

Staroegyptská matematika. Hieratické matematické texty

Jazykové prostředky

In: Hana Vymazalová (author): Staroegyptská matematika. Hieratické matematické texty. (Czech).
Praha: Český egyptologický ústav FF UK, 2006. pp. 13–17.

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/401071>

Terms of use:

© Vymazalová, Hana

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










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

I.2 Jazykové prostředky

Matematické texty se v rámci staroegyptské literatury řadí mezi tzv. vědeckou literaturu, jež užívá zvláštní slovesnou formu vyjadřující nutnou akci ve smyslu „má se učinit“.¹ Ta je typická zejména pro lékařské a matematické texty, kde se užívá v popisech rozmanitých problémů a v návodech k jejich řešení, a je tedy zcela v souladu s návodnou povahou těchto textů. V češtině se nejlépe vyjádří imperativem, a to zejména v zadání úloh a popisech řešení, či přítomným časem, např. při vyjadřování výsledku.

Číselný systém a zápis čísel

Egyptská matematika užívala dva typy čísel, a to celá čísla a zlomky. Pro celá čísla byl vyvinut nepoziční desetinný systém zápisu, využívající číslice od 1 do 1 000 000. Čísla se zapisovala kombinací potřebného počtu číslic pro jednotky, desítky, stovky, ... Přehled egyptských číslic a jejich hieratický a hieroglyfický zápis zachycuje následující tabulka:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |  |  |
| | ∩ | 9 | ⋮ | ∩ | ∩ | ⋮ |
| 1 | 10 | 100 | 1 000 | 10 000 | 100 000 | 1 000 000 |

Zlomky zahrnovaly převrácené hodnoty celých čísel, tedy šlo o zlomky kmenné. V zápisu se zlomek od celého čísla odlišoval znakem \ominus zapsaným nad číslovkou. V hieratice se ze znaku \ominus stala tečka. Výjimku v systému kmenných zlomků tvořily $\frac{2}{3}$, které se zapisovaly znakem $\overline{\text{⋮}}$, v hieratice $\overline{\text{⋮}}$.

Počítání s kmennými zlomky nebylo tak docela snadné, neboť výsledky sčítání, odčítání, násobení či dělení zlomků musely být vždy vyjádřeny opět jen kmennými zlomky. Zvládnutí počítání se zlomky však bylo základem pro další studium matematiky a velká část matematických textů se mu podrobně věnuje (viz oddíl I.4).

¹A. H. Gardiner, *Egyptian Grammar: Being an Introduction to the Study of Hieroglyphs*, Oxford 1957, s. 344–347; J. P. Allen, *Middle Egyptian: an Introduction to the Language and Culture of Hieroglyphs*, Cambridge 2000, s. 304–306.

Matematické operace a jejich terminologie

Symbolický zápis nebyl ve starém Egyptě znám. Zadání úloh i postup řešení se popisovaly slovně, přičemž v některých případech slovní popisy doprovázely také písemné výpočty provádějící operace zmíněné v textu.

Pro vyjádření jakékoli operace egyptští písaři používali často výraz *iri*, jehož základní význam je „dělat“, což lze v kontextu matematických textů chápat jako „počítat“. Vedle toho však každá z operací nabízela i další, pro ni specifické možnosti vyjádření, často odražející způsob provedení.

Sčítání

Desítková číselná soustava umožňovala velmi jednoduše sčítat prakticky jakékoli celočíselné hodnoty (o zlomcích bude řeč dále). Sčítání se kromě nejčastějšího *iri* vyjadřovalo i slovesem *wah* s významem „spojit“, „připojit“. Zřídka se v této souvislosti objevuje i sloveso *demedž* ve významu „sjednotit“.

Odčítání

Sloveso *iri* v tomto případě zpravidla stojí ve spojení s *wedžat*, což znamená „zbytek“: „Spočítej zbytek 16 za 15“ (M15), čili 16 – 15. Podobnou konstrukci mohlo *iri* vytvořit také s *aa* „velikost“: „Spočítej velikost těch 10 k těm 4“ (M19), čili 10 – 4.

Dalším výrazem používaným pro vyjádření operace odčítání bylo sloveso *chebi* s původním významem „zmenšit“. Výsledek operace mohl být v tomto případě označen opět jako *wedžat* „zbytek“: „odečti 1 od 10, zbytek je 9“ (R64), čili 10 – 1 = 9.

