



Dokładna waga laboratoryjna to nieoceniony przyrząd w pracowni fotoamatora i chemika amatora. Jak samodzielnie zbudować taką wagę piszemy na str. 109

# NA WARSZTACIE

ZEGARY SŁONECZNE — inż. Jerzy Brdulak ● Jak zostać krótkofalowcem (3):  
MIERNIKI DO BADANIA TRANZYSTORÓW — mgr inż. Witold Kozak ● WA-  
GA LABORATORYJNA — Andrzej Ossowski ● MIERNIK PRĘDKOŚCI KAJA-  
KA — mgr inż. Jerzy Kostrzewski

## ZEGARY SŁONECZNE

Od najdawniejszych czasów ludzie orientowali się w porze dnia obserwując położenie Słońca na niebie.

Słońce jest zbyt jasno świecącym ciałem do obserwacji gołym okiem i z tego powodu znacznie wygodniejsze jest obserwowanie cienia rzucanego przez przedmioty oświetlone światłem słonecznym.

Obserwacje pozornego ruchu Słońca na niebie, poczynwszy od jego wschodu aż do zachodu, wykazały, że cienie rzucane przez przedmioty oświetlone światłem słonecznym są różnej długości w różnych dniach i porach roku.

Zaobserwowano, że w południe cienie są najkrótsze i wyznaczają kierunek północny (rys. 1).

Jak widać na rysunku, długość cienia różni się także w poszczególnych dniach roku, cień jest dłuższy w południe zimowe (Słońce jest niżej nad horyzontem), a krótszy w południe letnie, kiedy Słońce stoi wysoko nad horyzontem (rys. 2).

Jeżeli przez szereg dni zaznaczane będą położenia Słońca w południe, to utworzą one płaszczyznę południka, prostopadłą do horyzontu (rys. 3).

Zegarami słonecznymi posługiwali się już starożytni mieszkańcy Chin oraz Aztekowie i Babilończycy, a nauka gnomoniki, tj. konstruowania zegarów sło-

necznych stała od dawna na wysokim poziomie.

Świadczy o tym fakt posługiwania się obserwacjami Słońca przy pomiarze rozmiarów Ziemi przez Eratostenesa około 230 roku p.n.e.

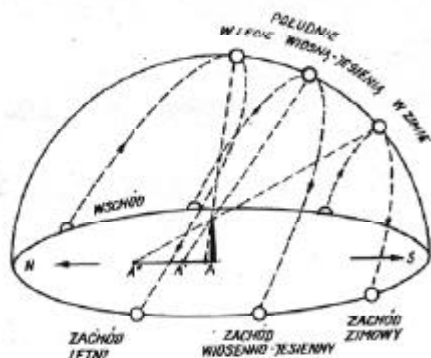
Zegar słoneczny jako naturalny przyrząd do mierzenia czasu działa na zasadzie porównywania długości i kierunku cienia rzucanego przez oświetlony słoncem pręt lub specjalnie wykonaną konstrukcję (wskazówkę) na płaszczyznę podstawy albo na odpowiednio wykonaną tarczę godzinową.

W pierwszych zegarach gnomonicznych nie używano tarczy godzinowej, ponieważ pomiaru czasu dokonywano obserwując długość cienia rzucanego przez pręt, a nie jego przesunięcie na płaszczyźnie.

Dopiero znacznie później udoskonalono zegar słoneczny przez wprowadzenie podziałki na płaszczyznę tarczy, najpierw równomiernej, a następnie odpowiednio zróżnicowanej.

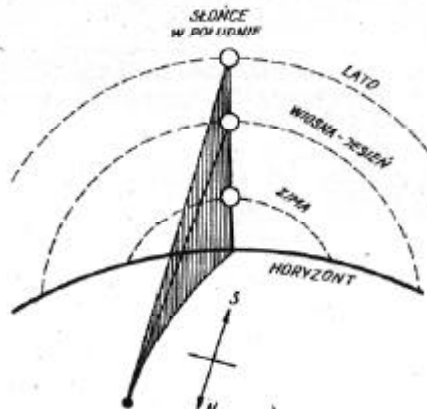
Jednak najprostszym i najstarszym zegarem słonecznym był zegar gnomoniczny, w którym odpowiednio osadzony pręt, kolumna, wieża lub inna konstrukcja rzucała cień na płaszczyznę podstawy.

Cień odpowiednio do oświetlenia gno-



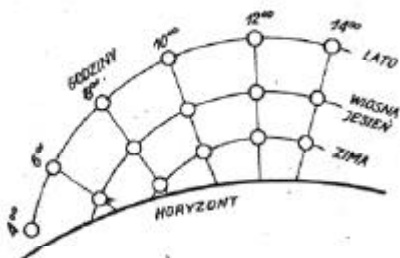
AA'' - punkty ograniczające długość cienia

Rys. 1.

