



MAŁGORZATA MIKOŁAJCZYK

Pożółkle kartki kalendarza... (część I*)

*Kalendarz jest przeciwnikiem czasu.
Ten ostatni jest nieograniczony,
a kalendarz jest próbą uregulowania czasu
i rozbicia go na drobne odcinki.
Człowiek zdyscyplinowany musi żyć w kalendarzu
i zapomina o czasie...*

Michał Hofman

Historia mierzenia czasu to historia zegarów i kalendarzy, historia osiągnięć wielu wybitnych matematyków i astronomów. Od zarania dziejów Słońce, Księżyc, gwiazdy, kierunek wiatru, cykliczne zjawiska przyrodnicze (zmiany atmosferyczne, pływy, wylewy rzek) pełniły rolę zegarów i kalendarzy dla rolników, pasterzy, myśliwych, żeglarzy i wojowników. Jednak aby ująć tajemnice przemian zachodzących w przyrodzie w spójny system rachuby czasu, potrzebna była wiedza oparta na stuleciach badań i obserwacji. Dziś trudno jest odtworzyć drogi rozwoju tej wiedzy, obserwacje i obliczenia astronomów, doskonalenie aparatu matematycznego, rozwój techniki obserwacji i pomiarów. Różne narody dokonywały różnych odkryć w różnych okresach historii, a przenikanie się kultur umożliwiało dzielenie się osiągnięciami. Jednak upłynęło sporo czasu zanim myśl ludzka zgłębiła tajniki przyrody, toteż historia kalendarzy to nieprzerwany zapis zmian, reform i poprawek wprowadzanych w miarę rozwoju nauki. Na przestrzeni dziejów zmiany te oficjalnie wprowadzali kapłani, przedstawiciele władzy państwowej a nawet organizacje międzynarodowe; często przynosiły je też ze sobą przewroty polityczne lub społeczne. Bowiem historia czasu to także historia wierzeń, historia postępu naukowo-technicznego oraz rozwoju społecznego ludzkości. Zapraszam więc na wspólną wyprawę w mroki dziejów w poszukiwaniu... straconego czasu. Mam nadzieję, że wyda się ona Państwu równie pasjonująca jak mnie się kiedyś wydała.

KALENDARZE to systemy podziału czasu na lata, miesiące i dni. Stosowane były we wszystkich cywilizacjach w celu ustalania chronologii przeszłych wydarzeń, planowania przyszłych działań oraz ze względu na wymogi codziennego życia społecznego. Sama nazwa „kalendarz” pochodzi od łacińskiego słowa *calendarium* oznaczającego... księgę rachunkową. Rzymianie przyjmowali bowiem pierwszy dzień każdego miesiąca (zw. *calendae*) za termin spłacania odsetek.

ŁYK ASTRONOMII, CZYLI SKĄD SIĘ WZIĘŁY JEDNOSTKI KALENDARZOWE

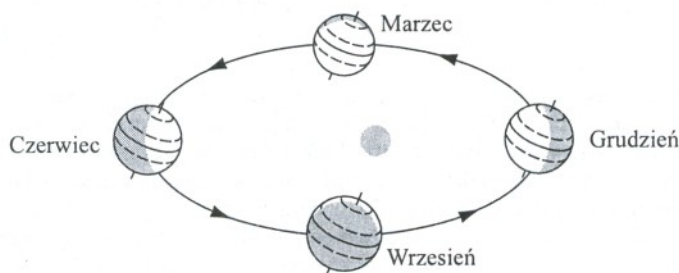
DOBA

Najbardziej naturalna jednostka czasu związana jest z obrotem Ziemi wokół własnej osi. Dzieli się tradycyjnie na dzień – czas od wschodu Słońca do zachodu – i noc – czas od zachodu do wschodu (choć np. w strefach okołobiegunowych takie określenie doby

* Ze względu na obszerność tematu oryginalny tekst podzieliliśmy na dwie części. W pierwszej prezentujemy ogólne zasady tworzenia kalendarzy oraz kalendarze starożytne; część drugą – dotyczącą kalendarzy nowożytnych – opublikujemy w jednym z następnych numerów *Matematyki*.

wydaje się tracić sens). Długość doby w najbardziej naturalny sposób kojarzy nam się z czasem jaki upływa pomiędzy kolejnymi „południami”, czyli górowaniami tarczy słonecznej. Astronomowie nazywają ten okres **dobą słoneczną**.¹ Jednak czas odmierzany w ten sposób nie płynie jednostajnie – doby słoneczne nie są sobie równe (przyczyną tego jest niejednostajność pozornego ruchu Słońca po ekliptyce; ruch ten jest odbiciem rocznego ruchu Ziemi dookoła Słońca, a ten z kolei nie jest jednostajny na skutek eliptyczności orbity Ziemi). Obliczono więc średni czas trwania jednej słonecznej doby dzieląc ją na 24 godziny słoneczne, a każdą godzinę na 60 słonecznych minut, które z kolei dzieli się na 60 sekund słonecznych.

⌚² Jak sądzicie, kiedy w ciągu roku Słońce „porusza się” najwolniej, a kiedy najszybciej? Jakie inne zjawiska obserwowane na Ziemi mogą być konsekwencją eliptycznego kształtu jej orbity?



Rys. 1. Mimośród elipsy ($0 \leq e < 1$) mierzy stopień jej spłaszczenia. Dla okręgu $e = 0$.
Dla orbity Ziemi $e = 0,0167$

Najszczyt ruch Słońca – 2 stycznia – perihelium; najniższy – 5 lipca – aphelium.
Eliptyczność orbity – nierówne doby, nierówne pory roku.

