

Artur WOLLEK

ZACHODNIOPOMORSKI UNIWERSYTET TECHNOLOGICZNY W SZCZECINIE
ul. 26 Kwietnia 10, 71-126 Szczecin

System miar starożytnego Egiptu - kalendarz i miary czasu

Dr inż. Artur WOLLEK

Ukończył studia na kierunku Elektronika na Politechnice Szczecińskiej. Tytuł doktora uzyskał w roku 2000. Obecnie pracuje w Katedrze Sterowania i Pomiarów na Wydziale Elektrycznym Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. Zajmuje się przetwarzaniem sygnałów pomiarowych i systemami pomiarowymi. Jego pasją jest archeologia i historia starożytna w tym metrologia antyczna.



e-mail: Artur.Wollek@zut.edu.pl

Streszczenie

Starożytny Egipt był jedną z największych potęg w historii ludzkości. Swoją kulturę, tak jak wszystkie cywilizacje, zawdzięcza między innymi własnemu systemowi miar, bez którego nie byłby on możliwy. Do największych osiągnięć starożytnej kultury egipskiej należy bez wątpienia odkrycie kalendarza solarnego, który w swojej udoskonalonej formie jest stosowany do dnia dzisiejszego. Właśnie o tym wynalazku oraz o pierwszych zegarach mówi niniejszy artykuł, będący drugą częścią zagadnienia dotyczącego systemu miar starożytnego Egiptu.

Słowa kluczowe: starożytne jednostki miar, metrologia antyczna, kalendarz solar, gnomon.

Measurement system of ancient Egypt - calendar and measures of time**Abstract**

Generally speaking, Egypt associate it instinctively with Nile, great river lazily through the desert water your ongoing. In ancient times, it was not always so peaceful. Once a year it passes through her great flood wave that flooded the land adjacent to the river wreaking havoc on them, but also bringing hope for a new life in the form of fertile silt, which ensure a rich harvest. Today, the matter is governed by the pronounced the Aswan High Dam and pump stations, electricity-powered provide enough water for the fields. In ancient times the regular floods of the Nile were a matter of life or death, therefore, so great the meaning and hope associated with them. It was this cyclicity of floods was the direct cause of the solar calendar, which can be considered, without a doubt, the greatest achievement of the ancient Egyptians. The oldest preserved to our time clocks or their parts come from Egypt. Just about this as well as the spiritual and religious aspects of life related to the measures, says the article on ancient Egyptian measurement system.

Keywords: ancient metrology, ancient units of measure, solar calendar, gnomon.

1. Wstęp

Na ogół mówiąc Egipt, kojarzymy go odruchowo z Nilem, wielką rzeką toczącą leniwie swoje wody przez pustynię. W zamierzchłych czasach nie zawsze była ona taka spokojna. Raz w roku przetaczała się przez nią wielka fala powodziowa, która zalewała tereny przyległe do rzeki siejąc na nich spustoszenie, ale też niosąc nadzieję na nowe życie w postaci żyznych namulów, które zapewniały obfite plony [1, 2]. Dzisiaj sprawę wylewów reguluje wielka tama w Asuanie, a stacje pomp napędzanych elektrycznością zapewniają dostatek wody na polach. W starożytności regularne wylewy Nilu były kwestią życia lub śmierci, stąd też tak wielkie ich znaczenie i nadzieje z nimi związane (fot. 1). To właśnie ta cykliczność wylewów była bezpośrednią przyczyną powstania kalendarza solarnego, który można uznać bez wątpienia za największe osiągnięcie starożytnych Egipcjan.

Najstarsze zachowane do naszych czasów zegary lub ich fragmenty pochodzą z Egiptu. Właśnie o tym, a także o duchowych i religijnych aspektach życia związanych z miarami mówi niniejsza – druga już część artykułu o starożytnym egipskim systemie miar.