Násobení

Operace násobení byla založena na sčítání a tuto skutečnost odráží nejčastější formulace: „sečti x y -krát“, nebo „počítej s x y -krát“. Užívají se při tom slovesa *iri* a *wah* (často v konstrukci *wah-tep-m*), a to ve spojení se *sep* či *r-sep*, tedy „krát“.

$$\begin{array}{r} \text{Př: } 15 \cdot 13 \quad \backslash 1 \quad 15 \\ \quad 2 \quad 30 \\ \quad 4 \quad 60 \\ \quad 8 \quad 120 \end{array}$$

Činitel 15 se zdvojnásobuje, dokud jeho násobky nedají druhého činitele, tedy $1 + 4 + 8 = 13$. Výsledku se dosáhne sečtením odpovídajících hodnot z druhého sloupce, tedy $15 + 60 + 120 = 195$. Šikmá čárka u hodnoty násobku naznačuje, které násobky činitele jsou určeny k sečtení. V některých případech bylo výhodnější použít místo dvojnásobků desetinásobky, pro necelé činitele se určovaly rovněž poloviny či desetiny.

Dělení

Při dělení se postupovalo podobně jako u násobení, kdy se při zdvojnásobování dělitele nejprve našla v pravém sloupci hodnota dělence a sečtením odpovídajících hodnot z levého sloupce se získal výsledek.

$$\begin{array}{r} \text{Př: } 43 \div 8 \quad \backslash 1 \quad 8 \\ \quad \quad \quad \quad 2 \quad 16 \\ \quad \quad \quad \quad \backslash 4 \quad 32 \\ \quad \quad \quad \quad \backslash \frac{1}{8} \quad 1 \\ \quad \quad \quad \quad \backslash \frac{1}{4} \quad 2 \end{array}$$

Jelikož $43 = 8 + 32 + 1 + 2$, výsledkem je $5 + \frac{1}{8} + \frac{1}{4}$. Při dělení se zlomky se často využívalo obrácené hodnoty dělitele, jejíž násobek je roven 1.

Pokud bylo dělení vyjádřeno pomocí *iri*, stálo toto sloveso ve spojení s účelovou konstrukcí *r gemet* „pro nalezení“, „aby se našlo“, což velmi pěkně vystihuje proces, který se v průběhu dělení udál: „Počítej s 16, až najdeš (dokud nenajdeš) 25“ (M11), čili $25 \div 16$. Totéž sloveso však mohlo vyjadřovat operaci dělení i jiným způsobem, totiž když se dělení vyjádřilo jako násobení dělence zlomkem, jehož jmenovatelem se stal dělitel: „spočítej jeho $\frac{1}{10}$ “ (R46), čili $x \div 10$. Podobně mohlo být použito také sloveso *wah*, ale pouze ve spojení s „aby se našlo“, zatímco se zlomkem není doloženo v žádné ze známých úloh.

Méně často se užívá sloveso *nis*. Zatímco výše uvedené způsoby vyjádření operaci dělení pouze popisují, tento termín lze přeložit přímo jako „dělit“: „Vyděl $1 \div (3 + \frac{1}{3})$ “ (R35).

Vyjádření výsledku

Výsledek matematické operace se označuje dvěma způsoby, a to pomocí sloves *cheper* „vzniknout“, „stát se“ a *demedž* ve významu „sečteno“, tedy „celkem“. První způsob vyjádření se objevuje u výsledků zmiňovaných v textu, zatímco druhým způsobem se označují výsledky písemných výpočtů.

Sloveso *cheper* může být použito v prostém tvaru „vyjde x “ nebo se sponou m ve spojení „výsledek je x “, přičemž některé texty nabízejí oba způsoby vyjádření. V káhúnských papyrech se setkáváme s výrazem „to, co zde vyjde, je x “. Pro jednoduchou orientaci v překladech je pro různé formy vyjádření použit pouze výraz „vyjde“.

Další operace

Velký význam má v egyptské matematice operace zdvojnásobování, která se užívá především při násobení a dělení. Nejčastěji se označuje opisem „počítej s x 2krát“, v moskevském papyru se však můžeme setkat i s termínem *ḳab* „zdvojnásobit“. Operace zdesateronásobování se popisuje výhradně výrazem „počítej s x 10krát“.

Operace umocňování není v dochovaných textech příliš častá a ve všech známých případech se provádí na „vhodných“ hodnotách. Často je vyjádřena jako „spočítej x x -krát“. V moskevském papyru se používá výraz *seš* „mocnina“, a to ve spojení „spočítej x v mocnině“, zatímco berlínský papyrus operuje s výrazem *hajet* „pravoúhelník“ ve spojení „spočítej pravoúhelník z x “. Tento způsob vyjádření by napovídal, že pro Egypťany (stejně jako později pro Řeky) byla druhá mocnina produktem geometrie, i když výraz *seš* naznačuje, že mohla být chápána i jinak.