Wbrew potocznym opiniom eliptyczny kształt orbity, po jakiej Ziemia porusza się wokół Słońca, wcale nie jest odpowiedzialny za zjawisko pór roku i związanych z nim nierównych długości dni i nocy. Logicznym wydaje się przypuszczenie, że tak niewielkie odchylenie toru od okręgu nie mogłoby mieć tak poważnych następstw. Już w 1100 r. p.n.e. Chińczycy wyznaczyli nachylenie ekliptyki do równika ($23^\circ 26'$) będące konsekwencją pochylenia osi ziemskiej w stosunku do płaszczyzny jej orbity. W marcu i we wrześniu Słońce oświetla jednakowo ziemskie półkule i wtedy na całej kuli ziemskiej następuje zrównanie dnia z nocą. W lecie półkula północna nachylona jest ku Słońcu, przez co oświetlona jest dłużej i dni na tej półkuli stają się dłuższe. Zimą jest na odwrót.

🎯 Zaprojektuj i przeprowadź odpowiednią symulację wyjaśniającą to zjawisko (przyda się latarka, globus, stoper itp.).

¹ Do 1925 r. *doba astronomiczna* zaczynała się rzeczywiście w południe (łatwiej zapewne było je zaobserwować), podczas gdy *doba cywilna* – o północy (co również było rozsądne, pozwalało bowiem uniknąć komplikacji przy określaniu dat wielu wydarzeń historycznych, które z reguły zachodzą w świetle dnia, chyba że nie są to wydarzenia zbyt chlubne. W 1925 r. astronomowie, uniezależnieni już od bezpośrednich obserwacji, dali się przekonać i odtąd *doba astronomiczna* również zaczyna się o północy.

² Legenda:

🎯 Zalecane przeprowadzenie eksperymentu.

🕒 Problem do przemyślenia, poszperania po książkach, postawienia hipotez (lub machnięcia nań ręką).

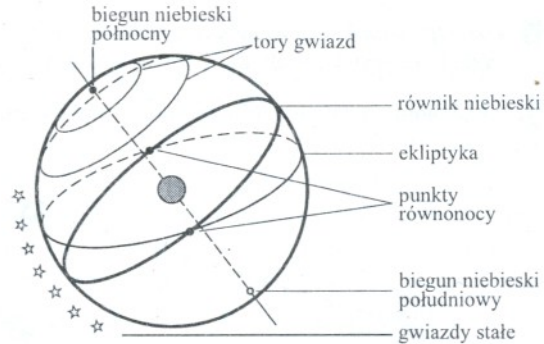
🔍 Zalecane przeprowadzenie stosownych rachunków.

⌚ Jak zmienia się długość dnia w zależności od szerokości geograficznej punktu obserwacji? W jakich rejonach różnice pomiędzy najdłuższym i najkrótszym dniem roku są największe/najmniejsze?

Od różnica aż po zwróceniu kierunku długość dnia zbliżona jest do połowy doby, poza kołami polarnymi dzień trwa kilka godzin, a na biegunach 6 miesięcy.

Innym sposobem ujednostajnienia odmierzania dób jest zmierzenie okresu obrotu Ziemi wokół własnej osi. Praktycznie można to zrobić uniezależniając pomiary od Słońca i opierając je na jakimś stałym punkcie sfery niebieskiej. Z dość dobrym skutkiem

celowi temu może służyć dowolna gwiazda leżąca w jednym z 12 znaków Zodiaku rozmieszczonych wzdłuż ekliptyki. Najdogodniejszy w tym celu okazał się jednak tzw. punkt Barana (punkt równonocy wiosennej), to jest punkt, w którym Słońce przekracza równik niebieski, wchodząc w znak Barana,³ w dniu 21. marca, gdy na całej kuli ziemskiej długość dnia i nocy są równe. Okres pomiędzy dwiema kolejnymi kulminacjami punktu Barana nazywamy **dobą gwiazdową** (i konsekwentnie mamy też godziny, minuty i sekundy gwiazdowe). Doba gwiazdowa jest o 3 min 56 sek krótsza niż średnia doba słoneczna, bowiem wskutek rocznego ruchu Ziemi, Słońce w swej pozornej wędrówce po niebie przesuwa się dziennie blisko o 1° na wschód, co odpowiada ok. 4 minutom czasowym (tyle więc Słońce musi nadrobić zanim osiągnie zenit).



Rys. 2

Już 5 tys. lat temu starożytni Egipcjanie (a za nimi Grecy, Rzymianie, Arabowie i narody średniowiecznej Europy) dzielili zarówno dzień jak i noc na 12 jednostek. Ponieważ długości dnia i nocy różniły się, więc początkowo „godzina dzienna” wcale nie była równa „godzinie nocnej”. Jednak podobno już Babilończycy ustalili podział doby na równe godziny. Do jednostajnego odmierzania godzin używano przeróżnej konstrukcji „zegarów” (słonecznych, piaskowych, wodnych, oliwnych, wahadłowych itp.). Pierwsze znane były już 6 tys. lat temu, ale to już zupełnie inna historia...

