

S 24 [2]

482

BIBLIOTEKA GEOGRAFICZNO-DYDAKTYCZNA
POD REDAKCJĄ STANISŁAWA PAWŁOWSKIEGO, PROF. GEOGR. UNIW. POZN.

ZESZYT 2

ALEKSANDER TARNAWSKI
WIZYTATOR SZKÓŁ KURATORJUM OKRĘGU SZKOLNEGO
POZNAŃSKIEGO

**NAJWAŻNIEJSZE POMOCE PRZY NAUCE
GEOGRAFJI MATEMATYCZNEJ**

CZĘŚĆ I
GNOMON I JEGO UŻYCIE



K S I A ̇ Ż N I C A - A T L A S

ZJEDNOCZ. ZAKŁADY KARTOGRAF. I WYDAWNICZE

TOW. NAUCZ. SZK. ŚREDN. I WYŻSZ., S. A.

LWÓW—WARSZAWA

1 9 3 0

KSIĄŻNICA-ATLAS S. A.

LWÓW, CZARNECKIEGO 12 — WARSZAWA, N. ŚWIAT 59

poleca

ST. NIEMCÓWNA

DYDAKTYKA GEOGRAFJI

8°. Str. VIII + 336. Zł. 9'60.

Dzieło to jest pierwszą polską na większą skalę zakrojoną syntezą dydaktyki geografji, opartą w głównej mierze na wynikach doświadczeń, prowadzonych przez autorkę według nowoczesnych metod szkoły pracy i zasad doboru materiału naukowego, odpowiednio do poziomu umysłowego rozwoju i zainteresowań geograficznych danej klasy. W trzech odrębnych częściach traktuje książka o dydaktyce ogólnej, o pomocach naukowych i wkońcu o szczegółowej dydaktyce geografji, ujętej problemami i obejmującej w całości zagadnienia, tkwiące w treści programów szkolnych.

E. de MARTONNE

ZASADY GEOGRAFJI FIZYCZNEJ

Tłum. St. Pawłowskiego.

Z licznymi rycinami i bibliografją. — Zł. 10'—.

BIBLIOTEKA

GEOGRAFICZNO-DYDAKTYCZNA

POD RED. PROF. DR. ST. PAWŁOWSKIEGO

1. *Jeziński W.* Szkolny zakład geograficzny 2'—
2. *Tarnawski A.* O najważniejszych instrumentach przy nauce geografji. Cz. I —
3. *Niemcówna St.* Nauczanie geografji w szkołach szwedzkich 1'80
4. *Bzowski K.* Jak uczyć o klimacie 1'80
5. *Pawłowski St.* O geografji —
6. *Wąsowicz J.* Jak powstaje mapa geograficzna —
7. *Szymański T.* O najważniejszych projekcjach kartograficznych —
8. *Przybylska M.* O używaniu mapek konturowych przy nauce geografji —

BIBLIOTEKA GEOGRAFICZNO-DYDAKTYCZNA
POD REDAKCJĄ STANISŁAWA PAWŁOWSKIEGO, PROF. GEOGR. UNIW. POZN.

ZESZYT 2

ALEKSANDER TARNAWSKI
WIZYTATOR SZKÓŁ KURATORJUM OKRĘGU SZKOLNEGO
POZNAŃSKIEGO

NAJWAŻNIEJSZE POMOCE PRZY NAUCE GEOGRAFJI MATEMATYCZNEJ

CZĘŚĆ I
GNOMON I JEGO UŻYCIE

Z 15 RYSUNKAMI I 3 TABLICAMI
W TEKŚCIE

CBGİOŚ, ul. Twarda 51/55
tel. 0 22 69-78-773



Wa5140533



Własność

K S I A ˆ Z N I C A - A T L A S

ZJEDNOCZ. ZAKŁADY KARTOGRAF. I WYDAWNICZE

TOW. NAUCZ. SZK. ŚREDN. I WYŻSZ., S. A.

LWÓW — WARSZAWA

1 9 3 0

*podr. nak. red.
geogr. waler.*

<http://rcin.org.pl>



S. 24 [2]



482

Lwowski

2213

Zakłady Graficzne Ski Akc. Książnica-Atlas we Lwowie

NH-31292/5

<http://rcin.org.pl>

Wstęp.

Musimy sobie zdać jasno sprawę z tego, że geografii matematycznej w szkole nie uczymy w wystarczający i odpowiedni sposób. Wiedza uczniów z tej dziedziny — po opuszczeniu szkoły powszechnej a nawet średniej — jest naprawdę minimalna, a często chaotyczna i niepewna. Czem należy sobie to zjawisko wytłumaczyć? Odpowiedź na to jest prosta. Za szybko się załatwiamy z obserwacjami pozornych zjawisk niebieskich i przechodzimy odrazu do omawiania ich przebiegu rzeczywistego, który jest dla ucznia bardzo trudny do zrozumienia. Wprowadza się go za wcześnie w pojęcia abstrakcyjne i zjawiska, uzmysłowione jedynie przez rysunek i przyrządy. Przytem używa się często przyrządów zanadto skomplikowanych i niedostępnych dla umysłu dzieci. A trzeba podkreślić, że tych trudnych zagadnień uczymy z konieczności już na stopniu niższym. Nic więc dziwnego, że najcenniejsze wartości tej nauki dla rozumu i uczucia idą na marne.

Z wymienionemi trudnościami walczyłem nieustannie w czasie mej praktyki nauczycielskiej; staraniem mojem było ten problem rozwiązać z korzyścią dla szkoły. Po zapoznaniu się z obszerną literaturą przedmiotu i opierając się na doświadczeniach własnych, poczynionych w szkole, przystąpiłem do opracowania metodycznych wskazówek o nauczaniu geografii matematycznej. Postanowiłem naprzód ułatwić nauczycielowi naukę o pozornym ruchu słońca i o rzeczywistych ruchach ziemi, dając mu do obserwacji z tej dziedziny odpowiednie przyrządy, któreby swą prostotą i naturalnością przemówiły

do umysłu ucznia. Tak powstał komplet przyrządów prostych do demonstracji tego trudnego problemu. Przyrządy te w części zebrałem z literatury dydaktycznej, w części zmieniłem lub uzupełniłem nowymi pomysłami. Cały komplet w prymitywnych modelach wraz z opisem przedłożyłem Ministerstwu W. R. i O. P. do oceny. Rozporządzeniem z dnia 14 czerwca 1926 L. K. 2205 Ministerstwo oceniło życzliwie modele przedstawionych przeze mnie przyrządów, zatwierdzając je jako dozwolone środki pomocnicze do nauki geografji w szkołach średnich i powszechnych z zaznaczeniem, że zatwierdzenie ostateczne nastąpi po wykonaniu przyrządów w materiale trwałym i po ponownem przedstawieniu Ministerstwu.

W wydanej opinii o przyrządach recenzent prof. dr. J. Krassowski stwierdził: „że zwłaszcza niektóre przyrządy, jako pomocnicze przy nauce kosmografji i geografji, zewszecmiar zasługują na szeroki użytek. Wprowadzenie tych przyrządów nietylko ułatwi nauczycielowi wykład początków geografji matematycznej lub kosmografji, lecz także wśród uczniów rozbudzi zamiłowanie do wykonywania przez nich samych obserwacyj niebieskich i zainteresowanie się głębsze kosmografją i geografją matematyczną“.

Ta zachęta i życzliwe przyjęcie mego referatu o tych pomocach szkolnych, wygłoszonego na III Ogólnopolskim Zjeździe Nauczycieli Geografji we Lwowie w r. 1928,¹ skłoniły mnie do napisania moich uwag p. t. „Najważniejsze pomoce przy nauce geografji matematycznej“ i umieszczenia ich w „Bibliotece geograficzno-dydaktycznej“. Ponieważ okazało się, że zagadnienia nie omówię w ramach jednego zeszytu, którego rozmiary są określone przez Redakcję, po-

¹ A. Tarnawski: Proste przyrządy do nauki o pozornym ruchu słońca i rzeczywistych ruchach ziemi. Czasopismo Geograficzne 1929. Tom VII, str. 137—139.

stanowiłem je rozbić na kilka części. W pierwszej części omówiłem gnomon i jego użycie.

Ze poświęcenie gnomonowi całego zeszytu „Biblioteki geograficzno-dydaktycznej“ jest zupełnie uzasadnione, stwierdza to prof. K r a s s o w s k i w ocenie przedstawionych przeze mnie przyrządów, mówiąc między innymi: „Gnomon, ten najpierwotniejszy przyrząd astronomiczny, ... winien być jak najszerzej wprowadzony nie tylko przy wykładach kosmografii w szkole średniej, lecz nawet w klasach najmłodszych, w których są podawane propedeutycznie najważniejsze wiadomości z geografii matematycznej... Gnomon jest to najprostszy i najtańszy przyrząd, dający możliwość nauczycielowi rozwiązać wobec uczniów z bezpośrednich obserwacji szereg zasadniczych zagadnień, będących w związku z ruchem słońca na sklepieniu niebios... Aby wprowadzić gnomon do użytku szkolnego, należałoby zaopatrzyć ten instrument w drobiazgową instrukcję, jak się nim należy posługiwać, aby uzyskać najlepsze rezultaty oraz podać tabliczki, dające przybliżone deklinacje słońca i równanie czasu... w ciągu roku“.

Przy pisaniu tej książeczki musiałem pokonać znaczne trudności, ponieważ przedmiot trzeba było przedstawić w sposób prosty, zrozumiały, bez zbytniego uciekania się do wzorów z trygonometrii płaskiej i sferycznej. Poza tem musiałem opisać dokładnie sam przyrząd i jego zastosowanie, aby nauczyciel odniósł z książki pełną korzyść i mógł ją w szkole zastosować. W ugrupowaniu zagadnień wychodziłem od rzeczy łatwiejszych do coraz trudniejszych. Naturalnie, w szkole powszechnej i w gimnazjum niższym można przeprowadzać tylko ćwiczenia łatwiejsze, jak np. stwierdzenie związku między stanowiskiem słońca na niebie a kierunkiem i długością cienia, obliczanie wysokości słońca, oznaczanie linii południkowej i czasu prawdziwego południa. W gimnazjum wyższym, seminarjum i wyższych kursach nauczycielskich należy prze-

rabiać wszystkie zagadnienia. Przy nauce matematyki w wyższych klasach gimnazjalnych może ta książeczka również się przydać, gdyż podaje materiał do pewnych zagadnień matematycznych.