Fot. 1. Nilometr ze świątyni Sobka w Kom Ombo (fot. autor)

Phot. 1. The Nile meter from the Sobekh temple in Kom Ombo (photo by author)

2. Kalendarz egipski i miary czasu

Jak powstał kalendarz? Dzięki uważnej obserwacji przyrody ludzie zauważyli cykliczność niektórych zjawisk zachodzących w przyrodzie. Z czasem zaczęto je wiązać z położeniem ciał niebieskich: Słońca, Księżycy i gwiazd. Tak wynaleziono kalendarz.

Podstawą pomiaru czasu są trzy okresowe zjawiska, którymi obdarzyła nas przyroda: doba słoneczna, miesiąc księżycowy i rok. Są one efektem zmian wzajemnego położenia trzech najważniejszych dla nas ciał niebieskich: Ziemi, Księżycy i Słońca. W oparciu o nie człowiek stworzył kalendarz. Niestety żadne z wymienionych zjawisk nie jest całkowitą krotnością pozostałych. Stąd też niedoskonałość starożytnych kalendarzy. Dokładnością kalendarza nazywa się liczbę lat, po której niezgodność datowania w stosunku do roku zwrotnikowego wynosi jedną dobę [9].

Najbardziej widocznym spośród trzech wymienionych zjawisk jest doba słoneczna. Jej źródłem jest ruch obrotowy Ziemi wokół własnej osi. Początkowo nie odgrywała ona większej roli. Ograniczano się jedynie do odnotowania momentu wschodu i zachodu Słońca. O wiele większe znacznie miały natomiast dwa pozostałe zjawiska.

Od początków naszych dziejów uwagę ludzką przyciągał nasz jedyny satelita – Księżyc. Zapewne dość szybko zdano sobie sprawę z cykliczności jego przemian – faz: kwadr, pełni i nowiu. Tak powstał miesiąc księżycowy, zwany też miesiącem synodycznym. Oznaczał on pełny cykl przemiany Księżycy. Początkowo jego długość określono na 29,5 dnia. Jeszcze w starożytności wartość ta uległa skorygowaniu przez Babilończyków, którzy ocenili ją na: 29 dni 12 godzin 44 minuty i 31/3 sekundy [3]. Ze względów czysto praktycznych, jako początek miesiąca synodycznego przyjmowano najczęściej pierwszy dzień po nowiu, czyli ponownym pojawieniu się Księżycy na niebie.

Można wyróżnić dwa typy kalendarzy bazujących na ruchu Księżycy: *lunarny* (księżycowy) – w którym liczono tylko dni miesiąca, oraz *lunisolarny* (księżycowo-słoneczny) – w którym starano się powiązać miesiąc ze cyklicznością zjawisk zachodzących w przyrodzie. Efektem tego jest *rok*. Kalendarz lunisolarny stosowano w Mezopotamii i Palestynie. Wywodził się on z Sumeru. W następnych wiekach przejęli go Akadyjczycy, Babilończycy i inne ludy Azji Mniejszej.

Obecnie wiadomo, że cykliczność zachodzących w przyrodzie zjawisk związana jest z obiegiem Ziemi dookoła Słońca. Podstawą naszej rachuby czasu jest rok słoneczny, a ściślej *rok zwrotnikowy*. Kalendarz bazujący na położeniu słońca nazywa się *kalendarzem solarnym* [3].

Pierwszym kalendarzem solarnym był kalendarz egipski (fot. 2).



Fot. 2. Fragment kalendarza egipskiego ze świątyni Sobka w Kom Ombo (fot. autor)

Phot. 2. The part of the Egyptian calendar from the Sobekh temple in Kom Ombo (photo by author)

