2 \cdot 6) \cdot 10 \cdot 1\,000 = 12 \cdot 10\,000 = 120\,000.$$

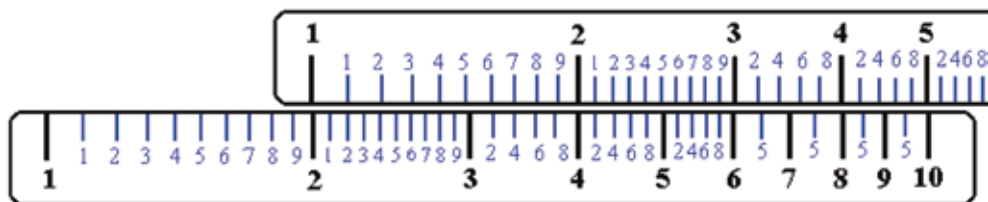
Učenci so sami poiskali števili na merilu in poskusili določiti rezultat še primerom:

$$1,5 \cdot 2,8 = 4,2$$

$$15 \cdot 28 = (1,5 \cdot 10) \cdot (2,8 \cdot 10) = (1,5 \cdot 2,8) \cdot 100 = 4,2 \cdot 100 = 420$$

$$250 \cdot 52 = (2,5 \cdot 100) \cdot (5,2 \cdot 10) = (2,5 \cdot 5,2) \cdot 1\,000 = 13 \cdot 1\,000 = 13\,000$$

Ugotovitev učencev, kako z logaritmskim računalom števila množimo:



[Slika 8] Prikaz produkta $2 \cdot 5 = 10$ na preprostem logaritmskem računalu

- če je produkt števil manjši od 10, premaknemo levo krajišče 1 zgornjega merila nad prvi faktor spodnjega merila in preberemo rezultat pod drugim faktorjem zgornjega merila;
- če je produkt števil večji od 10, vlogi levega in desnega krajišča zgornjega merila zamenjamo; desno krajišče 10 zgornjega merila premaknemo nad prvi faktor spodnjega merila in preberemo rezultat pod drugim faktorjem zgornjega merila.

Končna ugotovitev in utemeljitev:

- natančneje lahko računamo le s števili, ki jih imamo na razpolago na našem računalu;
- najbolj natančen rezultat lahko določimo v razdelku 1 – 2 in 2 – 3, saj lahko določimo tudi desetine, v razdelkih 3 – 4, 4 – 5 in 5 – 6, lahko določimo najbolj natančen rezultat v petinah, v razdelkih 6 – 7, 7 – 8, 8 – 9 in 9 – 10 pa le v polovicah.

b) Deljenje števil z izdelanim preprostim računalom

Navodilo: Izračunaj količnik: $10 : 5$.

Izziv:

Izračunaj še količnika: $100 : 5$ in $1\,000 : 50$.

Ugotovitev učencev:

- lahko delimo $10 : 5 = 2$ ter dopišemo ničle (slika 9),

- uporabimo postopek, ki smo ga uporabili pri množenju velikih števil:

$$100 : 5 = (10 \cdot 10) : 5 = (10 : 5) \cdot 10 = 2 \cdot 10 = 20,$$

$$1\,000 : 50 = (10 \cdot 100) : (5 \cdot 10) = (10 : 5) \cdot (100 : 10) = 2 \cdot 10 = 20$$

Učenci so sami poiskali števili na merilu in poskusili določiti rezultat še primerom:

$$7,5 : 2,5 = 3$$

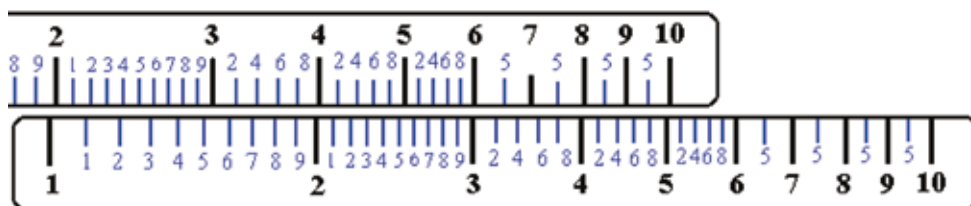
$$7\,500 : 25 = (7,5 \cdot 1\,000) : (2,5 \cdot 10) = (7,5 : 2,5) \cdot (1\,000 : 10) = 3 \cdot 100 = 300$$

Ugotovitev učencev, kako z logaritmskim računalom števila delimo:

- nad deljenec na spodnjem merilu postavimo delitelj na zgornjem merilu in če je prva številka v delitelju večja od prve številke v deljencu, preberemo rezultat kvocienta v levem krajišču 1 zgornjega merila;
- nad deljenec na spodnjem merilu postavimo delitelj na zgornjem merilu in če je prva številka v delitelju manjša od prve številke v deljencu, preberemo rezultat kvocienta v desnem krajišču 10 zgornjega merila.

6 Zaključek

Za razumevanje bistva, na katerem delovanje logaritmskega računalu sloni, je treba temeljito spoznati tudi teoretično matematično podlago njegovega ustroja (logaritmi), za samo uporabo logaritmskega računalu



[Slika 9] Prikaz količnika $10 : 5 = 2$ na preprostem logaritmskem računalu

ni nujno potrebno poznavanje matematične teorije, na podlagi katere je računalno konstruirano (Mišič, 2003).

Za uporabo računalna, ki so ga izdelali učenci, zadostuje, da učenci osvojijo najpomembnejše mehanske veščine ter nekaj pravil za določitev končnega rezultata in to povežejo z znanjem o računanju s potencami. Tako lahko z njim množijo in delijo poljubna števila.

Cilj, ki smo si ga zadali, je bil dosežen; učenci so s pomočjo natančno izdelanih

navodil z jasnimi in skrbno izbranimi koraki prišli do računske naprave za deljenje in množenje. Spoznali so tehniko uporabe te računske naprave na primerih, s tem tudi tehniko uporabe logaritemskega računalna, ki so ga še v 50. in 60. letih prejšnjega stoletja uporabljali v vsakdanjem življenju. Med izdelavo računalna so učenci sami odkrivali in s tem ponovili nekatera njim že poznana matematična dejstva, obenem pa odkrivali nova.

▼ Literatura

1. Mišič S. (2003). Odkrivanje matematike ob izdelavi logaritemskega računalna v osnovni šoli. Diplomsko delo, Pedagoška fakulteta, Univerza v Ljubljani.
2. Slika 1: <http://diameter.si/sciquest/pict2/sliderule.jpg> (pridobljeno 15. 2. 2016).