

Časopis pro pěstování matematiky a fyziky

Quido Vetter

Poznámka k t.zv. trigonometrii Ahmoseově a k rozměrům pyramidy Chufuovy

Časopis pro pěstování matematiky a fyziky, Vol. 54 (1925), No. 3, 281--283

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/122603>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1925

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

Poznámka k I, zv. trigonometrii Ahmōseově a k rozměrům pyramidy Chufuovy.

O. Vetter.

Autor papyru Rhind počítá v úlohách 56. až 59. poměr poloviční délky »uchatebt« k délce »piremus«, měřených na pyramidách.¹⁾ Tento poměr, »seked«, zaval podnět k hojným dohadům a k výrokům, jako bychom v Egyptě mohli nalézt počátky trigonometrie. To by snad bylo příliš odvážné vkládání moderních názorů do starých pramenů. Jest ovšem pravda, že bychom dnes »seked« vyjádřili jako \cotg úhlu spádu stěny pyramidy, neboť, jak Borchardt ukázal,²⁾ »uchatebt« jest hrana čtvercové základny a »piremus« tělesná výška pyramidy. Avšak Egyptané jistě neznali náš pojem úhlu a tedy ani ne pojem našich trigonometrických funkcí, s nimiž by byli počítali v našem smyslu. Jim šlo o to, jak ostatně lze také vyčísti z úvah Borchardtových a jak plyne z celého rázu egyptské matematiky, aby získali praktickou pomůcku, podle níž by mohli přitesávat kameny, kryjící pyramidy, nebo takové, z nichž stavěli skloněné zdi.

A tu chci upozorniti, což ušlo, tuším, pozornosti autorů o věci pojednávajících, že Ahmōse výsledek výpočtu čísla »seked« vyjadřuje v míře délkové, totiž v dlaních či pěstích. (Egyptský loket měl 7 dlaní a dlaň 4 prsty.) Vyjadřuje tu tedy hledaný poměr vlastně poměrem určité délky k jednotce, totiž k 1 loktu. Domnívám se tudíž, že si kameník narýsoval na kámen pravouhlý trojúhelník, jehož delší odvěsna byla 1 loket a kratší vypočítaný »seked«. Že volena za jednotku delší odvěsna, mělo asi také svou praktickou příčinu, aby totiž bylo zajištěno, že druhá odvěsna nebude příliš velká a že nevyběhne z nákresny.

Domnívám se, že v tomto čistě praktickém postupu leží také důvod číselných poměrů v rozměrech pyramid a nikoliv ve všelikých mystických dohaděch, jichž se v poslední době zase několik vyrojilo o velké pyramidě Chufuově. Dohady ty porážejí se mimo jiné již i tím, že podle nich jen tato pyramida by měla ztělesňovati ničím jiným nedoložené obdivuhodné matematické a hvězdářské vědomosti Egyptanů z doby III. dynastie, kdežto ostatní pyramidy nám ničeho nepraví, nebo aspoň literatura těchto dohadů se jimi nezabývá.

¹⁾ T. E. Peet: »The Rhind mathematical Papyrus«, London 1923, str. 97—100.

²⁾ L. Borchardt: »Wie wurden die Böschungen der Pyramiden bestimmt?« Z. f. äg. Spr. u. Altertumskunde, 1893, str. 9—17.

Čís.	Budova	Úhel		Spád	Budovatel	Dynast.	Sakad		
		měřený	upravený				lokte	dlaně	prsty
1.	Mastaba mezi 37 a 40 Gizeh .	80° 57'	80° 32' 15"	6 : 1		I., II., III.		1	$\frac{2}{3}$
2.	" " 44 " "	76°	75° 57' 50"	4 : 1				1	3
3.	Mastaby uprostř. všech Gizeh	75° 52'	75° 57' 50"	4 : 1				1	3
4.	Mastaba-pyramida, Sakkara .	73° 30'	75° 57' 50"	4 : 1	Zoser	III.		1	3
5.	Jižní kam. " podst. Dahšur	54° 14' 46"	54° 9' 46'	18 : 13	?	?		5	$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$
6.	" " " vrchol, "	42° 59' 26"	43° 1' 31"	14 : 15	?	?	1	—	2
7.	Mataba-pyramida, Medum. .	74° 10'	75° 57' 50"	4 : 1	Snofru	IV.		1	3
8.	Sev. kamenná pyr. Dahšur .	43° 36' 11"	43° 36' 11"	20 : 21	"	IV.	1	—	$1\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$
9.	Velká pyramida, Gizeh . .	51° 52'	51° 50' 35'	14 : 11	Chafré	IV.		5	2
10.	Druhá " " . . .	53° 10'	53° 7' 48"	4 : 3	Chafré	IV.		5	1
11.	Třetí " " . . .	51° 10'	51° 20' 25"	5 : 4	Menkauré	IV.		5	$2\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$
12.	Devátá " " . . .	52° 11'	52° 7' 30"	9 : 7	?	?		5	$1\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$
13.	Malá " " . . .	50° 11' 41"	50° 11' 40"	6 : 5	Amenemha II.	XII.		5	$3\frac{1}{2}$
14.	Sev. cihlová pyr., Dahšur . .	51° 20' 25"	51° 20' 25"	5 : 4	Usertesen III.	XII.		5	$2\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$
15.	Kusi Farún Bayahonu . . .	63° 30'	63° 26' 6"	2 : 1	Amenemha III.	XII.		3	2
16.	Jižní cihlová pyr., Dahšur . .	57° 20' 2"	57° 15' 54"	14 : 9	"	XII.		4	2