Ostatni rozdział książeczki poświęciłem zegarowi słonecznemu.

Nauczyciel powinien przy korzystaniu z niej zaznajomić się z popularnym podręcznikiem Kosmografji M. Ernsta, oraz posługiwać się tablicami Kalendarza astronomicznego z danego roku. O ile książeczka znajdzie życzliwe przyjęcie u sfer nauczycielskich, wyrażam nadzieję, że redakcja „Biblioteki geograficzno-dydaktycznej“ podejmie się corocznego wydawnictwa potrzebnych dla szkoły tablic astronomicznych.

Niech mi będzie wolno złożyć serdeczne podziękowanie prof. Uniwersytetu Poznańskiego dr. Stanisławowi Pawłowskiemu za przejrzanie manuskryptu i wykonanie rycin przez Instytut Geograficzny, oraz prof. Szkoły Budownictwa w Poznaniu p. Andrzejowi Marconiemu za pożyczenie z własnego księgozbioru kilku cennych rozpraw.

Rozdział I.

Istota i dzieje gnomonu.¹

Gnomonem nazywamy pionowy pręt, rzucający cień w dzień słoneczny na płaszczyznę poziomą. Cień zmienia swą długość i kierunek w ciągu dnia i roku. To pozwala nam śledzić ruch słońca na niebie i obliczać jego wysokość w danym czasie. Zapomocą gnomonu można również oznaczyć kierunek południkowy, czas miejscowy, szerokość i długość geograficzną, nachylenie ekliptyki do równika i t. d. Jest to zatem przyrząd nadzwyczaj wielkiego znaczenia w nauce szkolnej, tem bardziej, że w swej budowie odznacza się zupełną prostotą. Zasługuje przeto na wszechstronne zastosowanie w szkole.

Gnomon był już znany w czasach odległej starożytności. Najstarszą wzmiankę o zastosowaniu gnomonu znajdujemy u Chińczyków około r. 1100 przed nar. Chr. Obserwując kierunek i długość cienia, rzucanego przez gnomon, oznaczyli oni czas południa i kierunek południkowy, czas przesilenia zimowego i letniego oraz nachylenie ekliptyki do równika na $23^{\circ} 54'$, a nawet długość roku na $365\frac{1}{4}$ dnia. Indowie również umieli zapomocą gnomonu oznaczać linię południka,

¹ Kramsztyk St.: Dzieje astronomji. Dzieje myśli. Tom I. Poradnik dla samouków. Warszawa 1907.

Lebon E.: Krótki zarys dziejów astronomji. Przekład St. Bouffała, Warszawa 1903.

Drecker J.: Gnomone und Sonnenuhren. Akwizgran 1909.

Löschner H.: Über Sonnenuhren. Graz 1906.

przyczem posługiwali się kołami koncentrycznymi, wykreślonymi dokoła podstawy gnomonu.

Zapewne Babilończycy i Egipcjanie znali od bardzo dawnych czasów gnomon i jego użycie. Świadczy o tem wzmianka Herodota¹ (II, 109), który podaje, że Grecy zaznajomili się z gnomonem u Babilończyków, oraz fakt, że w Egipcie musiały obeliski służyć za gnomony, skoro jak podaje Plinjuś¹ (XXVI, 15), cesarz August kazał pierwszy do Rzymu sprowadzony obelisk postawić na polu Marsowem jako gnomon. Zresztą należy tu wspomnieć, że ściany piramid egipskich odpowiadają 4 głównym stronom świata, co pozwala wnioskować, że Egipcjanie już od bardzo dawna umieli dokładnie określić kierunek południka. W Grecji pierwszy gnomon posiadała Sparta. Sporządził go Anaksymander, uczeń Talesa z Miletu, około połowy VI wieku dla pomiaru wysokości słońca i oznaczenia południa. Obserwacje w czasie przesilen słońecznych pozwoliły mu oznaczyć kąt nachylenia ekliptyki do równika na 24°.

W Rzymie — jak wyżej wspomniano — używano obelisków egipskich za gnomony. Arabowie przejęli od Greków wiadomości z astronomji, a wraz z tem i posługiwanie się gnomonem. Rozpowszechnienie gnomonu u Arabów pozostaje w związku z przepisem koranu, by w czasie modlitwy zwracać się twarzą w stronę Mekki. Ten kierunek wyznaczano zapomocą gnomonu. Od końca XV wieku zaczęli włoscy astronomowie używać gnomonów w postaci zupełnie odmiennej od dotychczasowych. Mianowicie wiercono w sklepieniu kościelnem otwór, przez który przedzierało się światło słoneczne i rzucało jasną plamkę na posadzkę kościoła, na której była nakreślona linja południkowa. Gnomon w tej postaci zastosował pierwszy Paweł Toscanelli w r. 1468 w kopule katedry

¹ Zobacz: Drecker: Gnomone und Sonnenuhren j. w. str. 4.

florenckiej. Otwór w kopule znajdował się 277 stóp ponad ziemią. Dokładność obserwacji kulminacji słońca t. j. przejścia jego przez południk miała wynosić $\frac{1}{2}$ sekundy. Podobne gnomony wykonywano później i w innych krajach Europy.

Największe jednak zastosowanie miał gnomon i pokrewny mu polos jako zegar słoneczny. O tem będzie mowa w osobnym rozdziale.

Rozdział II.

Konstrukcja gnomonu.¹

Do użytku szkolnego nadaje się gnomon zupełnie prostej budowy. Uczeń powinien go sobie sam wykonać. Naturalnie szkoła może mieć gnomon precyzyjny. Ryciny 1—7 przedstawiają gnomony w różnej, ale zupełnie prostej postaci. Należy tu jeszcze zwrócić uwagę na kształt gnomonu, znajdującego się w podręczniku Romera-Polaczkówny: Geografia dla II kl. szkół średn., V i VI kl. szkół powszechn. Poza tem za gnomony służyć mogą wszelkiego rodzaju słupy, stojaki, druty wbite pionowo i t. p.

Na rycinie 1 i 3 gnomon ma kształt pionowego metalowego pręta na podstawie. Ryc. 2 przedstawia gnomon z kulką u góry dla silniejszego zaznaczenia granicy cienia. Na ryc. 4 i 7 widzimy gnomon w postaci słupka pionowego, zakończonego małą tarczą z otworkiem, przez który przechodzi pro-

¹ Böttcher J. E.: Beobachtung des Sonnenlaufs durch die Schüler. (Zeitschrift für mathematischen und naturwiss. Unterricht. Lipsk 1885).

Höfler A.: Didaktik der Himmelskunde u. der astronomischen Geographie Lipsk 1913.

Höfler A.: Ein Gnomon mit Aequatorialsonnenuhr. Zeitschrift für den physik. und chemisch. Unterricht. Berlin 1892.

Pick A.: Die elementaren Grundlagen der astronomischen Geographie. Wiedeń 1914.



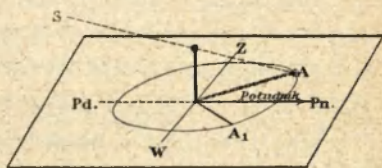
Ryc. 1. Gnomon na dziedzińcu szkolnym. Obserwacja zmiany kierunku i długości cienia. Wyznaczenie południka zapomocą jednego koła.

Fot. A. Tarnawski.

jest u góry w tarczę z otworkiem; kształt jego wskazuje, że służy on do dokładniejszych obserwacji. Jest to pręt pionowy na podstawie, u góry zagięty, z tarczą nachyloną. Otworkiem musi się znajdować dokładnie nad środkiem zakreślonego koła. W tym celu spuszczone jest ze środka tarczy pion, którego koniec pada na środek koła. Śledzimy tu — jak i u innych gnomonów — z otworkiem — gdzie padnie jasna plamka t. j. obraz promienia słonecznego.

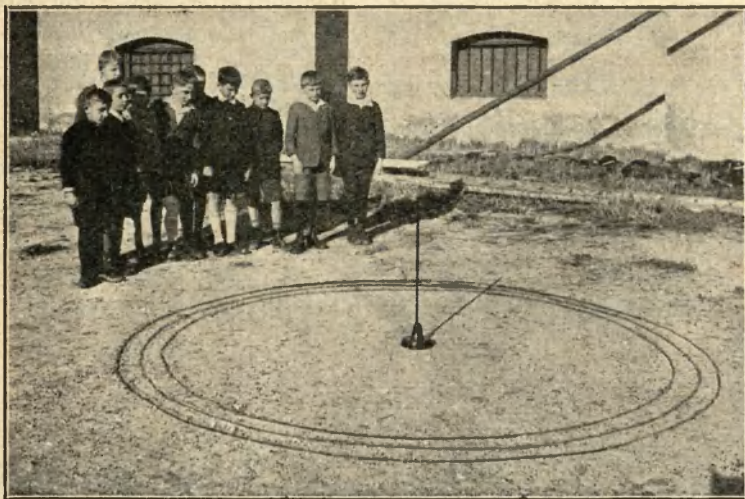
Należy tu zaznaczyć, że tylko pierwsze obserwacje, mające na celu wprowadzenie uczniów w istotę zjawiska, robi się na podwórzu szkolnym i używa się do tego gnomonów większych rozmiarów,

mień słoneczny i odbija się jako jasna plamka na płaszczyźnie poziomej. Gnomon na ryc. 5 ma kształt 2 płaszczyzn pionowych, ustawionych pod pewnym kątem względem siebie; w górnej części krawędzi znajduje się mały otvorek, przez który dostaje się promień słoneczny i odbija się na cieniu gnomonu jako jasna plamka. Również gnomon na ryc. 6 zaopatrzone



Ryc. 2. Gnomon z kulką. Wyznaczenie południka zapomocą jednego koła.

jak to wskazuje ryc. 1 i 3. Natomiast obserwacje dokładniejsze robi się na płaszczyźnie stołu, ustawionej dokładnie poziomo, co należy zbadać zapomocą libelli. Również należy skontrolować, czy słupek gnomonu ma położenie pionowe, co można stwierdzić zapomocą 2 ekierek, przyłożonych do niego. O ile gnomon ma być stale umocowany, to buduje

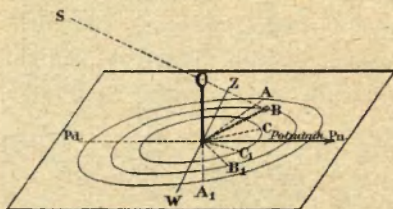


Ryc. 3. Gnomon na dziedzińcu szkolnym. Wyznaczanie południka zapomocą 3 kół koncentrycznych.