W świetle współczesnych badań za najbardziej prawdopodobną datę jego powstania uważa się XXXIII w. p.n.e. [3, 4]. Początkowo *rok egipski* liczył 360 dób (12 miesięcy po 30 dób). Jako rok określano czas, w którym Słońce powraca do tego samego położenia wśród gwiazd. Punktem, a raczej gwiazdą odniesienia, był dla starożytnych Egipcjan *Syriusz* (zwany *Sotis* lub *Sopdet*), jedna z najjaśniejszych, a przez to dobrze widocznych gwiazd. Pod koniec maja kryje się on za horyzontem. Ponownie pojawia się o świcie na wschodzie po około dwóch miesiącach. Obecnie, na wysokości Memfis (stolica Egiptu w okresie Starego Państwa), ma to miejsce około 5 sierpnia [3]. Dzień ten uznawano za pierwszy dzień roku. Zbiegał się on z wylewem Nilu w Dolnym Egipcie, stąd też jego znaczenie, jako początku nowego roku i zapowiedzi nowych plonów. Kapłani egipscy zapewne szybko zdali sobie sprawę z tego, że *okres Sopdeta* jest nieco dłuższy i wynosi około 365 dób. Wymagało to wprowadzenia korekty kalendarza poprzez dodanie 5 dni. Aby nie niszczyć ustalonego porządku, przyjęto, iż są to tak zwane *dni niczyje*, zwane *epagomenalnymi* (gr. *dni ponad rokiem*). Ich dodanie wytłumaczono mitem o boskim pochodzeniu. Według Plutarcha bóg Thot (z głową ibisa) wygrał je od boga księżyca Joh (po 1/72 z każdej z 360 dób) po to, aby obłożona klątwą bogini nieba Nut mogła urodzić swoje dzieci: Ozyrysa, Horusa, Seta, Izydę i Neftydę. Dni te uważano za feralne. Dodawano je na końcu obecnego i początku następnego roku. Tworzyły one razem dodatkowy (liczący 10 dni) trzynasty miesiąc, zwany *małym* [3, 4].

Utworzony w ten sposób rok, podzielili Egipcjanie na trzy pory: *wylewu Nilu* (eg. *Achet*), *siewu* (eg. *Peret*) i *żniw* (eg. *Szemu*) [4]. Początkowo miesiące nie miały nazw. Ich kolejność oznaczano za pomocą liczby i pory roku np. *2-gi miesiąc pory Achet*.

Dokładność kalendarza egipskiego wynosiła 4 lata. Oznacza to, że po 120 latach takiego liczenia życiodajny wylew Nilu spóźnił się w stosunku do pierwszego dnia roku o miesiąc. Opóźnienie to rosło nadal wprowadzając chaos i niepewność jutra. Przy braku korekty naturalny stan rzeczy wracał do normy po 1460 latach. Po takim czasie pierwszy dzień roku znowu pokrywał się z wylewem Nilu. Nazywano go *okresem Sotisowym* lub *okresem Sopdeta* [3]. Opóźnianie się wylewu Nilu w stosunku do daty z pewnością na początku nadszarpięło autorytet kapłanów, którzy byli odpowie-

dzialni za kalendarz. Prawdopodobnie dość szybko zorientowali się oni w przyczynie owego zjawiska. Panaceum na nie było wprowadzenie lat przestępnych, lub korygowanie na bieżąco daty w stosunku do początku roku. Kapłani wybrali to drugie rozwiązanie, sprytnie wykorzystując je do podniesienia rangi swojej pozycji w państwie. Utworzono stanowisko *Wielkiego Obserwatora Tajemnic Nieba*, którym został arcykapłan świątyni boga Re w mieście *Junu* (gr. *Heliopolis*). Był on odpowiedzialny za korektę kalendarza i ustalanie świąt. Aby ugruntować swoje przywileje kapłani spowodowali wydanie przepisu, według którego każdy wstępujący na tron faraon musiał zagwarantować niezmienną korektę kalendarza [4].

O ile podział roku na miesiące i doby był na początku naturalny, o tyle podział tej ostatniej na godziny był tworem sztucznym wprowadzonym przez człowieka. Punktami charakterystycznymi doby są wschód Słońca o poranku, jego zachód wieczorem, oraz kulminacja w południe. Przez długi czas to właśnie te trzy momenty były podstawowymi wyznacznikami dnia. Rozwój cywilizacji wymusił na ludziach wprowadzenie bardziej precyzyjnego podziału. Jako pierwsi uczynili to prawdopodobnie Sumerowie.

Wyróżnia się dwa typy podziału doby: na *godziny nierówne* – osobno dzielono dzień i osobno noc na taką samą liczbę godzin, przy czym godzina nocna i dzienna różniły się od siebie długością zależnie od pory roku, oraz na *godziny równe* – który to system jest stosowany obecnie.

