

Dr Jan A. GAJ

## BARDZO DUŻY ZEGAR RETRO

— Klepsydra? — Świeca? Nic z tych rzeczy. Duży to znaczy rzeczywiście duży, na 150 milionów kilometrów.

A więc zegar słoneczny — że nie ma sekundnika? Ale za to będzie miał datownik i to taki, który nie wymaga długiego kręcenia na końcu każdego miesiąca krótszego niż 31 dni.

Aby skonstruować ziemską część naszego zegara (Słońce na szczęście już istnieje) przyjmujemy następujące założenia teoretyczne:

1° Ziemia jest kulą.

2° Ziemia obraca się jednostajnie dookoła własnej osi (przechodzącej przez oba jej bieguny geograficzne) z częstością  $\nu = (24^h)^{-1}$ .

3° Oprócz tego Ziemia obiega Słońce ruchem jednostajnym po okręgu z okresem  $T = 365$  dni. Płaszczyznę tego okręgu nazywamy płaszczyzną ekliptyki.

4° Oś ziemską jest nachylona do płaszczyzny ekliptyki pod kątem  $\alpha = 66^\circ 33'$ .

5° Równonoc wiosenna przypada 21.III.

Wielu z Was zarzuci mi w tym miejscu, że to wszystko kłamstwa i, co gorsza, będziecie mieli rację. Na swoją obronę mogę tylko powiedzieć, że poczynione tu odstępstwa od rzeczywistości są bez znaczenia w granicach dokładności opisanego tu zegara. Przystępując do budowy zegara musimy zdecydować się na jedną z jego wersji. Pierwszą będzie wersja

## DLA LENIWYCH GŁÓW I PRACOWITYCH RĄK: ZEGAR RÓWNIKOWY.

Najprościej (teoretycznie) byłoby go zrobić usuwając całą półkulę północną, pozostawiając tylko oś ziemską w postaci odpowiednio grubego pręta, którego cień padałby na odsłoniętą płaszczyznę równika. Musielibyśmy oczywiście zaopatrzyć tę płaszczyznę w odpowiednią skalę (rys. 1). Zauważmy, że skala

godzinowa będzie tu równomierna (1 godzinie odpowiada  $\frac{360^\circ}{24} = 15^\circ$ ) oraz,

że koniec cienia osi ziemskiej będzie zakreślał na płaszczyźnie równika okręgi o promieniu zależnym od kąta, jaki padające promienie słoneczne tworzą z tą osią:

$$r = h \operatorname{tg} \beta, \quad \text{gdzie } h \text{ jest długością pręta.}$$

Ponieważ kąt padania promieni słonecznych zależy od pory roku, możemy narysować na płaszczyźnie równika szereg okręgów o promieniach odpowiadających poszczególnym datom — tak powstanie zegar z kalendarzem, którego tarczę przedstawia rysunek na IV stronie okładki. Oczywiście okręgi narysowano przy założeniu takiej wysokości  $h$ , jaka została zaznaczona na rysunku. Dociekliwi sprawdzą bez trudności, że kąt  $\beta$  powiązany jest z porą roku zależnością:

$$\cos \beta = \cos \alpha \sin 2\pi \frac{t}{T},$$

gdzie  $t$  jest czasem jaki upłynął od dnia równonocy wiosennej,  $\alpha$  — kątem między osią ziemską a płaszczyzną ekliptyki, a  $T$  — okresem obrotu Ziemi dookoła Słońca. Z tego wzoru wyliczono wartości  $\beta$ , a w konsekwencji promienie okręgów odpowiadających poszczególnym datom.

Osobom, które miałyby trudności z przecięciem Ziemi, doradzam wycięcie lub przerysowanie rysunku i umieszczenie go równoległe do płaszczyzny równika, to jest pod kątem do pionu równym szerokości geograficznej  $\varphi$  miejsca pobytu, z najwyższym punktem okręgu skierowanym na południe (rys. 2).