Fot. A. Tarnawski.

się do tego celu specjalny stół i umieszcza się go na białej w ziemię podstawie na dziedzińcu szkolnym lub w tej części budynku szkolnego, która jest zwrócona ku południowi. O ile zaś specjalnego stołu zakład nie posiada, to umieszcza się gnomon trwale na płycie, którą ustawia się na zwykłym stole (ryc. 7). Przy gnomonach z otworkiem byłoby praktycznym, aby słupek mógł się obracać pionowo w rurce, tkwiącej w płycie, naturalnie dokładnie przylegając do niej. To

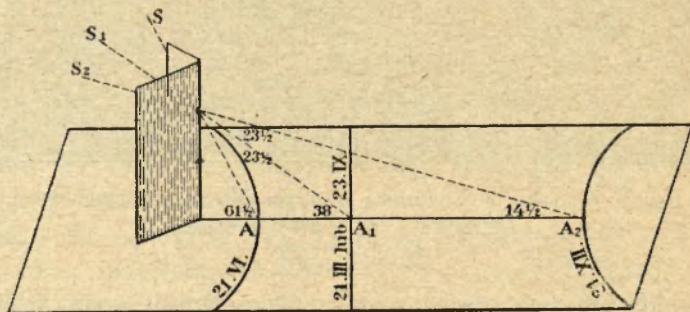
zwiększyłyby dokładność obserwacji, gdyż przez odpowiednie nakręcenie słupka tarcza zwracałaby się swą płaszczyzną ku



Ryc. 4. Gnomon zakończony tarczą z otworki-m. Wyznaczenie południka zapomocą 3 kół koncentrycznych.

słońcu, a tem samem i plamka, rzucona jej otworkiem przez promień słoneczny, miałaby kształt zbliżony do koła. W innym wypadku ma ona kształt coraz bardziej wydłużającej się elipsy w miarę coraz więcej ukośnego położenia tarczy gnomonu względem słońca, — co powoduje coraz mniejszą dokładność

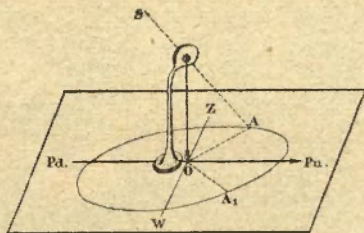
obserwacji. Na płycie, o ile ta jest ścieralną, rysuje się koła współśrodkowe. W środku tych kół znajduje się gnomon. W innym wypadku rysuje się potrzebną ilość kół na papierze



Ryc. 5. Gnomon z otworkiem. Słońce w czasie zrównań dnia z nocą i przesilen. Wyznaczenie pochyłości ekliptyki. Wyznaczenie szerokości geograficznej. Drogi cienia w czasie zrównań dnia z nocą i przesilen. (Według Höflera).

rze i przytwierdza się go w dniu obserwacji do płyty, jak to wskazuje ryc. 7. Środek tych kół winien się zejść ze środkiem podstawy gnomonu. Długość gnomonu ma być zastosowana

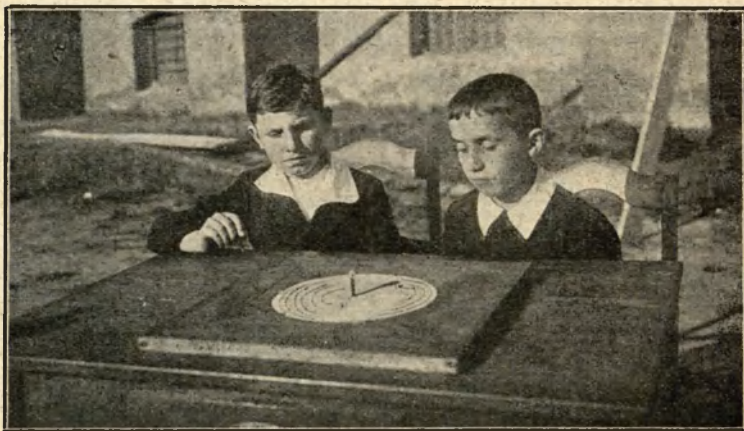
do wielkości kół koncentrycznych, wykreślonych na płycie. Ze względu na to, że w porze zimowej długość cienia jest o wiele większa, gnomon nie powinien być tem samem zbyt wielkich, raczej małych rozmiarów, np. 6—10 *cm*, odpowiednio do wielkości podstawy. Ale można też użyć dla pory zimowej i letniej gnomonów różnej długości np. w porze zimowej gnomonu wysokiego na kilka, a w letniej na kilkanaście *cm*. Wymiary te mogą być znaczniejsze, o ile płyta, na której jest umieszczony gnomon, jest większa.



Ryc. 6. Gnomon ulepszony z pionem, spuszczoneym ze środka tarczy z otworkiem do środka koła. Wyznaczenie południka zapomocą jednego koła. (Według Picka).

Precyzyjnie zbudowany gnomon z otworkiem, umieszczony na specjalnie w tym celu wykonanej płycie z białego marmuru, o powierzchni 1 *m*², spoczywającej na kamiennym, wbitym w ziemię cokole, wysokości 90 *cm*, przedstawia nam Höfler.¹ Tarcza z otworkiem jest przesuwalna pomiędzy dwoma słupkami pionowemi, ze sobą złączonemi u góry i dołu poprzecznymi ramionami. Poprzeczne dolne ramię gnomonu zaopatrzone jest w środku w pionowy czopek na kilkanaście *cm* długi, który się wkłada w rurkę, przebijającą płytę i przytwierdzoną do podstawy. Zapomocą czopka może się cały gnomon swobodnie pionowo obracać dokoła swej osi. Tarczę z otworkiem, która jest właściwą częścią gnomonu, można zapomocą specjalnych śrubek umocować na pewnej wysokości. W tym celu na słupkach są wryte dwie poziome kreski na wysokości 50 *cm* i 25 *cm*. Na pierwszą wysokość

¹ Höfler A.: Ein Gnomon mit Aequatorialsonnenuhr j. w., oraz w dodatku II do swej dydaktyki geografji astronomicznej str. 365—368.

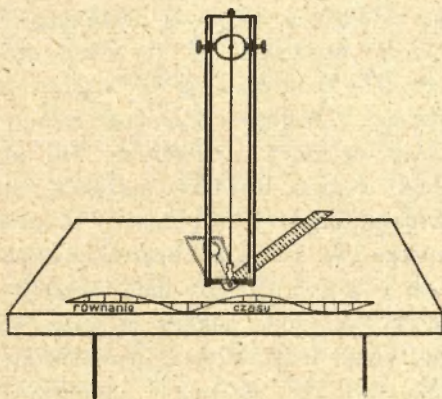


Ryc. 7. Gnomon z otworkiem. Cwiczenie w wyznaczaniu południka zapomocą kilku kół.

Fot. A. Tarnawski.

nastawia się otworek tarczy w lecie, na drugą w zimie. Ze środka górnego poprzecznego ramienia spuszczonej jest na cienkim druciku, przechodzącym przez otworek tarczy, pion. Służy on do stwierdzenia, że otworek znajduje się prostopadle nad środkiem dolnego poprzecznego ramienia gnomonu, a tem samym nad środkiem osi, dokoła której gnomon się obraca. Naturalnie jest to wtedy możliwe, gdy płyta stołu jest zapomocą libelli dokładnie poziomo ułożona. Przy obrocie gnomonu stwierdza to również fakt, że jasna plamka słoneczna na płycie nie zmienia swego położenia. Należy jeszcze dodać, że gnomon nie jest umieszczony na środku płyty, ale bliżej jej południowej krawędzi, aby było po stronie przeciwnej dość miejsca na płycie dla posuwającego się cienia. Dla dokonywania pomiarów cienia i rysowania jego kierunku na płycie umieszczona jest na osi gnomonu ruchooma podziałka centymetrowa w ten sposób, że zakończona

jest pierścieniem, a czepek pionowy, osadzony pod dolnym poprzecznym ramieniem gnomonu, przechodzi najpierw przez pierścień linijki, a dopiero potem wchodzi w otwór płyty. W ten sposób linijka spoczywa bezpośrednio na płycie i może się po niej dokoła osi obracać.



Ryc. 8. Gnomon-Höflera.

Każdy inny gnomon prostej konstrukcji można zaopatrzyć w podobną podziałkę, obracając się dokoła jego osi. O dokładności budowy gnomonu Höflera świadczy również narysowana tuż przy południowej krawędzi płyty krzywa równania czasu.

Rozdział III.

Zastosowanie gnomonu.¹

1. Gnomon służy do stwierdzenia ścisłego związku między stanowiskiem i wysokością słońca na niebie a kierunkiem i długością cienia, rzucanego przez jakiś przedmiot. W tym celu przeprowadza się obserwacje

¹ Jędrzejewicz J.: Kosmografja. W opracowaniu M. Ernsta. II wyd. Warszawa 1907.

Ernst M.: Kosmografja, podręcznik dla szkół średnich. IV wyd. Warszawa 1925.

Ks. Kowalski T.: Chronometria czyli nauka oznaczania czasu miejscowego z położenia światła niebieskich. Jarosław 1886.

na dziedzińcu szkolnym przynajmniej raz na miesiąc, a w jednym i tym samym dniu 5—9 razy dziennie. Naturalnie, w porze letniej można zacząć obserwacje wcześniej, a kończyć później. Długość i kierunek cienia w chwili każdej obserwacji dziennej zaznacza się, wbijając palik przy końcu każdego cienia. Również można to robić na arkuszu papieru, podstawionym pod gnomon, ustawiony na stole. Uczniowie, znacząc w chwilach obserwacji koniec każdego cienia punktem i zaopatrując go datą godziny obserwacji, a następnie łącząc wszystkie punkty ze sobą, otrzymują niejako odbicie pozornej drogi słońca, przeniesionej z wydrążonej kuli, za jaką uważamy sklepienie niebieskie, na płaszczyznę poziomą. Każda, co miesiąc przeprowadzona obserwacja poucza nas, że kształty linii, jakie tworzą połączone ze sobą końcowe

Wagner H.: Lehrbuch der Geographie, I tom. IX wyd. 1912, X wyd. 1920. Hannover i Lipsk.