Zaletą pierwszego systemu była całkowita liczba zarówno godzin dziennych jak i nocnych, wadą – ich zmienna długość zależna od pory roku, co rodziło potrzebę ich stałego kontrolowania.

Egipski podział doby pierwotnie wywodził się z sumeryjskiego, z czasem jednak uległ zmianom. Dobę (egipskie: *horu*) podzielono na 24 części: 12 godzin (egipskie: *unut*) nocnych i 12 dziennych. Wiadomo, że istniał dalszy podział godzin na mniejsze części: *at*, *hat*, *aut*. Nie wiadomo jednak nic więcej na ten temat. Dobę zaczynano liczyć od świtu. Godziny były numerowane liczbami od 1 do 12 [3, 4].

Egipski system nierównych został przyjęty przez większość krajów basenu Morza Śródziemnego. W Europie system ten stosowano do końca XV w!

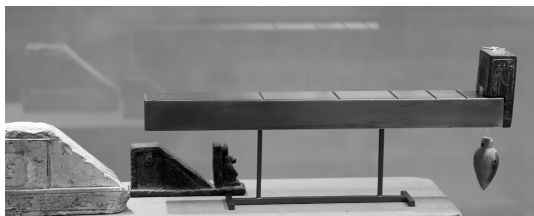
Najstarszymi przyrządami do wyznaczania czasu w dzień, bo o zegarach raczej trudno tu mówić, były gnomony. Najprawdopodobniej pierwszym gnomonem był po prostu kij wbity w ziemię. Zasada wyznaczania godziny za jego pomocą była bardzo prosta. Starożytni zauważyli, że długość cienia rzucanego przez gnomon zależy od pory dnia. Najdłuższy jest on o wschodzie i zachodzie Słońca, a najkrótszy w południe. Wystarczyło, więc każdej pełnej godzinie przyporządkować odpowiednią długość cienia. Zmiana długości cienia i kąta jego nachylenia wraz z porą roku była problemem, o którym prawdopodobnie starożytni Egipcjanie nie wiedzieli. W zależności od niej stosunek długości dnia i nocy w Egipcie wynosi maksymalnie 10:14. Wymagało to wprowadzania ciągłej korekty. Odpowiedzialni za to byli specjaliści kapłani zwani *unut*. Dokładność gnomonu była bardzo mała. Praktycznie nie mylił on się tylko w południe.

Istnieje przekonanie, że gnomonami były obeliski stojące przed świątyniami. Jest to błędny pogląd. Obeliski miały charakter symboliczny związany z religią. Przy okazji sławiły one imię faraona, na którego polecenie je wznoszono. Zarówno ich liczba (zawsze dwa), jak i umieszczenie (symetrycznie przed wejściem) oraz rozmiary kolumn i rzucanego przez nie cienia wykluczały użycie ich, jako zegarów słonecznych.

Kolejnym wynalazkiem służącym do pomiaru czasu był *zegar słoneczny*. Jego powstanie datuje się na około II tysiąclecie p.n.e. Najstarsze zachowane do naszych czasów egzemplarze pochodzą z Egiptu. Wykonywano je z drewna. Miały one kształt litery „L” (fot. 3).

Zegar taki należało ustawiać równoległe do równika. Całość musiała być wypoziomowana. Dolne ramię miało naniesioną podziałkę odpowiadającą 6 godzinom – cień na podziałce wskazywał aktualną. O wschodzie Słońca ramię z podziałką powinno być skierowane na Zachód. Zegar ten wskazywał wówczas godzi-

ny przedpołudniowe. W południe, gdy cień znikał, należało obrócić go o 180° . Wówczas zegar pokazywał godziny popołudniowe. Około XIII w. p.n.e. pojawił się w Egipcie zegar słoneczny w postaci pionowej tarczy [3]. Wskazywał on czas według kierunku cienia, a nie jego długości. W praktyce ówczesne zegary słoneczne trudno uznać za przyrządy pomiarowe, stanowią one raczej wskaźniki środka dnia.