MIESIĄC

Jak sama nazwa wskazuje, okres ten związany jest z ruchem Księżyca (dokładniej z czasem jego obiegu wokół Ziemi) jednak jego określenie, podobnie jak w przypadku doby, nie jest jednoznaczne i tak mamy:

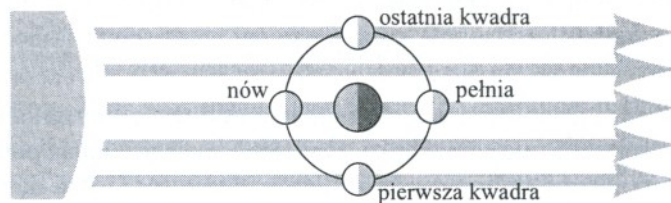
miesiąc synodyczny – odstęp pomiędzy dwiema jednakowymi fazami Księżyca (trwa 29 dni 12 h 44 min 8 sek),

miesiąc sydereczny – czas, w którym Księżyc obiega Ziemię i wraca „na swoje miejsce” wśród gwiazd (trwa 27 dni 7 h 43 min 12 sek).

³ Gdyby punkt Barana zajmował rzeczywiście stałe położenie w stosunku do gwiazd, doba gwiazdowa równałaby się dokładnie okresowi obrotu Ziemi. Jednak punkt ten przesuwa się na tle gwiazd obiegając sferę niebieską w ciągu 26 tys. lat. Wskutek tego okres obrotu Ziemi jest o 1/120 sek dłuższy od doby gwiazdowej.

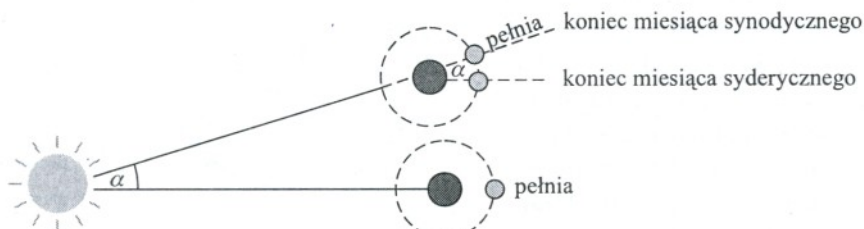
Jednak nawet wtedy, gdyby udało się znaleźć idealnie nieruchomy punkt na sferze niebieskiej, to pomiar okresu obrotu Ziemi nie zagwarantowałby nam jednostajnego odmierzania czasu. Za pomocą nowoczesnych zegarów atomowych uczeni odkryli bowiem, że ruch obrotowy Ziemi odchyła się od ruchu jednostajnego. Głównym czynnikiem hamującym jest tarcie wód o ląd (plywy) oraz przemieszczanie się mas powietrznych.

- ☉ Wyjaśnij zjawisko faz Księżyca. Na czym polega nów i pełnia?



Rys. 3

- ☉ Dlaczego tarczę księżycą możemy obserwować z Ziemi tylko z jednej strony?
Wsk. Porównaj okres obrotu Księżyca wokół własnej osi i jego obiegu wokół Ziemi.
- ⌚ Skąd biorą się 2 doby różnicy pomiędzy miesiącem synodycznym i syderycznym?



Rys. 4

W zależności od typu kalendarza występowało w nim cyklicznie od 10 do 13 miesięcy. Ich nazwy wiązały się z głównymi świętami i obrzędami kultowymi obchodzonymi w danym miesiącu lub imionami bogów i bogiń, jakie w tym okresie czczono. W tradycji greckiej mamy na przykład: *Laphraios*, *Hekatombaion*, *Hippodromios*, *Gamos* oraz *Dionysios*, *Poseidon*, *Apollonios*, *Artemision*, *Aresion*. W tradycji rzymskiej nazwy pięciu miesięcy związane były z imionami bogów:

mensis Ianuarius	–	miesiąc Janusa,
mensis Martius	–	miesiąc Marsa,
mensis Aprilis	–	miesiąc Wenus (z gr. Aphrodite),
mensis Maius	–	miesiąc Mai,
mensis Iunius	–	miesiąc Junony.

Wyjątek stanowił Februarius wywodzący swą nazwę od obrzędu oczyszczenia od znoży – februum. Pozostałe miesiące nosiły nazwy odliczebnikowe:

<i>Quinctilis</i> (<i>quinque</i> = 5)	–	lipiec,
<i>Sextilis</i> (<i>sex</i> = 6)	–	sierpień,
<i>September</i> (<i>sept</i> = 7)	–	wrzesień,
<i>October</i> (<i>octo</i> = 8)	–	październik,
<i>November</i> (<i>novem</i> = 9)	–	listopad,
<i>December</i> (<i>decem</i> = 10)	–	grudzień.

Jak łatwo domyślić się z powyższego zestawienia, rok kalendarzowy w Rzymie zaczynał się w... marcu. Łacińskie nazwy miesięcy zachowały się w większości nowożytnych języków europejskich. Wyjątek stanowią np. języki polski i czeski, w których nazwy miesięcy nawiązują do przemian w przyrodzie i zajęć gospodarskich.

ROK

Jednostka związana z ruchem obiegowym Ziemi wokół Słońca. Wyróżniamy:
rok syderyczny – czas, w którym Ziemia wykonuje jeden pełny obieg (365 dni 6 h 9 min 10 sek);
rok zwrotnikowy – odstęp pomiędzy kolejnymi przejściami Słońca przez punkt równonocy wiosennej (punkt Barana) – 365 dni 5 h 48 min 46 sek.