Oczywiście godzina 12-ta powinna znajdować się najniżej, a zegar powinien być zaopatrzony w prostopadły do płaszczyzny skali pręcik o długości  $h$ .

Widać, że konstrukcja zegara słonecznego, choć nieskomplikowana wymaga pewnego nakładu pracy: należy wykonać formę jak na rys. 2 ze sklejk lub innego materiału, zapewnić odpowiednią wartość kąta  $\varphi$  (należy znaleźć na mapie swoją szerokość geograficzną), wreszcie osadzić pręcik, którego cień służy za wskazówkę.

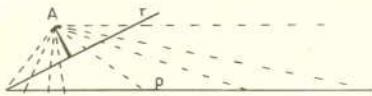


Rys. 1

Uważny Czytelnik zawoła w tym miejscu ze zgrozą: Co to za okrąg, którego promień się zmienia? Dla matematyka — żaden, dla fizyka — okrąg z dokładnością do zmiany promienia jaka może nastąpić w ciągu doby. Zmiana ta jest dostatecznie mała (sprawdźcie!), żeby ją przy konstrukcji naszego zegara zaniedbać. Dokładniejszy pomiar wykazałby oczywiście, że koniec cienia porusza się po spirali.



Rys. 2



Rys. 3

Będą to powierzchnie stożkowe przechodzące przez kolejne okręgi, o wierzchołkach w punkcie A.

Praca uprościłaby się znacznie w przypadku poziomej skali. Nic jednak za darmo — ilustruje to druga wersja naszego czasomierza

## DLA LENIWYCH RĄK I PRACOWITYCH GŁÓW: ZEGAR POZIOMY.

Łatwo widać, że skalę poziomą można otrzymać przez wykonanie rzutu środkowego skali równikowej na płaszczyznę poziomą z wierzchołka pręcika — wskazówki (rys. 3).

Łatwo zauważyć, że przy takim rzutowaniu półproste radialne (wyznaczające na skali godziny) przechodzą w półproste. Rzuty okręgów odpowiadających poszczególnym datom będą przekrojami powierzchni stożkowych płaszczyzną poziomą P. Wiadomo, że takie przekroje mogą w ogólności mieć kształt koła, elipsy, paraboli lub hiperboli. Dla naszych szerokości geograficznych będą to wyłącznie hiperbole. Jestem przekonany, że każdy Czytelnik po odpowiednim czasie ruszania głową potrafiłby narysować skalę dla zegara poziomego. Nie będąc jednak sadystą podaję Wam gotowy wzór (rysunek na przedniej okładce) dla szerokości geograficznej Warszawy  $\varphi = 52^{\circ}13'$ . Wysokość pręcika  $h$  zaznaczono obok. Należy pamiętać, że powinien on być umieszczony pod kątem  $\varphi$  do poziomu. Porównując te dwa rodzaje zegarów słonecznych widzimy jeszcze, że zegar poziomy może być używany przez cały rok, podczas gdy przedstawiona tu wersja zegara równikowego — tylko wiosną i latem (od równonocy wiosennej 21.III. do jesiennej 23.IX.).

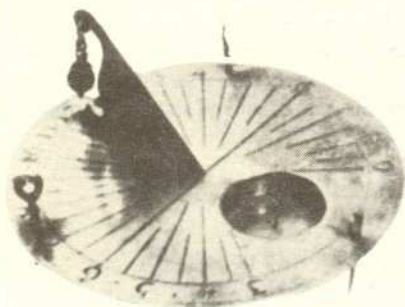
Pozostaje jeszcze pytanie:

Co wskazuje zegar słoneczny?