Fot. 3. Egipskie zegary słoneczne – Luwr (fot. autor)
Phot. 3. Egyptian solar clocks – Louvre (picture by author)

Pierwszym „prawdziwym” zegarem był zegar wodny (fot. 4).



Fot. 4. Fragment klepsydry wodnej – Luwr (fot. autor)
Phot. 4. A piece of water clock – the Louvre Museum (photo by author)

Jego powstanie przypisuje się wspomnianemu już bogu Thotowi. Według mitu wpadł on na pomysł zegara wodnego obserwując pawiany oddające moc 12 razy na dobę w tych samych odstępach czasu [3]. Najstarszy zachowany egzemplarz zegara wodnego pochodzi z okresu panowania faraona Amenhotepa III (XIV–XV w. p.n.e.). Zegary wodne bazowały na odmierzaniu czasu za pomocą wody wypływającej/wpływającej z/do naczynia. Objętość naczyń ustalano doświadczalnie. Wewnątrz miały one podziałkę, z której można było odczytać godzinę. W przypadku egipskiego systemu godzin nierównych problemem był jednostajny przepływ wody. Rozwiązano go poprzez wykonanie w dnie naczynia kilku otworów o różnych średnicach. Z czasem zastąpiono je nanoszeniem w środku wielu podziałek o różnych długościach. Najczęściej było ich dwanaście – po jednej na miesiąc. Zegary takie wykonywano z kamienia. Ich dokładność wynosiła około $\frac{3}{4}$ godziny. Tak mała dokładność była spowodowana błędnym założeniem Egipcjan, że stosunek dnia najdłuższego do najkrótszego wynosi 14:12 (faktycznie wynosi 14:10 – patrz wyżej). Skorygowano to dopiero w okresie Ptolomejskim.

3. Mitologia a metrologia

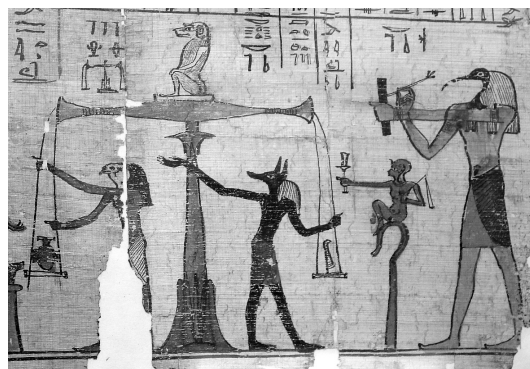
W Egipcie, podobnie jak w innych krajach, miarom przypisywano boskie pochodzenie. Dodawało to im znaczenia i miało zabezpieczać przed ich fałszowaniem. Dlatego każda z wielkich starożytnych cywilizacji oprócz własnych miar miała również swojego boga, który był ich patronem. W starożytnym Egipcie był nim Toth. Przedstawiano go w postaci mężczyzny z głową ibisa. Sam bóg Toth uważany był za wynalazcę pisma, opiekuna pisarzy, oraz patrona nauki i miar, oraz *strażnika czasu*. Z uwagi na

zakrzywiony dziób (przypominający księżycowy sierp), był on uznawany za władcę lub strażnika Księżyca [5]. Często pokazywano go, gdy trzyma w dłoniach przybory do pisania: tabliczkę i trzcinę (rylec?).

Za fałszowanie miar groziły kary. Doczesne – ustanowione przez prawo i wieczne w życiu pozagrobowym. Za przykład może tu posłużyć egipska Księga Umarłych, która w postaci zwoju papirusu była umieszczana wraz z mumią zmarłego w grobowcu:

...*Nie pomniejszałem miary, nie fałszowałem odważników, nie stałem się przyczyną czyjejs nędzy za pomocą języczka u wagi...* (egipska Księga Umarłych, rozdział 125 [6])

Cechą charakterystyczną starożytnych cywilizacji było symboliczne wykorzystanie przyrządów pomiarowych głównie do celów związanych z wierzeniami i religią. Przykładem tego może być wspomniana Księga Umarłych. Pokazana na (fot. 5) scena przedstawia ważenie serca zmarłego. Po prawej stronie wagi stoi bóg Toth z dzierżący w rękach przybory pisarskie.