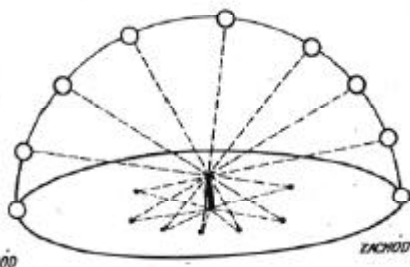


miejsce obserwacji

Rys. 3.



Rys. 2.



Rys. 4.

monu informował o upływie czasu, spełniał rolę prymitywnego zegara.

Taki zegar słoneczny był niedokładny, gdyż wskazywał dokładnie tylko moment samego południa, podczas gdy inne jego wskazania były uzależnione od pory roku.

Zegar słoneczny ulepszyli dopiero Arabowie, którzy pręt zegara (pełniący rolę wskazówki) zastąpili wskazówką ustawioną pod kątem odpowiadającym szerokości geograficznej miejsca, w którym zegar miał być zainstalowany, a więc równoległe do osi kuli ziemskiej.

Udoskonalony w ten sposób zegar słoneczny umożliwiał znacznie dokładniejszy pomiar czasu w ciągu całego dnia.

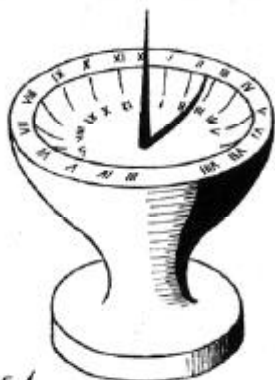
Nawiasem mówiąc, zasada budowy współczesnych zegarów słonecznych nie

zmieniła się od tamtego czasu, chociaż ich formy były bardzo różne. Wskazania ulepszonego zegara słonecznego były zależne już tylko od pory dnia i poszczególnych miesięcy roku.

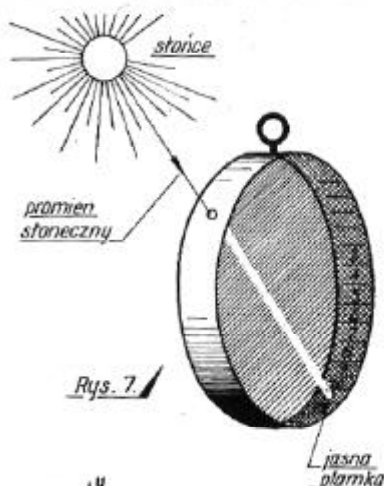
Budową zegarów słonecznych w Polsce zajmował się między innymi również Mikołaj Kopernik, którego jednym z dzieł był zegar słoneczny na zamku w Olsztynie.

Nieliczne okazy zegarów słonecznych w Polsce można podziwiać między innymi w Warszawie na Starym Mieście, na kościele na Bielanach (pionowy), w Łazienkach przed Pałacem i w Saskim Ogrodzie (uszkodzony), w Poznaniu przed Palmiarnią itd.

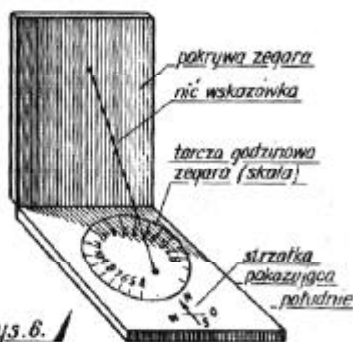
Największy zbiór zegarów słonecznych w Polsce znajduje się w muzeum w Jędrzejowie.



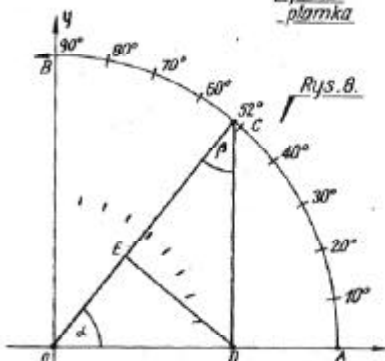
Rys. 5.



Rys. 7.



Rys. 6.



Rys. 8.

Zegary słoneczne budowane wspólnie mogą stać się ozdobą budynków, placów i ogrodów, a koszt ich jest naprawdę niewielki. Najbardziej rozpowszechnione są zegary słoneczne poziome (z poziomą tarczą godzinową).

Najprostszym zegarem słonecznym jest niewątpliwie pręt wbity w odpowiednio ukształtowaną ziemię (rys. 4).

Tarczę godzinową tego zegara możemy „wycechować” obserwując położenie cienia w ciągu całego dnia.

Z czasem, niezależnie od dużych zegarów gnomonicznych pojawiają się znacznie mniejsze, przenośne (ale i mniej dokładne), jak np. skaphe, kieszonkowe zegary słoneczne, pierścieniowe, a nawet pierścienkowe — wskazujące czas mocno przybliżony, orientacyjny.

Zegar typu skaphe można bardzo

łatwo wykonać za pomocą prostych narzędzi z łatwo dostępnych materiałów (rys. 5).