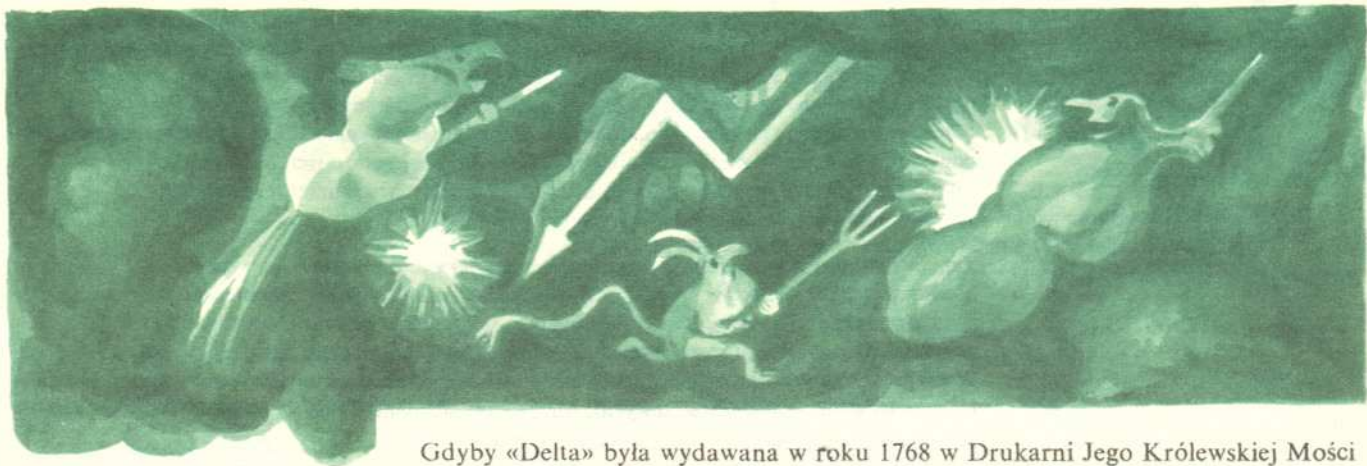
Oczywiście czas, niestety jednak lokalny. Jak się on ma do czasu, według którego regulujemy nasze zegarki? Różnie.

W Stargardzie Szczecińskim i Zgorzlecu praktycznie się z nim pokrywa. Dla wschodnich krańców Polski lokalne południe następuje ponad pół godziny przed południem oficjalnym. Co można zrobić, żeby zegar słoneczny wskazywał czas urzędowy? Przy zegarze poziomym niezbędne jest narysowanie jego skali od nowa. Zegar równikowy ma tu przewagę — wystarczy obrócić jego skalę o pewien kąt wokół punktu zamocowania pręcika. Można ten kąt obliczyć lub po prostu tak obrócić tarczę, żeby uzyskać zgodność na przykład z radiowym sygnałem czasu. Już wybraлиście model dla siebie? Jeśli nie, to daję Wam jeszcze trzeci do wyboru — kieszonkowy zegar słoneczny z kompasem (rys. 4).

Powodzenia w pracy!



Rys. 4



Gdyby «Delta» była wydawana w roku 1768 w Drukarni Jego Królewskiej Mości i Rzeczypospolitej u XX Scholarum Piarum pisalibyśmy wówczas tak

### O Błyskawicach

*Błyskawice są żywe i prędko przemijające światła na powietrzu zapalone. Partykuły siarczyste, klejowate i tłuste przez ekshalację z drzew i innych rzeczy wychodzące, gdy w powietrzną atmosferę wzbijają się i tam się skupiać zaczynają, wtenczas przez wzajemną fermentacją łatwo się zapalają i błyskawice sprawują.* (Kalendarz Półstuletni, PIW 1975, str. 202).

Dzięki pracy Beniamina Franklina (1706–1790) od 16 lat był już wówczas znany piorunochron i natura piorunów. Ta wiadomość jeszcze jak widać nie dotarła do kalendarzyka pod nazwą Kołędu Warszawskiego. Można to wytłumaczyć znacznie wolniejszą niż dzisiaj wymianą informacji. Ale czy my mamy już system tej wymiany całkiem doskonały? Czy wolno nam śmiać się z przodków? A może my też myślimy nieraz o jakichś innych partykułach siarczystych? Zastanów się.