Fot. 5. Scena ważenia duszy zmarłego i bóg Toth – Muzeum Archeologiczne w Berlinie (fot. autor)
Phot. 5. The scene of weighing the soul and god Toth – the Archaeological Museum in Berlin (photo by author)

W religii egipskiej serce było siedliskiem uczynków człowieka. Pod wagą kłęczy bóg Anubis, który nadzoruje czynność. Na jednej szali leży serce zmarłego, a na drugiej pióro bogini Maat, która symbolizuje porządek i sprawiedliwość. Gdy złe uczynki przeważały szalę serce zmarłego było pożerane przez stwora z głową krokodyla. Skazywało to zmarłego na wieczne potępienie.

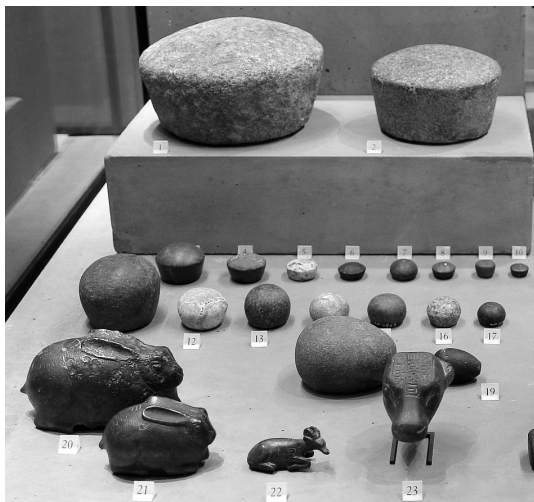
4. Dokładność antycznych wzorców

Jak już wielokrotnie autor wspominał w swoich poprzednich artykułach, analiza dokładności miar antycznych w sensie takim, jak to jest czynione obecnie nie ma podstaw. Brak jest, bowiem źródeł odniesienia, czyli jednoznacznych wzorców względem, których można by ją przeprowadzić. W starożytności sprawa dokładności wzorców była na ogół traktowana w sposób arbitralny i subiektywny. O ile istniały egzemplarze wzorców, które można uznać za odpowiedniki naszych etalonów, o tyle kwestia dopuszczalnych odchyleń od ich wartości wzorców komercyjnych była często sprawą umowną, niejednokrotnie zależną od subiektywnej oceny władcy lub urzędnika odpowiedzialnego za miary.

Spróbujmy jednak, opierając się na zdobytej wiedzy, pokusić się o pewne rozważania na ten temat, które pozwolą nam uzyskać przybliżoną ocenę wartości i dokładności antycznych wzorców. W tym celu poddamy analizie odważniki zgromadzone w gablocie z miarami, która znajduje się w Galerii Egipskiej w paryskim Luwrze. Przedstawione na fot. 6 odważniki można usystematyzować według pewnych kryteriów jakościowych jak na przykład: kształt, materiał, z którego je wykonano, waga itp.

W tabeli 1 zestawiono informacje o odważnikach. Numer odważnika w pierwszej kolumnie odpowiada numerowi w gablocie. Odważniki są numerowane od najdalszego (i największego) do najbliższego (patrz fot. 6). Masy odważników, zarówno w miarach egipskich m_N (nominalne), jak i jednostkach układu SI m_1 oznaczone symbolem „*” zostały zaczerpnięte z opisów w gablocie.

Autor nie miał niestety możliwości wykonania osobiście pomiarów, stąd ich „niemetrologiczny zapis”.



Fot. 6. Odważniki egipskie – Luwr (fot. autor)
Phot. 6. Egyptian weights – Louvre Museum (photo by author)

Celem dokonania analizy dokładności umówmy się, zgodnie z panującymi obecnie poglądami, że masa 1 dbn (*deben*) = 91 g. Na tej podstawie wyznaczono teoretyczną wartość ($m_2 = m_N \cdot 91$ g) każdego z odważników w gramach według egipskiej miary nominalnej m_N . Następnie wyznaczono wartość błędu bezwzględnego $\Delta m = m_1 - m_2$ i względnego $\delta m = \Delta m/m_2$.