W roku kalendarzowym wyróżniamy astronomiczne pory roku; możemy go też dzielić na pewne okresy umowne. Tradycyjnie są to półrocza i kwartaly. Jednostkami nadrzędnymi w stosunku do roku są dziesięciolecia i wieki – okresy stuletnie (najczęściej mówimy w ten sposób o stuleciach zawartych pomiędzy kolejnymi **latami sekularnymi**, tzn. latami o numerach podzielnych przez 100), a także półwiecza i ćwierćwiecza. Te sztuczne jednostki wprowadza się w celu uporządkowania historii (mówimy: *na początku XVII wieku...*, *w połowie lat dwudziestych...*) lub życia codziennego (opłaty kwartalne, półrocza, semestry itp.). W Starożytnej Grecji podobną rolę pełniły 4-letnie okresy pomiędzy kolejnymi igrzyskami nazywane **olimpiadami**.

TYDZIEŃ

Jednostka czasu z pozoru całkowicie niezależna od zjawisk astronomicznych, tym bardziej dziwi więc powszechność jej użycia w różnych systemach kalendarzowych. Jedynie kalendarze wczesnorzymskie stosowały podział na odcinki 8-dniowe, a greckie i chińskie – na dekady. Natomiast cały starożytny Wschód przypisywał liczbie 7 własności magiczne; znano w tym czasie 7 ruchomych ciał niebieskich, w Biblii również 6 dni trwało tworzenie świata, a 7. – był dniem zasłużonego odpoczynku. Cykl 7-dniowy pojawił się po raz pierwszy w kalendarzu babilońskim oraz w najstarszych kalendarzach żydowskich (co 7 dni wypadał dzień świąteczny – szabat). Około 100 r. n.e. pod wpływem kalendarza żydowskiego, zwyczaj świętowania dnia siódmego przyjęły wszystkie państwa greckie, a później także Rzym. Podział ten stosują wszystkie kalendarze nowożytne (z wyjątkiem kalendarza okresu Rewolucji Francuskiej, który wprowadził podział na dekady). Być może upowszechnienie się tygodnia miało jednak podłoże astronomiczne. Zauważmy, że właśnie siedem dni upływa pomiędzy kolejnymi fazami księżyca.

Na ogół dni powszednie (jako niegodne?) nie miały ustalonych nazw, nosiły po prostu kolejne numery, co zachowało się w wielu językach do dnia dzisiejszego (np. w jęz. polskim tylko sobota i niedziela to nazwy nieodliczelnikowe). Kiedy w I w. n.e. Rzymianie przyjęli podział na tygodnie, dostosowali go do swojego systemu wierzeń religijnych. Każdy dzień poświęcony był jednej z planet czczonych jako bóstwa. I tak niedziela (od Konstantyna Wielkiego dzień ustawowo wolny od pracy) poświęcona była Słońcu, a dalsze dni Księżycowi, Marsowi, Merkuremu, Jowiszowi, Wenus i Saturnowi. Idea ta znalazła odzwierciedlenie w nazwach nadanych poszczególnym dniom tygodnia:

<i>Lunae dies</i>	<i>Jovis dies</i>	<i>dies Solis.</i>
<i>Martis dies</i>	<i>Veneris dies</i>	
<i>Mercurii dies</i>	<i>Saturni dies</i>	

W czasach chrześcijańskich przywrócono odliczelnikowe nazwy dni powszednich (*feria secunda* – pon., *feria tertia* – wt., *feria quarta* – śr. itd.) wprowadzając *Sabbati dies* i *Dies Domenica* (Szabat i Dzień Pański). Nazwy łacińskie zachowały się do dziś w językach zachodnioeuropejskich – angielskim (*Saturday* – dzień Saturna, *Sunday* – dzień Słońca; *Monday* – dzień księżyca), niemieckim (*Sonntag*, *Montag*), włoskim (*lunedì*, *martedì*, *mercoledì*, *jevedì*, *vienerdì*, *sabato*, *domenica*), hiszpańskim (*lunes*, *martes*, *miércoles*, *jueves*, *viernes*, *sábado*, *domingo*) i innych.

PUNKT ZWROTNY NA OSI CZASU

Oś czasu, na podobieństwo wszelkich osi liczbowych, jest z obu stron nieograniczona. Posługiwanie się nią nie miałyby sensu, gdybyśmy oprócz zdefiniowania jednostek nie ustalili jakiegoś punktu odniesienia, od którego zacznie się rachuba lat. Powinno nim być niewątpliwie doniosłe wydarzenie historyczne (lub legendarne) można się więc spodziewać, że różne ludy będą ustawiły swoje „zero” na osi czasu w zupełnie innych miejscach. Okres, jaki upłynął od tak ustalonego początku kalendarzowej rachuby, nazywamy **erą**. Oto krótki przegląd najważniejszych z nich.

Pogrążeni w mrokach historii **Egipcjanie**, nieskażeni wiedzą o własnościach osi liczbowej, znaleźli niekonwencjonalne rozwiązanie umieszczając na osi czasu wiele „zer”. Rachubę lat rozpoczęli bowiem wraz ze wstąpieniem na tron nowego faraona. Na przykład zjednoczenie Górnego i Dolnego Egiptu nastąpiło ok. 5 roku panowania faraona Menesa (tj. ok. 2850 r. p.n.e.). Wiele stuleci później na ten sam pomysł wpadli **Chińczycy** rozpoczynając datowanie wydarzeń z każdą wstępującą na tron dynastią. I tak zjednoczenie rozproszonych chińskich państweczek nastąpiło w 1 roku panowania dynastii Cin (czyli w 221 r. p.n.e.).