Böttcher J. E.: Beobachtung des Sonnenlaufs durch die Schüler, j. w.

Höfler A.: Didaktik der Himmelskunde, j. w.

Höfler A.: Ein Gnomon mit Aequatorialsonnenuhr, j. w.

Pick A.: Die elementaren Grundlagen der astronomischen Geographie, j. w.

Martus H.: Astronomische Erdkunde. Ein Lehrbuch angewandter Mathematik. IV wyd. Drezno 1912.

Pressler M.: Der Zeitmessknecht oder der Messknecht als Normaluhr. Brunswik 1856.

Rüsewald K.: Praktische Erdkunde. Übungen und Beobachtungen. II wyd. Wrocław 1925.

Günther S.: Astronomische Geographie. Sammlung Göschen. Lipsk.

Rouch J.: Pour comprendre le Ciel et l'Atmosphère. Paryż 1925.

Eilers G.: Am Schattenstab. Eine volkstümliche Himmelskunde in geschichtlicher Anordnung. Brunświk i Hamburg 1921.

Kalendarz astronomiczny Towarzystwa Miłośników Astronomji na rok 1929. Warszawa 1928.

Wojtowicz Wł.: Tablice matematyczno-fizyczne czterocyfrowe dla użytku szkół średnich. Wyd. V Warszawa,

punkty cieni, rzucanych przez gnomon, są różne, o większej lub mniejszej krzywiźnie i jedynie 21/III i 23/IX są liniami prostymi (por. ryc. 5 i 11). Te obserwacje nie tylko pozwalają uczniom stwierdzić różny kształt dziennej drogi cienia w różnych porach roku, lecz przede wszystkim zauważyć, że cień pada zawsze w przeciwnym kierunku od stanowiska słońca na niebie, oraz że jest tem krótszy, im słońce jest wyżej, zatem zmniejsza się w miarę zbliżania się ku porze południowej. Uczniowie sami zauważą przez porównanie kartek z poszczególnych miesięcznych obserwacji, że długości cienia w ciągu roku w odpowiednich godzinach są różne, a mianowicie, że są najmniejsze w lecie, a najdłuższe w zimie.

2. Zapomocą gnomonu można wyznaczyć kierunek południka. Wiemy już, że w chwili kulminacji (najwyższego stanowiska słońca na niebie w danym dniu) cień gnomonu jest najkrótszy. Aby więc oznaczyć kierunek południkowy, należałoby koniec najkrótszego cienia połączyć ze środkiem podstawy gnomonu. Ta linia byłaby linią południkową. Jednak koło południa zmienia się długość cienia tak powoli, że w ten sposób nie możnaby dokładnie wyznaczyć kierunku południkowego. Robi się to w sposób następujący. Na wyrównanej części podwórza szkolnego kreśli się koło i ustawia się lub wbija w jego środku pionowy pręt (zob. ryc. 1). Długość pręta musi pozostawać w takim stosunku do promienia koła, ażeby cień pręta w południe był krótszy od promienia. Następnie rozpoczynamy obserwacje na kilka godzin przed południem i widzimy, że cień wychodzi poza koło, ale staje się coraz krótszy, aż wreszcie w pewnej chwili jego koniec padnie na obwód koła. Punkt ten utrwalamy przez wbicie palika i notujemy czas, w jakim to się stało. Widzimy dalej, że cień jest coraz krótszy i znajduje się już wewnątrz koła. Po południu stwierdzamy, że cień rośnie coraz bardziej i że w pewnej chwili jego koniec pada

znów na koło. Punkt ten utrwalamy również zapomocą palika. Teraz dzielimy łuk pomiędzy zaznaczonymi punktami na dwie równe części i punkt podziału łączymy ze środkiem koła. Otrzymana linja przedstawia nam kierunek południowo-północny, a więc południk. Te obserwacje powtarzamy kilkakrotnie w następnych dniach, by wynik kontrolować i możliwie zmniejszyć błąd w oznaczeniu południka. Naturalnie uczniowie zauważają równocześnie, co potem stwierdzają przy późniejszych obserwacjach w ciągu roku, że kierunek cienia w południe się nie zmienia. To samo da się dokładniej wykonać na gnomonie małym, ściśle pionowo ustawionym na poziomej płaszczyźnie stołu. W tym celu podkładamy pod gnomon arkusz papieru z kołem odpowiedniej wielkości tak, by środek podstawy padł na środek koła (zob. ryc. 2), lub by pion, spuszczonej z otwórka wygiętego gnomonu, padł na środek koła (zob. ryc. 6).

W celu zmniejszenia błędów przy obserwacjach używa się kilku kół koncentrycznych (zob. ryc. 3, 4). W pewnej chwili przed południem padnie koniec cienia (względnie jasna plamka przy użyciu gnomonu z dziurką) na koło zewnętrzne w punkcie A (ryc. 4). Następnie cień staje się coraz krótszy i koniec jego pada kolejno na dalsze koła w punktach B i C . W ten sam sposób po południu pada koniec cienia kolejno na punkty C_1 na kole najmniejszym, potem na B_1 na kole większem, wreszcie na A_1 na kole największem. Następnie połowimy łuk AA_1 i kreślimy południk Pd.-Pn. Po przepołowieniu łuków BB_1 i CC_1 stwierdzamy, czy wszystkie linje, powstałe przez połączenie środka kół z punktami przepołowienia łuków na poszczególnych kołach, padły na siebie. W przeciwnym razie musimy wypośredkować z tych 3 linii prawdziwy kierunek południka.¹

¹ Jest to następstwem zmienności deklinacji słońca, jaka zachodzi między obserwacjami przed i po południu. O deklinacji słońca jest mowa później.

3. Gnomon służy nam również do wyznaczenia wysokości słońca w danej chwili, a zwłaszcza w południe. W tym celu mierzymy długość cienia, a znając długość gnomonu, rysujemy trójkąt prostokątny i za pomocą kątomierza wyznaczamy kąt, jaki tworzy promień słońca, przechodzący przez koniec lub przez otworek gnomonu, z płaszczyzną poziomą. Kąt ten jest właśnie wysokością słońca. Ryc. 5 przedstawia wysokość słońca w południe w czasie przesilen i zrównań dnia z nocą na szerokości geogr. 52° . Jeżeli gnomon jest większych rozmiarów, nie możemy narysować ani jego, ani cienia w naturalnej wielkości czyto na tablicy, czy też w zeszytach. Musimy tu zastosować odpowiednią podziałkę np. 1 : 10.

Rzeczywista długość	Długość w podz. 1 : 10	Wysokość słońca
gnomon — 1 m cień — 1 m 2 dm	1 dm 1 dm 2 cm	40°

Wysokość słońca można też dokładniej obliczyć z wzoru trygonometrycznego

$$\text{tang. } w = \frac{\text{długość gnomonu}}{\text{długość cienia}} = \frac{1 \text{ m}}{1.2 \text{ m}} = 0.83.$$

Z tego wysokość słońca $w = 39^{\circ}50'$. Gdybyśmy chcieli obliczyć ściślej tę wysokość, musielibyśmy zrobić poprawkę, wynikającą z nieuwzględnienia kąta widzenia połowy tarczy słonecznej, który wynosi około $\frac{1}{4}^{\circ}$.¹ Zatem okrągło o $15'$ musielibyśmy zmniejszyć wysokość słońca, czyli kąt, jaki tworzy promień słońca z końcem cienia, gdyż promień ten wychodzi nie ze środka słońca, ale od jego górnego brzegu. Również musielibyśmy zmniejszyć wysokość słońca o wartość refrakcji t. j. atmosferycznego załamania promieni słonecz-

¹ Wagner H.: Lehrbuch der Geographic § 45, str. 77; Sydow-Wagner: Methodischer Schulatlas tabl. I, fig. 7.

nych, wskutek czego słońce zdaje się być wyżej, niż jest w rzeczywistości. Wielkość załamania promieni słonecznych maleje z wysokością słońca. Gdy bowiem wysokość słońca równa się 0° , refrakcja wynosi przeszło $36'$, gdy zaś wysokość słońca przekracza 45° , refrakcja wynosi już mniej niż $1'$, a przy wysokości 90° refrakcja maleje do zera.¹ Podajemy poniżej wartości normalnej refrakcji według Radau a.²

Wysokość słońca	Refrakcja	Wysokość słońca	Refrakcja
0°	$36' 36''$	20°	$2' 44''$
1°	$25' 37''$	25°	$2' 8''$
2°	$19' 7''$	30°	$1' 44''$
3°	$14' 59''$	35°	$1' 26''$
4°	$12' 12''$	40°	$1' 11.5''$
5°	$10' 13.5''$	45°	$1' 0''$
6°	$8' 46''$	50°	$50''$
7°	$7' 39''$	60°	$35''$
8°	$6' 47''$	70°	$22''$
9°	$6' 4.5''$	80°	$11''$
10°	$5' 30''$	90°	$0''$
15°	$3' 41''$		

U w a g a: Refrakcja astronomiczna zależna jest od temperatury i ciśnienia barometrycznego. Przy szkolnych obliczeniach nieznacznych z tego powodu poprawek uwzględniać nie potrzeba.

Po uwzględnieniu tych poprawek nasze obliczenie wysokości słońca $w = 39^{\circ} 50'$ zmniejszy się: 1) o kąt widzenia połowy tarczy słonecznej t. j. około $15'$ i 2) o refrakcję dla 40° wysokości słońca t. j. o $1' 11.5''$, czyli wysokość słońca będzie równa $w = 39^{\circ} 33' 48.5''$.

4. Przy pomocy gnomonu można także oznaczyć pochyłość ekliptyki. Słońce posuwa się pozornie

¹ Wagner j. w. str. 77 i 78; Ernst: Kosmografia j. w. str. 101 i 102.