Tab. 1. Analiza dokładności odważników egipskich z Luwru
Tab. 1. Accuracy analysis of Egyptian weights of Louvre Museum

| Nr | m_N^* | m_1^* | m_2 | Δm | δm |
|-----|--------------|---------|-----------------|--------------|---------------|
| 1. | ? | >3kg | - | - | - |
| 2. | 24 lub 25dbn | 2,346kg | 2184g lub 2275g | 162g lub 71g | 7,4% lub 3,1% |
| 3. | 1dbn | 97,6g | 91g | 6,6g | 7,3% |
| 4. | ½dbn | 45,2g | 45,5g | -0,3g | -0,66% |
| 5. | 1/5dbn | 17,8g | 18,2g | -0,4g | -2,2% |
| 6. | ½dbn | 40,95g | 45,5g | -4,55g | -10% |
| 7. | 1/5dbn | 17,71g | 18,2g | -0,49g | -2,7% |
| 8. | 1/10dbn | 10,36g | 9,1g | 1,26g | 14% |
| 9. | 1/10dbn | 8,93g | 9,1g | -0,17g | -1,9% |
| 10. | 1/20dbn | 4,8g | 4,55g | 0,25g | 5,5% |
| 11. | 5dbn | 462,2g | 455g | 7,2g | 1,6% |
| 12. | 1dbn? | 84,83g | 91g | -6,17g | -6,8% |
| 13. | 1dbn | 89,12g | 91g | -1,88g | -2,1% |
| 14. | ½dbn | 44,68g | 45,5g | -0,82g | -1,8% |
| 15. | ½dbn | 45,16g | 45,5g | -0,34g | -0,75% |
| 16. | 1dbn | 85g | 91g | -6g | -6,6% |
| 17. | 1/5dbn | 17,94g | 18,2g | -0,26g | -1,4% |
| 18. | 5dbn | 435,8g | 455g | -19,2g | -4,2% |
| 19. | ½dbn | 44,17g | 45,5g | -1,33g | -2,9% |
| 20. | 6dbn | 532,7g | 546g | -13,3g | -2,5% |
| 21. | 3dbn | 274,7g | 273g | 1,7g | 0,63% |
| 22. | 1dbn | 92,43g | 91g | 1,43g | 1,6% |
| 23. | 2dbn? | 216,5g | 182g | 34,5g | 19%? |

Jak wynika z powyższego porównania odważniki wykazują znaczne zróżnicowanie względem odchyłki od wartości nominalnej sięgające od około 0,6% do kilu lub kilkunastu %. Jest to zrozumiałe, gdyż porównaniu poddano odważniki wykonane z różnych materiałów, a co najważniejsze pochodzące z różnych czasów i miejsc, a zatem z różnych serii. Brak jest, zatem między nimi korelacji czysto technologicznych. Stąd też porównanie takie ma jedynie charakter orientacyjny i nie może być uznane za wiążące. Daje nam ono jedynie ogólną orientację o rzędzie dokładności antycznych wzorców. Ponadto w powyższej analizie nie uwzględniono stanu fizycznego zachowania (uszkodzeń) przedstawionych wzorców. Odważniki nr 1 i 23 mają widoczne znaczne uszkodzenia. Ponadto w przypadku odważnika nr 1 jego masa ma charakter orientacyjny (> 3 kg). Z kolei odważnik nr 23 nie ma

zdefiniowanej egipskiej masy nominalnej, stąd znak zapytania (2 dbn?). Dlatego należałoby je pominąć w naszych rozważaniach.

Warto jeszcze przyjrzeć się jak wygląda dokładność odważników o tej samej egipskiej masie nominalnej. Spośród przedstawionych najwięcej jest odważników o wadze 1 dbn, a zatem wartości podstawowej i ½ dbn. Ich zestawienie podano w tabeli 2.