W okresie rozkwitu **Starożytnej Grecji** ścierały się ze sobą różne trendy (co prowadziło głównie do bałaganu). W oficjalnych dokumentach określano rok według nazwiska najwyższego urzędnika sprawującego władzę w danym okresie. Zapis taki obowiązywał jednak tylko w obrębie danego miasta-państwa (np. w Atenach coś wydarzyło się *kiedy archontem był X*, a w Sparcie *kiedy eforem był Y*), co uniemożliwiało wprowadzenie jednolitego systemu rachuby. W IV w. p.n.e. za wspólny punkt odniesienia przyjęto datę zdobycia Troi (ok. 1183 p.n.e.), a w III w. p.n.e. historycy wprowadzili **erę olimpijską**, za punkt odniesienia przyjmując datę pierwszych igrzysk w Olimpii (776 r. p.n.e.). Na przykład rok 772 p.n.e. był pierwszym rokiem drugiej olimpiady. Niestety, wkrótce greckie miasta-państwa wprowadziły datowanie według ich miejscowych igrzysk: Korynt – wg dwuletnich istmiad (od igrzysk istmijskich), Delfy – czteroletnich pytiad (od igrzysk pytyjskich) itd. O ostatecznym przyjęciu ateńskiego systemu datowania zadecydowało dzieło Timajosa, w którym zestawił on daty (i zwycięzców) poszczególnych olimpiad oraz chronologiczny wykaz ateńskich archontów, co niezwykle ułatwiło porównywanie dat zapisanych w różnych stylach.

W okresie **Cesarstwa Rzymskiego** początkiem nowej ery dla każdej prowincji była doniosła data przejścia pod władzę rzymską (np. dla Grecji rok 146 p.n.e., dla Egiptu rok 31 p.n.e., dla półwyspu Iberyjskiego – 38 p.n.e. – w Portugalii stosowany do 1422 r.). Z czasem zaczęto wzorem Greków określać rok według nazwisk sprawujących władzę konsulów – **era konsularna** (np. *Marco Pisone consulibus* – za konsulatu Marka Pizona).

Wraz z upadkiem znaczenia konsula przyjął się wprowadzony przez Marka Terencjusza Warrona system datowania **od założenia Rzymu**. Daty podawano z dopiskiem „*a.u.c.*”, co znaczy – *Ab Urbe condita* – czyli „od założenia miasta” (ponieważ nastąpiło to ok. 753 r. p.n.e. miano „wiecznego miasta” wydaje się uzasadnione).

Era buddyjska – rozpoczęła się w dniu pełni księżyca w szóstym miesiącu 544 r. p.n.e. co stanowi tradycyjną datę śmierci Buddy. W kalendarzu hinduskim **era samwat** bierze swój początek w 57 r. p.n.e. co upamiętnia datę zwycięstwa króla Wikramaditja nad Sikhami. **Era mahometańska** datuje się od hidżry – ucieczki Mahometa z Mekki do Medyny, co przypadło na 16. 06. 622 r. n.e. Natomiast początek **ery żydowskiej** liczy się od legendarnej daty biblijnego stworzenia świata, ustalonej przez rabina Hillela na 3761 r. p.n.e. (w tym przypadku oś czasu jest więc tylko półprostą).

W VI w. opat Dionizjusz Exiguus wprowadził **erę chrześcijańską** przyjmując za punkt odniesienia – datę narodzin Chrystusa – 25 grudnia roku 753 od założenia Rzymu (dziś przypuszcza się, że Jezus narodził się ok. 5 lat wcześniej). Rok poprzedzający erę chrześcijańską to pierwszy rok *ante Christum natum* – przed narodzeniem Chrystusa, a 1 stycznia 754 r. od założenia Rzymu rozpoczyna się pierwszy rok *post Christum*

natum – po narodzeniu Chrystusa.⁴ Terminologia ta zachowała się do dnia dzisiejszego, jako że kalendarz, którym się posługujemy, stanowi spuściznę po okresie **kościelnej rachuby czasu**. Jeszcze przed wojną pisało się oficjalnie w języku polskim – „przed Chrystusem” i „po Chrystusie”. W wielu krajach zwyczaj ten zachował się do dziś. Anglicy piszą – *BC* (*Before Christ*) i *AD* (*Anno Domini*), podobnie jest we Francji (*avant J. Ch.* i *après J. Ch.*). Czterdzieści lat PRL-u zostawiło nam w spadku powszechnie stosowane dziś, zeświecczone skróty „p. n. e.” i „n. e.” przetłumaczone prawdopodobnie z niemieckiego „v. u. Z.” – *vor unserer Zeitrechnung* i „u. Z.” – *unserer Zeitrechnung*.

Erę republikańską ustanowili francuscy rewolucjoniści umieszczając „zero” swojego kalendarza w dniu proklamowania republiki tj. 22. IX 1792 r. Według tego kalendarza mieliśmy właśnie 204 rok ery republikańskiej.

NAJSTARSZE KALENDARZE

Średnia doba słoneczna, miesiąc synodyczny i rok zwrotnikowy są podstawą tworzenia kalendarzy. Z przytoczonych wcześniej danych wynika jednak, że wszystkie te jednostki są niewspółmierne (ani rok zwrotnikowy, ani miesiąc synodyczny nie wyrażają się całkowitą liczbą dni, rok zwrotnikowy nie dzieli się też na całkowitą liczbę miesięcy synodycznych). W kalendarzu taka sytuacja byłaby nie do przyjęcia. Widać więc, że stworzenie spójnego systemu rachuby czasu pozostającego w zgodzie z okresami astronomicznymi stanowiło nielatwy orzech do zgryzienia.