² Kalendarz astronomiczny na r. 1929, str. 70.

w ciągu roku po drodze, która z równikiem niebieskim tworzy kąt $23\frac{1}{2}^{\circ}$. Tę drogę słońca nazywamy ekliptyką, a kąt $23\frac{1}{2}^{\circ}$ zwiemy pochyłością (według Ernsta) lub nachyleniem ekliptyki. Rysunek, przedstawiający równik, ekliptykę i jej pochyłość, znajdzie nauczyciel w każdym podręczniku geografji ogólnej.¹ Pochyłość ekliptyki można obliczyć zapomocą gnomonu, a to z pomiaru wysokości słońca w południe 21. VI. i 21. XII. (ryc. 5).

Wysokość ta wynosi np.:

w Warszawie 21. VI.	$61\frac{1}{2}^{\circ}$
21. XII.	$14\frac{1}{2}^{\circ}$
różnica	47°

Ponieważ równik niebieski znajduje się w środku pomiędzy temi dwiema wysokościami, czyli kulminacjami słońca, przeto pochyłość ekliptyki obliczymy, dzieląc różnicę obu krańcowych wysokości słońca przez dwa, t. j.:

$$\frac{47}{2} = 23\frac{1}{2}^{\circ}.$$

Po raz pierwszy w ten sposób obliczyli pochyłość ekliptyki Chińczycy około roku 1100 przed Chr.² W tym celu zbudowali w Lo-jang, w dzisiejszej prowincji Hu-nan, obelisk wysokości 8 stóp, który w czasie przesilenia letniego rzucał cień długości 1·5 stopy, a w czasie przesilenia zimowego 13 stóp. Z tego można było obliczyć wysokość słońca w tych dniach

$$\left(\text{tang. } w_1 = \frac{8}{1.5}, \text{ tang. } w_2 = \frac{8}{13} \right).$$

Obliczona wartość pochyłości ekliptyki wynosiła $23^{\circ}54'$.

Do tych samych rezultatów dojść można, wyznaczając gnomonem wysokości słońca: a) w południe 21. III, t. j.

¹ Zobacz: Romer-Polaczkówna: Geografja dla II kl. szkół średnich, str. 84, rys. 70.

² Wagner, jak wyżej, § 80, str. 152.

w chwili przejścia słońca przez równik niebieski i b) 21. VI, t. j. w czasie najwyższego jego stanowiska na niebie i największego odchylenia od równika niebieskiego. Te wysokości wynoszą:

w Warszawie (ryc. 5) 21. VI. . .	$61\frac{1}{2}^{\circ}$
21. III. . .	38°
różnica . . .	$23\frac{1}{2}^{\circ}$.

Kąt $23\frac{1}{2}^{\circ}$ jest pochyłością ekliptyki. To samo można zrobić, biorąc pod uwagę wyznaczoną gnomonem wysokość słońca 23. IX, (słońce znajduje się wtedy drugi raz na równiku niebieskim) i 21. XII (słońce odchyła się wtedy od równika najdalej w drugą stronę). Te wysokości wynoszą:

w Warszawie (ryc. 5) 23. IX. . .	38°
21. XII. . .	$14\frac{1}{2}^{\circ}$
różnica . . .	$23\frac{1}{2}^{\circ}$.

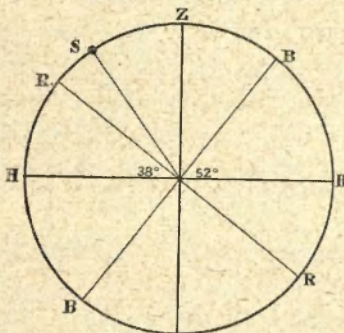
Otrzymaliśmy znów pochyłość ekliptyki, która dokładnie wynosi $23^{\circ}27'$.

5. Gnomon służy również do oznaczenia szerokości geograficznej w danej miejscowości. Aby postępowanie, potrzebne w tym wypadku, zrozumieć, musimy w pierw zapoznać się z niektórymi punktami, linjami i kątami na niebie ponad widnokregiem miejsca obserwacji.

Wyjaśnia to ryc. 9. Widzimy na niej widnokrąg HH , równik niebieski RR , oś niebieską BB , zenit Z , t. j. najwyższy punkt na sklepieniu niebieskiem, wzniesienie równika ponad widnokrąg HR , t. j. łuk, względnie kąt, jaki tworzy równik RR z widnokregiem HH (w Warszawie okrągło 38°), wysokość bieguna HB t. j. łuk, względnie kąt, jaki tworzy biegun z widnokregiem (w Warszawie okrągło 52°), górowanie czyli kulminację słońca HS , t. j. wysokość słońca w da-

nym dniu w południe, deklinację słońca RS , t. j. odległość słońca od równika niebieskiego.¹

Wiadomo, że najłatwiej można oznaczyć szerokość geograficzną z wysokości gwiazdy polarnej. Obserwując gwiazdę polarną na równiku, widzimy ją zupełnie nisko, bo w płaszczyźnie widnokręgu. Idąc od równika ku biegunowi, widzimy ją coraz wyżej, np. w Warszawie pod kątem 52° . Na samym biegunie znajduje się ona w zenicie, t. j. widzimy ją pod kątem 90° . Z tego wynika, że chcąc oznaczyć szerokość geograficzną danego miejsca np. Warszawy, wystarczy zmierzyć wysokość gwiazdy polarnej nad widnokręgiem tego miejsca.



Ryc. 9. Ważniejsze współrzędne astronomiczne.

Szerokość geograficzną można również wyznaczyć z wysokości słońca w południe. Już wiemy, że wysokość bieguna (gwiazdy polarnej) w danej miejscowości równa się szerokości geograficznej tegoż miejsca. Na ryc. 9 widać, że wzniesienie równika HR spełnia się z wysokością bieguna BH , a więc i z szerokością geograficzną do 90° , t. j. $38^\circ + 52^\circ = 90^\circ$. Zatem szerokość geograficzną znajdziemy, odejmując od 90° wzniesienie równika ponad widnokrąg. Ponieważ słońce znajduje się 2 razy w roku, t. j. 21. III. i 23. IX. na równiku, przeto z wysokości słońca w tych dniach w południe można oznaczyć szerokość geograficzną. Gdy więc w Warszawie wysokość słońca 21. III. lub 23. IX., zmierzona gnomonem w południe, wynosi 38° , to szerokość geograficzna równa się $90^\circ - 38^\circ = 52^\circ$.

¹ Dokładne wiadomości znajdzie czytelnik w podręczniku Ernsta: Kosmografia j. w.

Również z wysokości słońca w czasie przesileni można obliczyć szerokość geograficzną. Gdy więc w Warszawie 21. VI. kulminacja słońca wynosi $61\frac{1}{2}^{\circ}$, a deklinacja $+23\frac{1}{2}^{\circ}$, to wzniesienie równika równa się $61\frac{1}{2}^{\circ} - 23\frac{1}{2}^{\circ} = 38^{\circ}$, a szerokość geograficzna $90^{\circ} - 38^{\circ} = 52^{\circ}$. To samo 21. XII. kulminacja słońca wynosi $14\frac{1}{2}^{\circ}$, a deklinacja $-23\frac{1}{2}^{\circ}$, zatem wzniesienie równika równa się $14\frac{1}{2}^{\circ} + 23\frac{1}{2}^{\circ} = 38^{\circ}$, a szerokość geograficzna $90^{\circ} - 38^{\circ} = 52^{\circ}$. Można wreszcie na wzór Chińczyków oznaczyć szerokość geograficzną z obserwacji najwyższego i najniższego stanu słońca, t. j. 21. VI. i 21. XII. Gdy najwyższy stan słońca w lecie (21. VI.) nazwiemy W_l , a najniższy stan w zimie (21. XII.) W_z , to wzniesienie równika wynosi $\frac{W_l + W_z}{2}$, a szerokość geograficzna równa się

$$\begin{aligned} 90^{\circ} - \frac{W_l + W_z}{2} &= 90^{\circ} - \frac{61\frac{1}{2}^{\circ} + 14\frac{1}{2}^{\circ}}{2} = 90^{\circ} - \frac{76^{\circ}}{2} = \\ &= 90^{\circ} - 38^{\circ} = 52^{\circ}. \end{aligned}$$

Dotąd rozpatrywaliśmy wyznaczanie szerokości geograficznej z kulminacji słońca w czasie zrównań i przesileni dnia z nocą. Zauważyliśmy już, że zachodzi ścisły związek między kulminacją słońca i jego deklinacją, a szerokością geograficzną. Oznaczmy szerokość geograficzną przez φ , wysokość słońca w południe przez w , a deklinację słońca przez δ ; w lecie, gdy słońce jest powyżej równika niebieskiego,

$$w - \delta + \varphi = 90^{\circ}, \text{ z tego } \varphi = 90^{\circ} - w + \delta,$$

a w zimie, gdy słońce jest poniżej równika niebieskiego,

$$w + \delta + \varphi = 90^{\circ}, \text{ z tego } \varphi = 90^{\circ} - w - \delta.$$

Ogólny zatem wzór na szerokość geograficzną brzmi:

$$\varphi = (90^{\circ} - w) \pm \delta.$$

Wzór ten wskazuje, że deklinacja jest dodatnia lub ujemna. Mianowicie w porze letniej t. j. od 21. III. do 23. IX. jest

dotadnią, a w porze zimowej t. j. od 24. IX. do 20. III. ujemną.

Załączona tabl. I. str. 55—61 podaje nam deklinację słońca o godz. 12 na każdy dzień w r. 1929 dla południka 0° (Greenwich).¹ W przybliżeniu można na podstawie tej tablicy obliczyć wprost szerokość geograficzną w jakimkolwiek dniu w roku. Mierzymy w danym dniu zapomocą gnomonu wysokość słońca w południe, wyszukujemy z tablicy I na ten dzień deklinację słońca i podstawiamy znalezione wartości we wzorze:

$$\varphi = (90^{\circ} - w) \pm \delta.$$

Np. mieliśmy 5. IV. 1929 obliczyć szerokość geograficzną Poznania.

Zmierzona wysokość słońca w południe wynosiła $43\frac{1}{2}^{\circ}$. Wyszukana z Kalendarza astronomicznego na r. 1929 deklinacja słońca dnia 5. IV. równa się $+5^{\circ} 59' 35''$ czyli okrągło $+6^{\circ}$.