Odmocňování se jednotně označuje termínem *kenbet* „odmocnit“. Téměř ve všech případech je odmocňovaná hodnota opět bezproblémová, jedinou výjimkou je výpočet na berlínském papyru. Ohledně způsobu egyptského odmocňování se předpokládá, že, podobně jako u umocňování, byla i zde použita geometrická cesta spolu s empiricky zjištěnými vztahy mezi čísly.

Ustálená slovní spojení používaná v úlohách

Vzhledem k různému stáří a místu původu matematických textů můžeme očekávat určité odchylky ve formě zápisu příkladů i v metodách počítání, které tyto úlohy popisují. Přesto je však možné vysledovat určitou snahu o formální jednotu, užívání specifické matematické terminologie (viz výše) a ustálených výrazů označujících jednotlivé součásti příkladu.

Nejpropracovanější úlohy dodržují přehlednou formu, která zahrnuje nadpis upřesňující typ úlohy, vlastní zadání problému obsahující vstupní hodnoty potřebné k počítání, podrobný popis řešení, jež může zahrnovat i písemné výpočty, a v závěru zkoušku a stručnou odpověď.

Mnohé úlohy tuto ideální podobu nedodržují, obsahují však zpravidla alespoň některé její součásti. Známe úlohy s nadpisem omezujícím se na „další příklad“, jindy po nadpisu následuje rovnou popis výpočtu. Některé příklady tvoří pouze písemný výpočet bez jakéhokoli vysvětlení. V těchto případech bývá obtížné určit pravý účel výpočtů, a to i tehdy, když prováděné operace jsou samy o sobě pochopitelné.

Jednotlivé součásti výpočtu, jež byly popsány výše, mohly být v příkladech nadepisovány zvláštním spojením. Právě tato typická označení tvoří společný rys většiny matematických textů a svědčí o existenci ustálených pravidel pro zapisování problémů. Tyto nadpisy, stejně jako např. částečné výsledky v písemných výpočtech, bývají zvýrazněny červeným inkoustem, který se v egyptských textech obecně používal pro nadpisy a pasáže vyžadující obzvláštní pozornost.²

²J. Černý, *Paper&Books in Ancient Egypt*, London 1952, s. 24.

Titul některých příkladů tvoří slovní spojení, které lze přeložit jako „začátek výpočtu“, avšak s ohledem na skutečnost, že účelem úloh v dochovaných matematických papyrech bylo předvedení způsobů řešení jednotlivých problémů na konkrétních příkladech, můžeme tuto frázi chápat jako výraz „metoda výpočtu“. U tematicky řazených textů mohou být některé úlohy uvedeny jako „jiný výpočet“, „další příklad“ (na dané téma).

Zadání úlohy následuje za nadpisem a bývá uvedeno formulí „když se ti řekne“. Méně často se můžeme setkat i s tvarem „když ti písař řekne“, a to vždy v úvodu úlohy, jež postrádá titul „metoda výpočtu“. Rhindův papyrus obsahuje i případ se stručnou formou „řekne se ti“.

Vlastní nadpis mívají i písemné výpočty, jež mnohdy doprovázejí text úloh v Rhindově papyru. V závislosti na charakteru výpočtů jsou doloženy tři různé tituly písemných výpočtů, jejichž použití se nijak nepřekrývá. Někdy se všechny tři způsoby překládají jednotně jako „důkaz“, avšak v případě staroegyptské matematiky není tento výraz patrně zcela na místě. Písemné výpočty totiž spíše názorným způsobem ukazovaly (nikoli dokazovaly) správnost řešení popsaneho v textu úlohy.

Nejčastější nadpis písemných výpočtů lze přeložit jako „postup“ či „výpočet“. Používá se pro označení pomocných výpočtů, a to v úlohách týkajících se nejrůznějších témat. Oproti tomu nadpis „metoda zkoušky“ zpravidla uvádí výpočet, který ověřuje správnost řešení dosazením výsledku do zadání. Objevuje se u řešení lineárních rovnic, kde bychom zkoušku skutečně očekávali. Poslední druh nadpisu je „řešení“, popř. „metoda řešení“, „tvar řešení“; setkáváme se s ním v úlohách týkajících se objemů těles a rozměrů pyramid a rovněž v tzv. tabulce $2 \div n$.