Mówiliśmy już, że od zarania dziejów miar czasu dostarczały dwa regularnie powtarzające się zjawiska astronomiczne: cykl zmian pór roku (związany z obiegiem Ziemi wokół Słońca) i zmian faz księżyca. W związku z tym możemy wyróżnić trzy typy kalendarzy: **słoneczne** (solarne) – oparte na cyklu zmian pór roku, rok kalendarzowy ma 365 dni podzielonych na 12 miesięcy; różnica z realną długością roku astronomicznego jest periodycznie wyrównywana;

księżycowe (lunarne) – rok składa się z 12 miesięcy synodycznych po 29 lub 30 dni, co daje 354 dni; różnica 11 dni w stosunku do roku słonecznego sprawia, że dana pora roku występuje w różnych miesiącach;

księżycowo-słoneczne (lunisolarne) – kombinacja dwóch poprzednich typów, rok ma 365 dni i składa się z 13 synodycznych miesięcy.

Przyjrzyjmy się zatem, jak z problemem rachuby czasu radziły sobie różne ludy w przeciągu wieków. Zacniemy od kalendarza egipskiego, będącego najdawniejszym znany przykładem zastosowania astronomii do celów praktycznych.

KALENDARZ EGIPSKI

Powstał ok. 400 r. p.n.e. i stanowił pierwowzór kalendarza słonecznego. Wyróżniał 3 pory roku (wylew Nilu, okres siewu – cofanie się wód i okres żniw – suszę). Zawierał 12 miesięcy po 30 dni, co daje w sumie 360 dni. Egipcjanie byli jednak w swoich obserwa-

⁴ Niezależnie od ustalenia „punktu zerowego” pojawił się problem daty rozpoczynania nowego roku. 1 marca stosowany w Rzymie przyjął się w Wenecji (do 1797 r.) i na Rusi (do XV w.). *Styl bizantyjski*, rozpoczynający rachubę 1 września utrzymywał się w południowych Włoszech i na Rusi (jeszcze po XV w.). We Francji rozpowszechniony był *styl wielkanocny* (początek roku wypadł w Wielki Piątek), a w Polsce – stosowany przez kurie papieską *styl narodzenia* (początek roku 25 grudnia). 1 stycznia jako początek roku przyjęło cesarstwo niemieckie w 1510 r., Francja – w 1580 r., Polska – w 1630 r., Rosja – w 1700 r., Anglia – w 1790 r.

cjach bardzo precyzyjni i wiedzieli, że rok astronomiczny ma 365 i 1/4 dnia, toteż wyjednali u Księżycy 5 dodatkowych dni dla bogini nieba – Nut, na której ciążyła klątwa nie pozwalająca jej powić potomstwa w żadnym dniu roku. Dodatkowe dni miały charakter świąteczny – wtedy właśnie narodziło się pięcioro bogów egipskich – dzieci Nut (Set, Horus, Neftyda, Izyda i Ozyrys). Miesiące egipskie nie miały nazw, były numerowane w ramach pór roku.

Rok egipski zaczynał się początkowo pod koniec lipca wzejściem Syriusza zapowiadającego wylew Nilu, był jednak ciągle o 6 godzin za krótki. Na skutek tego pierwszy dzień roku „cofał się” i na przestrzeni lat mógł wypadać o dowolnej porze roku. Aby uniknąć takiej „ruchomości” Egipcjanie stosowali system dodatkowych poprawek np. wprowadzając co cztery lata dwa dni Noworoczne.



Ile lat musiałoby upłynąć zanim egipski Nowy Rok „obszedłby” cały rok kalendarzowy?

$4 \times 365,25 = 1461$ lat

KALENDARZ GRECKI

Według ówczesnych wierzeń stanowił jedno z dobrodziejstw wyświadczonych ludziom przez Prometeusza. Początkowo był bardzo niedoskonały – jego podstawę stanowił rok księżycowy, którego niezgodność z rokiem słonecznym powodowała, że uroczystości obrzędowe związane z określonymi porami roku nie pokrywały się z odpowiednimi zjawiskami przyrody. Dodatkową trudność w badaniu tego systemu kalendarzowego sprawia fakt, że nie było kalendarza ogólnogreckiego, lecz każde miasto-państwo miało swój własny system wyrównywania różnic z rokiem słonecznym, inne nazwy miesięcy i termin rozpoczęcia roku (np. Ateny – lato, Rodos – jesień, Beocja – zima). Nawet o tym czy doba zaczynała się o północy czy w południe decydowało to, czy w danym państwie bóstwa podziemia i nocy odbierały większą część niż bogowie dnia i światłości, czy nie. Początkowo miesiące dzieliły się na trzy dekady (*déka* = 10), w ramach których numerowano dni, przy czym w trzeciej dekadzie robiono to wstecz (np. 9 dzień przed zniknięciem księżycy). W 100 r. n.e. wszystkie miasta greckie przeszły wzorem kalendarza żydowskiego na system tygodniowy, a wzorem egipskiego – na system słoneczny.

KALENDARZ MAJÓW

Cywilizacja Majów stała najwyżej spośród wszystkich kultur przedkolumbijskich i wywierała znaczny wpływ na inne narody Ameryki Południowej i Środkowej. Podziw budzą zwłaszcza jej osiągnięcia w architekturze, matematyce i astronomii.