Podstawiamy te wartości w powyższym wzorze:

$$\begin{aligned}\varphi &= 90^{\circ} - 43\frac{1}{2}^{\circ} + 6^{\circ} \\ \varphi &= 52\frac{1}{2}^{\circ}.\end{aligned}$$

Zatem szerokość geograficzna Poznania wynosi $52\frac{1}{2}^{\circ}$.

Dla dokładniejszego obliczenia szerokości geograficznej należy znać deklinację słońca w południe w miejscu obserwacji. Tymczasem załączona tablica I podaje deklinację słońca tylko dla południka 0° (Greenwich). Jednak w Kalendarzu astronomicznym są podane także godzinne zmiany deklinacji słońca. Są one bardzo małe, bo wynoszą w czasie przesilenia ułamek sekundy lub kilka sekund, a w czasie zrównań nie przekraczają jednej minuty. Chociaż załączona tablica I nie podaje tych godzinnych zmian deklinacji słońca, to jednak można je obliczyć, biorąc pod uwagę różnicę deklinacji 2 sąsiednich dni, np. 22 i 23 września.

¹ Na podstawie tablic z Kalendarza astronomicznego.

22/9	deklinacja słońca	wynosi	+	$0^{\circ} 24' 14''$
23/9	„	„	„	$+ 0^{\circ} 0' 51''$
dzienna różnica deklinacji słońca $0^{\circ} 23' 23''$.				

Dzieląc dzienną różnicę deklinacji słońca przez 24, otrzymamy godzinną zmianę deklinacji, która wynosi w tym wypadku $58'4''$.

Ponieważ Polska rozciąga się od $15^{\circ} 45'$ do $28^{\circ} 20'$ długości geogr. wsch. od Greenwich, przeto, gdy na południku 0° (Greenwich) jest godzina 12, to na zachodnim krańcu Polski jest godz. 13 min. 3, a na wschodnim godz. 13 min. 53 sek. 20. Z tego wynika, że na zachodnim krańcu Polski jest 1-godzinna, a na wschodnim prawie 2-godzinna zmiana deklinacji słońca w stosunku do południka Greenwich, co maksymalnie (w czasie zrównań) wynosi na zachodzie Polski 1 minutę a na wschodzie nie przekracza 2 minut. Jest to zatem tak nieznaczna różnica, że dla celów szkolnych zupełnie wystarcza oprzeć się wprost na tablicy z deklinacją słońca dla południka Greenwich.

Gdy porównamy ze sobą tablice słoneczne z kilku lat, zobaczymy, że deklinacja słońca w danym dniu np. 1 marca w każdym roku jest inna i że ta różnica uwydatnia się w minutach i sekundach. Dlatego dla dokładniejszych obliczeń należy co roku posługiwać się nowymi tablicami. Jest to możliwe, gdyż Kalendarz astronomiczny Towarzystwa Miłośników Astronomii ukazuje się co roku i jest wydawnictwem taniem.

Nadmienić należy, że w „Tablicach matematyczno-fizycznych czterocyfrowych“ Wł. Wojtowicza znajdują się również tablice słoneczne i podany jest sposób ich użycia w celu otrzymania deklinacji słońca w południe jakiegokolwiek dnia innego roku i dla jakiegokolwiek miejscowości, położonej na wschód od Greenwich. Naturalnie chodzi tu o dokładne obliczenia. W szkole, gdzie posługujemy się przyrządami prostymi, w tym wypadku gnomonem, zadowolamy się wynikami, zaakrąglonemi do pół stopnia. Dlatego tablice astronomiczne

z jednego roku mogą nam od biedy służyć i w najbliższych latach nawet bez uwzględnienia wymienionych różnic.

Wzór $\varphi = (90^\circ - w) \pm \delta$ można przekształcić na $\delta = (\varphi + w) - 90^\circ$.

Skoro więc znamy szerokość geograficzną danego miejsca i zmierzmy zapomocą gnomonu wysokość słońca w południe, to możemy obliczyć z podanego wzoru deklinację słońca.

Np. mieliśmy w Poznaniu 25. I. 1929 obliczyć deklinację słońca. Szerokość geograficzna Poznania wynosi $52\frac{1}{2}^\circ$. Wysokość słońca w południe 25. I. 1929 wynosiła $18\frac{1}{2}^\circ$. Podstawiamy te wartości we wzorze:

$$\delta = (\varphi + w) - 90^\circ$$

$$\delta = (52\frac{1}{2}^\circ + 18\frac{1}{2}^\circ) - 90^\circ$$

$$\delta = 71^\circ - 90^\circ$$

$$\delta = -19^\circ.$$

Zatem deklinacja słońca 25. I. 1929 wynosiła -19° .

Nadmienić wreszcie należy, że wzór $\varphi = (90^\circ - w) \pm \delta$ da się także przekształcić na $w = (90^\circ - \varphi) \pm \delta$.

Znając szerokość geograficzną jakiejś miejscowości i deklinację słońca w danym dniu, można na podstawie tego wzoru obliczyć w tej miejscowości wysokość słońca w południe tego dnia. Szerokość geograficzną odczytuje się z mapy; dokładne liczby, odnoszące się do współrzędnych geograficznych (szerokości i długości geograficznej) ważniejszych miast w Polsce, podaje załączona na końcu książki tablica II.

Mieliśmy np. obliczyć wysokość słońca w południe dnia 18. X. 1929 w Radomiu. Szerokość geograficzna Radomia wynosi $51^\circ 24'$. Deklinacja słońca 18. X. 1929 wynosiła $-9^\circ 32' 41''$. Podstawiamy te wartości we wzorze:

$$w = (90^\circ - \varphi) \pm \delta$$

$$w = (90^\circ - 51^\circ 24') - 9^\circ 32' 41''$$

$$w = 38^\circ 36' - 9^\circ 32' 41''$$

$$w = 29^\circ 3' 19''.$$

Zatem wysokość słońca w południe dnia 18. X. 1929 w Radomiu wynosiła $29^{\circ} 3' 19''$. Nie uwzględniono tu poprawki, pochodzącej z godzinnej zmiany deklinacji słońca a to z przyczyn, wyżej wyliczonych.

6. Zastanowimy się teraz, jakie zastosowanie ma gnomon w pomiarach czasu. Poprzednie rozważania pozwalają nam się od razu domyślić, że może on służyć do oznaczania czasu prawdziwego południa w danej miejscowości. Oznaczywszy prawdziwy czas słoneczny, możemy go zamienić na średni czas słoneczny oraz na czas strefowy, którym jest u nas czas środkowo-europejski.

Zanim jednak do tego zagadnienia przystąpimy, musimy w pierw ustalić pewne pojęcia i określenia, odnoszące się do pomiaru czasu. Dziś w oznaczaniu czasu posługujemy się zegarami mechanicznymi, które wskazują go przez swój ruch jednostajny.

Dawniej człowiek musiał szukać jednostajnego ruchu w przyrodzie i znalazł go przedewszystkiem w pozornym ruchu słońca, tego najważniejszego regulatora życia na ziemi. Z dziennego ruchu słońca, odbywającego się od wschodu ku zachodowi, wyprowadzamy t. zw. prawdziwy czas słoneczny.

Okres czasu między dwoma kolejnymi górowaniami (kulminacjami), t. j. chwilami górnego przejścia słońca przez południk niebieski, nazywamy prawdziwym dniem słonecznym albo prawdziwą dobą słoneczną.

Słońce wykonuje jeszcze drugi ruch pozorny po ekliptyce wzdłuż 12 znaków zodiaku z zachodu na wschód. Czas jednego obiegu słońca po ekliptyce nazywamy rokiem słonecznym (zwrotnikowym). Ruch słońca po ekliptyce nie odbywa się jednak z jednostajną prędkością, tylko jest w lecie powolniejszy, a w zimie szybszy. Z tego powodu słońce zużywa więcej czasu, aby przebiec północną połowę ekliptyki,

niż południową i przebywa dlatego na północnej półkuli nieba o cały tydzień dłużej, niż na południowej. Ten zmienny roczny ruch słońca a poza tem znaczny kąt, jaki tworzy ekliptyka z równikiem niebieskim, są powodem, że poszczególne prawdziwe dni słoneczne mają długość różną.¹ Dopóki rozwój kulturalnych urządzeń ludzkich nie wymagał kierowania się w pomiarze czasu zupełnie równymi jednostkami, dopóty prawdziwy dzień słoneczny był podstawą kalendarzowych obliczeń. Odkąd jednak ta jednostka czasu o zmiennej wielkości okazała się wysoce niewygodną w życiu praktycznym, należało wynaleźć inną, stałą miarę czasu.

Dlatego wprowadzono średni czas słoneczny i t. zw. średnie słońce, które przebiega z zupełnie jednostajną prędkością równik niebieski w takim czasie, jakiego potrzebuje prawdziwe słońce do odbycia swej drogi po ekliptyce. Naturalnie t. zw. średni dzień słoneczny (średnia doba słoneczna), t. j. okres czasu między jednym a następnem górowaniem średniego słońca, jest wielkością stałą i dzieli się na 24 godziny po 60 minut a każda minuta po 60 sekund. Tak powstała doskonała, zupełnie niezmienna jednostka w pomiarze czasu o wielkiem znaczeniu praktycznym. Średni dzień słoneczny powinien się rozpoczynać z chwilą górowania słońca średniego, t. j. w t. zw. średnie południe i trwać przez 24 godziny do następnego południa.

Dla obliczeń astronomicznych jest to bardzo ważne, lecz dla innych celów niewygodne i niepraktyczne. Dlatego ogólnie przyjęto za początek średniego dnia słonecznego t. zw. średnią północ, t. j. przejście słońca średniego po raz drugi przez południk pod widnokręgiem.

¹ W rzeczywistości powodem tego jest niejednostajna prędkość ziemi na jej drodze dokoła słońca i nachylenie osi ziemskiej do płaszczyzny drogi ziemskiej (ekliptyki) nie pod kątem prostym, lecz pod $66\frac{1}{2}^{\circ}$.