Wewnętrzną podziałkę takiego zegara maluje się farbą olejną lub wykleja papierem z odpowiednio wyrysowaną skalą, papier winien być zaimpregnowany, a tym samym uodporniony na wpływy atmosferyczne.

Umieszczenie pręcika (wskazówki) wewnątrz obudowy nie nastęrcza trudności.

Wskazywanie przez zegar skaphe czasu odpowiada dokładnością zegarom gnomonicznym i jak już wspomniano, jest zależne nie tylko od pory dnia, ale i od poszczególnych miesięcy roku.

Bardziej dokładny we wskazaniach zegar słoneczny można wykonać wg rys. 6 (kieszonkowy zegar słoneczny).

ścianie pionowej (końcem oznaczonym literą C.

Kąt  $\beta$  jest kątem dopełniającym do  $90^\circ$  i wynosi dla Warszawy  $38^\circ$ .

Dla zegara słonecznego z tarczą poziomą bok OD z trójkąta ODE będzie promieniem tarczy godzinowej i prostą wyznaczającą płaszczyznę ustawienia tarczy w poziomie, podczas gdy bok OE będzie wskazówką, a zarazem jej kierunkiem ustawienia pod kątem  $\alpha$ .

Wspólny dla obu trójkątów bok ED, leżący na tak zwanej linii równikowej, będzie promieniem pomocniczym przy wykreślaniu tarczy godzinowej dla zegarów obu typów (poziomego i pionowego).

Kreślenie tarczy dla zegara poziomego należy zacząć od narysowania współrzędnych X i Y, przecinających się w punkcie O (rys. 9).

Z punktu O zakreślimy półokrąg o promieniu równym odcinkowi ED (rys. 8), który przetnie oś Y w punktach A i B.

Przez punkt A przeprowadzimy prostą  $X_1$ , równoległą do osi X, a więc będącą od niej odległą o długość promienia OA.

Następnie powstały półokrąg należy podzielić na 12 równych części i z punktu O wyprowadzić proste przecinające się z prostą  $X_1$ , przechodzące przez 12 punktów podziału na obwodzie półkola.

W ten sposób na prostej  $X_1$  otrzymamy wraz z punktem A — 11 punktów oznaczonych cyframi od I do 11.

Następną czynnością będzie wykreślenie właściwej już tarczy zegara słonecznego. Jeśli to będzie zegar pionowy, to promieniem do kreślenia okręgu będzie bok CD z rysunku 8, a jeśli zegar poziomy — bok OD z trójkąta ODC.

Na osi Y odmierzymy od punktu A odpowiednio wybrany odcinek (CD lub OD) i otrzymamy punkt  $O_1$ , będący środkiem okręgu, a zarazem tarczy zegara poziomego.

Punkty na prostej  $X_1$  łączymy z punk-

tem  $O_1$  otrzymując punkty przecięcia z okręgiem, odpowiadające godzinom.

Średnia doba słoneczna będzie odstępem czasu między jednakowymi, następującymi po sobie kulminacjami Słońca, podzielonym na 24 równe części, czyli godziny.

Jak wynika z rysunku, godziny 6.00 i 18.00 będą leżały na średnicy okręgu, prostopadłej do osi Y.

Jeżeli wykonawca zegara będzie chciał na osi oznaczyć więcej godzin, niż wynika z podziału, to brakujące godziny można wyznaczyć przez przedłużenie narysowanych prostych na drugą połowę tarczy.

W ten sposób można otrzymać godzinę 5.00 przez przedłużenie godziny 17.00, a godzinę 19.00 — przez przedłużenie godziny 7.00 itd.

Inną metodą wyznaczenia godzin na tarczy zegara polega na bezpośrednim nanoszeniu cieni w odpowiednich godzinach bezpośrednio na tarczę.

W tym celu należy zaopatrzyć się w kawałek celulozoidu lub szyby i namalować na niej ciemną farbą 24 punkty odpowiadające podziałowi koła na 24 równe części, które będą odpowiadały 24 kątom godzinowym słońca. W środku tak namalowanego okręgu przykleja się prostopadły pręt — wskazówkę zegara.

W celu wyznaczenia podziałki na ścianie lub płaszczyźnie poziomej należy w południe słonecznego dnia ustawić krążek pomocniczy wraz z prętem w ten sposób, aby pręt był nachylony pod kątem odpowiadającym kątowi nachylenia wskazówki przyszłego zegara, a następnie zaznaczyć na tarczy pionowej lub poziomej cienie rzucane przez namalowane linie krążka pomocniczego.

W ten sposób można wyznaczać tarcze godzinowe zegarów słonecznych o dowolnych kątach nachylenia względem poziomu.

Sprawdzeniem właściwego ustawienia tarczy będzie obserwowanie cienia rzucanego przez wskazówkę w południe, powinien on wskazywać godzinę 12.00.

Inż. Jerzy Brdulak