Tab. 2. Porównanie dokładności wzorców o masie 1 dbn i ½ dbn (5 kdt)
Tab. 2. A comparison of the accuracy of the patterns of 1 dbn i ½ dbn (5 kdt)

| Lp. | Nr odważnika | Masa nominalna m_N^* | Błąd w gramach | Błąd w g przeliczony na $m_N = 1$ dbn |
|-----|--------------|------------------------|----------------|---------------------------------------|
| 1. | 3. | 1dbn | 6,6 | 6,6 |
| 2. | 12. | 1dbn? | -6,17 | -6,17 |
| 3. | 13. | 1dbn | -1,88 | -1,88 |
| 4. | 16. | 1dbn | -6 | -6 |
| 5. | 22. | 1dbn | 1,43 | 1,43 |
| 6. | 4. | ½dbn | -0,3 | -0,6 |
| 7. | 6. | ½dbn | -4,55 | -9,1 |
| 8. | 14. | ½dbn | -0,82 | -1,64 |
| 9. | 15. | ½dbn | -0,34 | -0,68 |
| 10. | 19. | ½dbn | -1,33 | -2,66 |

Na podstawie zgromadzonych danych wyznaczono wartość błędu pomiędzy masą nominalną a rzeczywistą w gramach, a następnie przeliczono ją w przypadku odważników o masie ½ dbn na błąd odniesiony do masy 1dbn. Kolejnym krokiem było wyznaczenie wartości średniej błędu i odchylenia empirycznego. Z powyższej tabeli wynika, że wartość średnia błędu odniesionego do wartości nominalnej 1dbn wyrażona w gramach wynosi -2,07 g, zaś jego odchylenie empiryczne to $\approx 1,39$ g.

Przyjmując, że wartość średnia jest miarodajna, to poczynione wcześniej założenie 1 dbn = 91 g należałoby skorygować do postaci 1 dbn = (91 - 2,07) g ≈ 89 g. Niepewność tego oszacowania wynosi zaś ok. $3 \cdot 1,39$ g ≈ 4 g

5. Podsumowanie

Należy pamiętać o tym, że dokładność antycznych wzorców podstawowych szacuje się współcześnie na około kilkanaście procent [7]. Okazuje się, że w starożytności była to precyzja, która większości społeczeństwa (poza farmaceutami i medykami) całkowicie wystarczała. Do tego należy dodać wszelkiego rodzaju uszkodzenia zachowanych wzorców spowodowane czynnikami mechanicznymi lub korozją. Powodują one dodatkowe zmiany wartości pierwotnych miar. Nie ma, więc sensu ich „dokładne” przeliczanie na jednostki układu SI.

Za największe osiągnięcie starożytnych Egipcjan należy uznać nie piramidy, choć oczywiście ich rozmiary są imponujące, lecz ustanowienie kalendarza słonecznego i wprowadzenie dziesiętnego systemu liczenia. Oba te odkrycia miały niewątpliwie wielki wpływ na dalszy rozwój naszej cywilizacji, zwłaszcza, że przetworzyły do dnia dzisiejszego i są używane przez nas, na co dzień, choć niewielu z nas zdaje sobie z tego sprawę.

6. Literatura

- [1] Grimal N.: Historia starożytnego Egiptu, PIW, Warszawa 2004.
- [2] Kemp B.J.: Starożytny Egipt. Anatomia cywilizacji, PIW, Warszawa 2009.
- [3] Zajdler L.: Historia zegara, Wiedza Powszechna, Warszawa 1980.
- [4] Rachet G.: Słownik cywilizacji egipskiej, Wydawnictwo Książnica, Katowice 1994.
- [5] Owusu H.: Symbole egipskie, Wydawnictwo KOS, Katowice 2002.
- [6] Barwik M.: Księga wyjścia za dnia – sekrety egipskiej księgi zmarłych, PIW, Warszawa 2009.
- [7] Wollek A.: The beginnings of metrology in brief, *Metrológia a skůsobnictwo* 3-4/2013, pp. 36-41.

otrzymano / received: 20.03.2014

przyjęto do druku / accepted: 02.05.2014

artykuł recenzowany / revised paper