Skoro rok słoneczny mieści w sobie tę samą ilość prawdziwych dni słonecznych, co średnich, to pierwsze muszą być raz dłuższe, drugi raz krótsze od ostatnich. Dlatego prawdziwe południe już to wyprzedza nieco chwilę południa średniego, już to nieco się opóźnia wobec niej. To prowadzi nas do pojęcia równania czasu. Jest to różnica między czasem średnim słonecznym a prawdziwym. Skoro T_p oznacza czas prawdziwy, T_s czas średni, a DT równanie czasu, to

$$DT = T_s - T_p \text{ z tego } T_s = T_p + DT.$$

Równanie czasu podają na każdy dzień roczniki i kalendarze astronomiczne. Załączona tablica I zawiera równanie czasu na rok 1929 dla południka 0^0 . Znając równanie czasu na dany dzień, możemy natychmiast zamienić czas prawdziwy, który wskazują zegary słoneczne, na czas średni, wskazywany przez zegary mechaniczne.¹

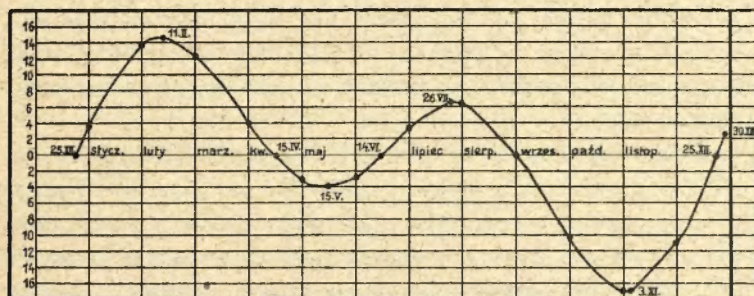
W dniu pierwszym każdego miesiąca oraz w dniach: 11. II., 15. IV., 15. V., 14. VI., 26. VII., 3. XI., 25. XII., roku 1929 miało równanie czasu następujące wartości:

1. I. + 3 ^m 33·6 ^s	1. VII. + 3 ^m 34·0 ^s
1. II. + 13 41·2	26. VII. + 6 21·1
11. II. + 14 22·8	1. VIII. + 6 11·7
1. III. + 12 31·3	1. IX. + 0 3·0
1. IV. + 4 0·5	1. X. - 10 12·1
15. IV. + 0 6·9	1. XI. - 16 19·8
1. V. - 2 57·1	3. XI. - 16 21·4
15. V. - 3 47·5	1. XII. - 10 59·2
1. VI. - 2 25·6	25. XII. + 0 2·1
14. VI. - 0 1·1	

¹ Porównaj tablicę I. Znak + wskazuje, że średnie południe jest wcześniej, a znak -, że jest ono później, niż prawdziwe.

Równanie czasu zmienia się w ciągu dnia i dla różnych południków, ale zmiany te są tak nieznaczne, że nie bierzemy ich w rachubę w naszych obliczeniach,

Ryc. 10 przedstawia wykres równania czasu w ciągu roku, wykonany na podstawie podanych wyżej liczb. Widać tu odrazu: 1) że 4 razy w roku t. j. 15. IV., 14. VI., 1. IX. i 25. XII. ma równanie czasu wartość równą zero, 2) że największą dodatnią wartość ma ono 11. II. ($+ 14^m 22^s$),



Ryc. 10. Równanie czasu.

a największą ujemną wartość 3. XI. ($- 16^m 21^s$), że zatem średnie południe jest 11. II. prawie o $\frac{1}{4}$ godziny wcześniej, a 3. XI. przeszło o $\frac{1}{4}$ godziny później, niż chwila górowania słońca prawdziwego, 3) że wykazuje ono jeszcze jedno maximum dodatnie ($+ 6^m 21^s$) 26. VII. i jedno ujemne ($- 3^m 47^s$) 15. V.¹

Wiemy już, że dla celów praktycznych zaprowadzono stałą, niezmienną jednostkę czasu, t. j. średni dzień słoneczny a tem samem średni czas słoneczny. Jadąc w kierunku równoleżnikowym, stwierdzamy, że słońce o coraz to innym czasie wschodzi, wznosi się, a potem zachodzi. Czyli, miejscowości,

¹ Wartości równania czasu zmieniają się co rok, ale są to zmiany tak nieznaczne, że dla celów szkolnych, wymagających najwyżej dokładności 1 minuty, możemy je uważać za stałe i używać ich po zaokrągleniu dla tych samych dni w różnych latach.

położone na różnych południkach, mają różny czas słoneczny, a mianowicie coraz wcześniejszy, gdy jedziemy na wschód, a coraz późniejszy, gdy jedziemy na zachód. Dlatego czas średni słoneczny nazywamy też czasem miejscowym, gdyż jest on na każdym południku inny. Skoro więc w podróży na wschód chcielibyśmy mieć zawsze dobrze uregulowane zegarki, musielibyśmy je ciągle naprzód posuwać, a mianowicie o 1 godzinę na 15° długości geograficznej. Natomiast w podróży na zachód musielibyśmy je w tej samej mierze cofać.

Przed zaprowadzeniem kolei żelaznych i parowców dalekie podróże były rzadkie i odbywały się powoli. Dlatego różnice czasów miejscowych w kierunku wschodnio-zachodnim nie dawały się zbyt odczuwać. Odkąd jednak stosunki komunikacyjne niezmiernie się w świecie rozwinęły, zmiana czasów miejscowych okazała się bardzo niewygodną. Dlatego powstała myśl, aby dla większych obszarów ziemi zaprowadzić wspólny czas, a nawet jeden czas światowy, uniwersalny dla całej ziemi. Czasu uniwersalnego, którym jest czas miejscowy południka głównego (Greenwich) używają astronomowie oraz podróżnicy naukowcy i żeglarze dla oznaczenia długości geograficznej, biorąc ze sobą dokładnie chodzące zegary (chronometry), uregulowane według tego czasu. Wprowadzenie jednak uniwersalnego czasu w życiu praktycznym byłoby niewłaściwe, gdyż czas ten dla wielu miejscowości na ziemi wskazywałby zbyt od siebie różniące się części dnia, t. j. o tej samej godzinie w jednej miejscowości byłoby rano, w drugiej południe, w innej znów wieczór i t. d. Dlatego zaprowadzono t. zw. czasy strefowe. Mianowicie, biorąc główny południk za podstawę, podzielono w XIX w. ziemię na 24 pasy (strefy), odcięte od siebie południkami w odstępach 15-stopniowych i dla każdego z nich wyznaczono jeden wspólny czas strefowy, którym ma być czas miejscowy po-

łudnika, przechodzącego przez środek danej strefy. I tak np. w Europie czas miejscowy południka głównego jest czasem obowiązującym dla strefy, rozciągającej się między $7\frac{1}{2}^0$ dług. g. zach. a $7\frac{1}{2}^0$ dług. g. wsch. Czas miejscowy południka 15^0 obowiązuje w strefie, objętej południkami $7\frac{1}{2}^0$ a $22\frac{1}{2}^0$, wreszcie czas miejscowy południka 30^0 panuje w pasie między południkami $22\frac{1}{2}^0$ a $37\frac{1}{2}^0$ dług. g. wsch.

Czas miejscowy południka głównego nazywa się czasem zachodnio-europejskim, południka 15^0 dług. g. wsch. — czasem środkowo-europejskim, a południka 30^0 dług. g. wsch. — czasem wschodnio-europejskim. Różnią się owe czasy od siebie kolejno o 1 godzinę. To południkowe odgraniczenie poszczególnych stref istnieje tylko teoretycznie, w praktyce natomiast decydują granice polityczne państw, które sobie odnośny czas obrały. Na całym terytorjum państwa obowiązuje jeden tylko czas strefowy. Nazywa się on czasem normalnym tego państwa. I tak: a) Wielka Brytania, Francja, Hiszpanja, Portugalia, Belgja mają czas zachodnio-europejski; b) Norwegja, Szwecja, Danja, Niemcy, Polska,¹ Czechosłowacja, Szwajcarja, Austrija, Węgry, Jugosławja, Włochy czas środkowo-europejski; c) Łotwa, Estonia, Finlandja, Rosja, Rumunja, Bułgarja, Turcja czas wschodnio-europejski. Inny czas urzędowy mają: Holandia (czas Amsterdamu wyprzedza o 20 minut czas zachodnio-europejski) i Grecja (czas Aten wyprzedza o 35 minut czas środkowo-europejski). Z powodu zaprowadzenia czasu strefowego ma każde państwo także tę korzyść, że może łatwo dostosować np. swój rozkład jazdy do rozkładów innych państw, gdyż różnice czasu zachodzą tylko w pełnych godzinach (np. między Francją a Polską panuje różnica czasu o 1 godzinę, a między Francją a Rosją o 2 godz.). Jednak z powodu nieraz znacznej rozciągłości równoleżnikowej danego

¹ Na mocy ustawy z dnia 11 maja 1922 czasem urzędowym w Polsce, począwszy od 1 czerwca 1922, jest czas środkowo-europejski.

państwa zachodzą znaczne różnice w czasach miejscowych między jego zachodnim a wschodnim krańcem. Np. w Polsce wynosi ta różnica 50 minut.

Zebraliśmy najważniejsze pojęcia z dziedziny pomiaru czasu. Teraz możemy wrócić do postawionego na początku tego rozdziału pytania, jaką rolę odgrywa gnomon w oznaczaniu czasu. Aby czas oznaczyć, t. j. stwierdzić, jakie błędy popełniają nasze mechaniczne zegary, musimy dokonać obserwacji astronomicznych. Ścisłe przeprowadzają je obserwatorja astronomiczne i podają nam codziennie drogą radjową dokładnie oznaczony czas. Dokonują tego na precyzyjnych przyrządach, a posługując się odpowiednimi wzorami matematycznymi i liczbami, podanymi przez tablice astronomiczne, oraz uwzględniając szereg poprawek, mogą każdej chwili z obserwacji gwiazdy stałej lub słońca oznaczyć czas z dokładnością ułamka sekundy.

Dla nas przyrządem astronomicznym ma być gnomon, a pomocą w obliczaniu tylko tablice z równaniem czasu i współrzędnymi geograficznymi. Wobec tego musimy nasze obserwacje ograniczyć tylko do słońca i do pewnych tylko jego stanowisk na niebie. Mianowicie dokonać możemy oznaczenia czasu, obserwując: *a*) górowanie słońca, t. j. przejście jego przez południk, *b*) równą wysokość słońca przed i po południu. Dokładność oznaczenia czasu możemy doprowadzić nawet do 1 minuty.