Kalendarz stosowany przez Majów pochodzi z początków naszej ery i do dziś zdumiewa swoją precyzją. Następstwo dni było w nim w zasadzie niezależne od zjawisk astronomicznych. Rok kalendarzowy liczył 360 dni podzielonych na 18 miesięcy po 20 dni i 5 „feryalnych” dni dodatkowych. Majowie zdawali sobie jednak sprawę z tego, że tak przyjęta długość roku obarczona jest znacznym błędem i postanowili obliczyć dokładniej długość roku słonecznego, by móc wprowadzić odpowiednie poprawki. Według ich obliczeń rok słoneczny liczył 365,242 dni podczas gdy najnowsze obliczenia astronomiczne prowadzą do liczby 365,242198 dni, co pokazuje, że rok Majów był za krótki tylko o 198×10^{-6} dnia. Dla porównania rok we współczesnym kalendarzu ma długość 365,2425 dni co daje błąd nadmiaru 302×10^{-6} dnia. Śmiało można powiedzieć, że kalendarz Majów był najdokładniejszym kalendarzem świata.

Tezę tę potwierdzają również obliczenia długości miesiąca księżycowego. Współczesne pomiary i rachunki, przeprowadzone za pomocą najdoskonalszych przyrządów, dają wartość 29,53055 dni. Astronomowie Majów policzyli dni w 81 miesiącach otrzymując wynik 2392, co daje średnio 29,53086 dni w jednym miesiącu, a więc błąd rzędu 310×10^{-6} dnia.

Precyzja tych pomiarów dziwi tym bardziej, że Majowie dysponowali tylko bardzo prymitywnymi narzędziami. Nie znając szkła nie posiadali żadnych przyrządów optycznych, nie zachowały się też ślady zegarów świadczących o mierzeniu odstępów czasu krótszych niż doba. Jedynym używanym instrumentem był gnomon – prymitywny zegar słoneczny.

Badania archeologiczne wykazały, że w okresie III–X w. n.e. Majowie prowadzili również tzw. Długą Rachubę podając liczbę dni, które upłynęły od pewnej „daty zerowej”. Było nią zapewne jakieś wydarzenie astronomiczno-mitologiczne wyliczone wstecz przez majowskich kapłanów. Współcześni uczeni obliczyli, że początek ery Majów o 3,5 tys. lat wyprzedza najstarsze znalezione wykopaliska.

KALENDARZ RZYMSKI

Stanowi trzon współczesnej rachuby czasu. Najdawniejszy – tzw. Romulusowy – liczył 304 dni, był podzielony na 10 nierównych miesięcy i zaczynał się w marcu (*Martius* – na cześć legendarnego ojca Romulusa – boga Marsa). Za czasów króla Numy Pompiliusza (ok. VII w. p.n.e.) dostosowano kalendarz do cyklu zmian księżyca przekształcając go w typ księżycowy. Dodano jeszcze dwa miesiące (styczeń i luty) tak, że rok wyglądał następująco: *Martius* (31 dni), *Aprilis* (29), *Maius* (31), *Junius* (29), *Quinctilis* (31), *Sextilis* (29), *September* (29), *October* (31), *November* (29), *December* (29), *Januarius* (29), *Februarius* (28). Taki układ dni tłumaczy się zabobonnością Rzymian, którzy szczególną niechęcią darzyli liczby parzyste uważając je za niepomysłne.

Cały rok (a nie każdy miesiąc z osobna) dzielono na ośmiodniowe jednostki zwane nundinami. Nazwa pochodzi od liczebnika *novem* – dziewięć, ponieważ w systemie rzymskim do danego okresu zaliczano też dzień zamykający okres poprzedni. Każda nundina liczyła siedem dni roboczych i ósmy, wolny od zajęć, w którym odbywały się wielkie targi.

Ponieważ rzymski rok liczył tylko 355 dni, kapłani mieli prawo co jakiś czas w ramach poprawki zarządzić dodatkowy miesiąc przestępny (liczący 22 lub 23 dni). Jednak czynili to tak beztrosko i nieregularnie, że w 46 r. p.n.e. różnica pomiędzy datą a właściwym terminem osiągnęła 90 dni (Makrobiusz w *Saturnaliach* nazywa ten rok rokiem zamieszania – *annus confusionis*). W celu nadrobienia tej różnicy wprowadzono trzy dodatkowe miesiące, lecz jasne stało się, że wobec kompletnego chaosu w rachubie czasu gruntowna reforma kalendarza jest niezbędna.

KALENDARZ JULIAŃSKI

Balagan panujący w kalendarzu rzymskim wymagał podjęcia natychmiastowych kroków. I tak w 45 r. p.n.e. Gajusz Juliusz Cezar postanowił zaprowadzić w nim porządek. Zadanie to zlecił swojemu nadwornemu matematykowi i astronomowi Sozigenesowi, o którym historia zapomniała (co wydaje się być jej częstą przypadłością) i dziś ta wielka reforma systemu kalendarzowego nosi imię nie twórcy lecz władcy.