Anglický Egyptolog Petrie proměřil úhly spádu stěn nejdůležitějších mastab a pyramid.³⁾ Jeho výsledky v tabulkách s udáním budovatelů podává Kleppisch, jehož spis mám právě po ruce.⁴⁾ Petrie upravil v mezích pozorovacích chyb své výsledky tak, aby dostal cotg úhlu spádu, vyjádřenou jako poměr jednoduchých čísel. Uvedu zde tabulku jeho výsledků, k nimž připojím přepočítání cotg úhlu Petriem upraveného do egyptského výrazu »seked«, vyjádřeného v loktech, dlaních a prstech:

Počítáme-li s chybami měření, pak by bylo lze také upravit úhly tak, aby »seked« vyšel příznivěji. Jak jsem jinde ukázal,⁵⁾ lze předpokládati, že Egyptané nejdříve užívali s oblibou dělení binární. Volíme-li při čísle 5. »seked« 5 dlaní $\frac{1}{4}$ prstu, dostaneme, zarovnáno na minuty, spád $53^{\circ}8'$, v čísle 8. pro »seked« 1 loket $1\frac{1}{4}$ prstu, spád $43^{\circ}45'$, v čísle 11. a 14. pro »seked« 5 dlaní $2\frac{1}{2}$ prstu, spád $51^{\circ}13'$ a v čísle 13. pro »seked« 5 dlaní $3\frac{1}{4}$ prstu, spád $50^{\circ}18'$.

Smíme-li předpokládati, že Ahmōseovy předlohy z doby XII. dynastie zachovávaly pravidla starých kameníků egyptských z doby velkých staveb v Gizeh — a taková pravidla se dlouho zachovávají i jinde než v konservativním Egyptě — pak by nebyla tak nepravděpodobna zcela prostě hypotéza, že pyramidy, ať již z důvodů estetických nebo stavebně-technických, se opáčovaly spádem asi 50° až 55° . Když pak podle vůle budovatelovy byly přibližně určeny rozměry, stanoven z nich »seked«, podle kterého se má celá stavba založiti a pak teprve přesně vypočteny rozměry.

Remarque sur la trigonométrie d'Ahmōs et sur les dimensions de la pyramide de Chufu.

(Extrait de l'article précédent.)

L'auteur fait voir que le „seked“ des problèmes 56 et 59 du papyrus Rhind n'est pas une fonction trigonométrique, mais la plus courte hypoténuse d'un triangle dont l'autre hypoténuse était longue d'une aune et lequel le tailleur de pierres dessinait sur la pierre pour pouvoir la tailler à l'inclinaison demandée. Par le rapprochement des mesures faites sur les pyramides par Petrie, l'auteur arrive à cette conclusion que les dimensions des pyramides ont été fixées d'abord grossièrement, au gré des architectes, l'angle de la pente étant choisi, pour des raisons ou esthétiques ou techniques, entre 50° et 55° , qu'ensuite on en a déduit le „seked“ ce qui a conduit au calcul des dimensions précises.

³⁾ V. M. Flinders Petrie: »The Pyramids and Temples of Gizeh«, London, 1883, odd. 121.

⁴⁾ K. Kleppisch: »Die Cheopspyramide«, München, 1921, str. 51 a 54.

⁵⁾ O. Vetter: »Egyptské zlomky«, Čas. pro př. mat. a fys., LH., str. 169—177.