Uzgodniono, że długość roku zwrotnikowego (a tym samym i kalendarzowego) wynosi $365 \frac{1}{4}$ dnia (wynik znany już Egipcjanom!) i w związku z tym do rzymskiego kalendarza dodano 10 dni (do wszystkich 29-dniowych miesięcy po jednym i dodatkowo jeszcze po jednym do grudnia, stycznia i sierpnia osiągając dzisiejsze długości miesięcy), a także ustalono, że po 3 latach zwykłych – liczących teraz 365 dni – następować miał rok przestępny, który aby wyrównać niedobór, miał 366 dni. Miesiącem przestępnym został ustalony luty (ostatni miesiąc ówczesnego roku), nie dodawano jednak dnia o numerze 29, lecz powtarzano dzień 24 (aby zachować pechowy charakter tego miesiąca związany z parzystą liczbą jego dni).

Datowanie dni było dość skomplikowane. Każdy miesiąc miał tylko trzy dni, które miały swoje nazwy zgodne z kolejnymi fazami Księżyca. Pozostałe dni liczono wstecz od tych terminów: *Kalendy* (pierwszy dzień miesiąca – nów; nazwa pochodzi od słowa *calare* – wzywać, bowiem w tym dniu kapłan oznajmiał oficjalnie początek nowego miesiąca), *Nony* (dzień dziewiąty przed pełnią – pierwsza kwadra) i *Idy* (pełnia). *Idy* przypadały 13. lub 15. dnia miesiąca wobec tego *Nony* – 5. lub 7., w zależności od liczby dni w miesiącu. Ten drugi przypadek zachodził tylko w marcu, maju, lipcu i październiku. Zatem:

<i>Calendae Martiae</i>	to 1 marca,
<i>Nonae Januariarum</i>	to 5 stycznia,
<i>pridie Idus Maias</i>	to przeddzień <i>Id</i> majowych, czyli 14 maja,
<i>pridie Calendas Apriles</i>	to 31 marca,
<i>ante diem tertium Calendas Apriles</i>	to trzeci dzień od <i>Kalend</i> kwietnia, czyli 30 marca (pamiętajmy, że w procedurze odejmowania doliczano dzień kończący dany okres).

Teraz łatwo już wytłumaczyć dlaczego dodatkowy dzień przestępnego lutego (a potem także sam ten rok) nazywany był *bissextilis* – dwa razy szósty. Powtórzony dzień 24 lutego był szóstym dniem przed *Kalendami* marcowymi.

Juliusz Cezar został zamordowany wkrótce po przeprowadzeniu reformy, a nowy kalendarz przez pewien czas obliczano nieprawidłowo. Dopiero za panowania Oktawiana Augusta reforma juliańska została poprawnie wprowadzona w życie. Wtedy też przeniesiono początek roku kalendarzowego z 1 marca na 1 styczeń (dzień obejmowania władzy przez konsulów) i zmieniono nazwy dwóch miesięcy. *Quinctilis* nie był już piąty tylko siódmy – nazwano go *Julius* na cześć Juliusza Cezara, który urodził się w tym miesiącu, a *Sextilis* przemianowano na *Augustus* na cześć Oktawiana. Pozostałe miesiące z niezgodnymi nazwami odliczebnikowymi miały sukcesywnie przybierać imiona następných cesarów jednak następcą Oktawiana – Tyberiusz – nie zgodził się na wprowadzenie swojego imienia do kalendarza (rzadko spotykana skromność!). Skorzystał natomiast z okazji cesarz Domicjan, który przyjąwszy tytuł Germanika zmienił nazwy *September* – na *Germanicus* i *October* – na *Domitianus*. Po śmierci Domicjana starto imię tego znieawidzonego władcy ze wszystkich pomników i powrócono do tradycyjnych nazw miesięcy.

Kalendarz juliański rozpowszechnił się w całej Europie i został oficjalnie uznany przez Kościół.

Przypomnijmy, że dokładna długość roku zwrotnikowego to nie $365 \text{ dni } 6 \text{ h} = 365,25$ dni, lecz $365 \text{ dni } 5 \text{ h } 48 \text{ min } 48 \text{ sek}$ zatem około 365,2422 dnia. Rok juliański okazał się

więc o 11,2 minuty za długi i w konsekwencji po upływie $\frac{24 \cdot 60}{11,2} = 128$ lat dawał jeden dzień błędu. I tak za czasów Juliusza Cezara wiosenne zrównanie dnia z nocą miało miejsce 24. III, a już w 325 r. – za Konstantyna Wielkiego – 21. III. W tym właśnie roku odbył się Sobór Nicejski, na którym ustalono m. in. regułę wyznaczania daty Wielkanocy. Miała ona przypadać na pierwszą niedzielę po pełni księżyca następującej po wiosennej równonocy (czyli po 21. III, jak sądzono). Jednak po upływie kolejnych 128 lat zrównanie wiosenne miało już miejsce 20. III, a do końca XVI w. kalendarz juliański „zgubił” 10 dni, równonoc wiosenna wypadła 11. III i automatycznie termin Wielkanocy przesunął się do przodu. Sytuacja, w której najważniejsze święto kościelne, związane tradycyjnie z okresem wiosennym, mogło szwendać się bezkarnie po całym kalendarzu i przypadać praktycznie na dowolny dzień roku, głęboko zaniepokoiła hierarchię kościelną, a że niemożliwym wydało się jej zaakceptowanie – nieunikniona stała się kolejna reforma systemu kalendarzowego.



Gdybyśmy nadal posługiwali się kalendarzem juliańskim, to pierwszego dnia wiosny (tzn. w dniu równonocy) moglibyśmy witać Nowy Rok. Kiedy mogłoby to nastąpić?

Należy sprawdzić kiedy równonoc wiosenna wypadnie 01. I; rachunki wskazują na 106 wiek naszej ery.