Ćwiczenie pierwsze. Mieliśmy 10. III. 1929 oznaczyć czas w Wilnie na podstawie obserwacji górowania słońca. Południk był już przedtem dokładnie wyznaczony. Obserwowaliśmy, kiedy cień gnomonu padnie na południk. Chwilę tę, t. j. czas górowania słońca, odczytaliśmy natychmiast na zegarku, uregulowanym dzień przedtem na podstawie sygnału radjowego. Zegarek wskazywał 11 godz. 28¹/₂ min, Miała to być chwila prawdziwego południa, t. j.

według prawdziwego czasu słonecznego 12 godzina. Należało teraz stwierdzić, czy zegarek chodził dobrze. Do tego użyliśmy tablic astronomicznych (zob. tabl. I i II) i przeprowadziliśmy następującą próbę:

górowanie słońca według czasu prawdziwego słonecznego przypada na	12 godz.	
równanie czasu 10 marca wynosi okrągło		+ 10 ¹ / ₂ min.
górowanie słońca według czasu średniego słonecznego ($T_s - T_p + DT$) przypada na	12 godz.	10 ¹ / ₂ min.
różnica długości geogr. między południkiem 15° wsch. a południkiem Wilna, wyrażona w czasie, który należy odjąć, wynosi		- 41 min.
górowanie słońca według czasu środkowo-europejskiego przypada na	11 godz.	29 ¹ / ₂ min.

Zatem zegarek powinien wskazywać 11 godz. 29¹/₂ min., a wskazywał 11 godz. 28¹/₂ min., czyli spóźniał się o 1 minutę.

Ćwiczenie drugie. Mieliśmy 7 maja 1929 oznaczyć czas w Równem. Ponieważ kierunek linii południkowej nie był wykreślony, musieliśmy w ćwiczeniu zastosować t. zw. metodę równych wysokości. Opiera się ona na fakcie, że w tych samych odstępach czasu przed południem i po południu słońce znajduje się na niebie w tej samej wysokości. Ćwiczenie przeprowadziliśmy zapomocą gnomonu, zegarka uregulowanego według czasu urzędowego (środkowo-europejskiego), oraz tablic astronomicznych, zawierających równanie czasu i współrzędne geograficzne. Umieściwszy gnomon w środku odpowiednio wielkiego koła, obserwowaliśmy przed południem, kiedy koniec cienia (ryc. 1 i 2), względnie ślad promienia słonecznego, przepuszczonego przez dziurkę tarczy gnomonu

(ryc. 6), padnie na obwód koła. Stało się to o 8 godz. 27 min. Następnie dokonaliśmy obserwacji po raz drugi po południu i stwierdziliśmy, że to samo stało się powtórnie o 13 godz. 56 min. Obie daty zanotowaliśmy. Są to chwile, w których słońce znajdowało się na tej samej wysokości. Wiemy już, że połowiąc łuk, zawarty między obu punktami na obwodzie koła, odnoszącymi się do naszej obserwacji, otrzymamy punkt, przez który przechodzi południk. Ponieważ równym łukom odpowiadają równe okresy czasu, przeto połowiąc okres czasu między godziną rannej obserwacji a godziną obserwacji popołudniowej, otrzymamy czas prawdziwego południa. Nazwijmy zaobserwowane chwile jednakowych wysokości słońca przez T_1 i T_2 a szukaną chwilę prawdziwego południa przez T , to możemy ułożyć wzór:

$$T = \frac{T_1 + T_2}{2}$$

$$\begin{aligned} \text{podstawmy wartości } T &= \frac{8 \text{ godz. } 27 \text{ min.} + 13 \text{ godz. } 56 \text{ min.}}{2} = \\ &= \frac{22 \text{ godz. } 23 \text{ min.}}{2} \end{aligned}$$

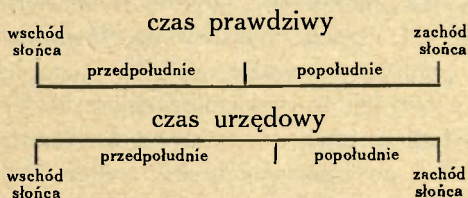
$$T = 11 \text{ godz. } 11\frac{1}{2} \text{ min.}$$

Zatem prawdziwe południe według czasu środkowo-europejskiego przypadało na 11 godz. 11 $\frac{1}{2}$ min.¹ Próba, dokonana przy użyciu tablic astronomicznych, wykazała dokładność ruchu zegarka. Przeprowadziliśmy ją, podobnie jak przy ćwiczeniu pierwszym, zatem w sposób następujący:

¹ Z powodu zmienności deklinacji słońca, jaka zachodzi między obiema obserwacjami, powinniśmy w celu otrzymania dokładnej chwili górowania słońca uwzględnić t. zw. poprawkę prawdziwej chwili południowej. Na jej wyrachowanie istnieje specjalny wzór (zob. Kalendarz astron. str. 72). Jest to jednak bardzo mała ilość czasu, dlatego w naszych obserwacjach możemy ją opuścić,

górowanie słońca według czasu prawdziwego słonecznego jest o . . . 12 godz.
 równanie czasu 7 maja wynosi okrągło — $3\frac{1}{2}$ min.
 górowanie słońca według czasu średniego słonecznego ($T_s = T_p + DT$) jest o 11 godz. $56\frac{1}{2}$ min.
 różnica długości geogr. między południkiem 15^0 wsch. a południkiem Równego, wyrażona w czasie, który należy odjąć, wynosi 45 min.
 górowanie słońca według czasu środkowo-europejskiego przypada na . . 11 godz. $11\frac{1}{2}$ min.

Widzimy więc, że nasze obliczenie odpowiada godzinie, wskazanej przez zegarek, co świadczy o jego prawidłowym chodzie. Z tego obliczenia widzimy również, że przedpołudnie urzędowe (według czasu środkowo-europejskiego) trwa o $48\frac{1}{2}$ minut dłużej, niż prawdziwe (według czasu prawdziwego słonecznego), natomiast popołudnie urzędowe trwa o $48\frac{1}{2}$ min. krócej, niż prawdziwe.¹ Z tego zaś wynika, że przedpołudnie urzędowe jest od popołudnia urzędowego o $48\frac{1}{2}$ min \times 2 czyli o 97 minut t. j. o 1 godz. 37 min. dłuższe, niż popołudnie urzędowe, co widzimy na wykresie:



Ta różnica jest tem większa, im dalej na wschód w Polsce leży dana miejscowość, gdyż tem bardziej różni się jej czas

¹ Czas od wschodu słońca do godz. 12 nazywamy przedpołudniem, czas od godz. 12 do zachodu słońca popołudniem. Według czasu prawdziwego słonecznego są to dwie zupełnie równe części dnia.

miejscowy od środkowo-europejskiego. Daje się to w życiu codziennem silnie odczuć. Wpływa na to także równanie czasu, które powiększa jeszcze bardziej tę różnicę w Polsce, o ile ma znak ujemny. Najsilniej daje się to odczuć: w październiku, listopadzie i z początkiem grudnia, gdyż wtedy równanie czasu waha się między liczbami — 10 min. a — $16\frac{1}{3}$ min. Np. w Równem 3 listopada różnica ta wynosi $2 \times (-45 \text{ min.} - 16\frac{1}{3} \text{ min.})$ t. j. 2 godz. $2\frac{2}{3}$ min. Zatem w miesiącu listopadzie, kiedy już dni są bardzo krótkie, zmniejszenie popołudnia o 2 godziny staje się bardzo widoczne. Zauważyć należy, że od 25 grudnia począwszy, równanie czasu ma już znak dodatni, a tem samem wpływa z każdym dniem coraz silniej na zmniejszenie omawianej różnicy. Wobec tego w drugiej części zimy daje się mniej odczuć skrócenie popołudnia, a w lutym, kiedy równanie czasu ma najwyższą dodatnią wartość, może już bardzo poważnie tę różnicę skrócić. Np. w Równem 11 lutego różnica, o którą popołudnie jest krótsze od przedpołudnia, wynosi już tylko $2 \times (-45 \text{ min.} + 14\frac{1}{3} \text{ min.})$ t. j. 1 godz. $1\frac{1}{3}$ min.

7. Poprzednie rozważania pouczyły nas, że długość geograficzną pewnej miejscowości na ziemi można oznaczyć, porównując jej czas miejscowy (średni słoneczny) z czasem uniwersalnym t. j. czasem miejscowym głównego południka (Greenwich) i można ją wyrazić nietylko miarą łukową, lecz także miarą czasu, jak to wskazuje tablica II. Opierając się na tem, przystąpimy teraz do praktycznego rozwiązania tego zagadnienia. Tok postępowania będzie następujący.

a) Regulujemy nasz zegarek, o ile możliwości najdokładniej, według czasu środkowo-europejskiego na podstawie sygnału czasu, podanego drogą radiową.

b) Obserwujemy zapomocą gnomonu chwilę prawdziwego południa i odczytujemy ją na zegarku.

c) Wyszukujemy z tablic astronomicznych równanie czasu,

przypadające na dzień obserwacji, oraz odejmujemy je od odczytanej na zegarku godziny, o ile jest dodatnie, a dodajemy, o ile jest ujemne; w ten sposób ustalamy, o której godzinie według czasu środkowo-europejskiego przypada średnie południe.

d) Porównujemy godzinę odczytaną na zegarku i zmienioną przez równanie czasu z godziną 12-tą; wykazana różnica między czasem środkowo-europejskim a czasem miejscowym (średnim słonecznym) jest różnicą długości geograficznej między południkiem 15° wsch. a południkiem danej miejscowości, wyrażoną miarą czasu;

e) Dodajemy do wyniku jeszcze 1 godzinę i otrzymujemy w ten sposób długość geograficzną tej miejscowości, mierzoną od południka 0° (Greenwich) a wyrażoną w czasie; określamy ją następnie miarą łukową.

Zilustrujmy to na przykładzie. Dnia 30 marca 1929 mieliśmy oznaczyć długość geograficzną Lwowa. Po uregulowaniu zegarka dnia poprzedniego przystąpiliśmy do obserwacji chwili przejścia cienia gnomonu przez południk i zanotowaliśmy odczytaną na zegarku godzinę. Później przeprowadziliśmy następujące obliczenie:

a) w chwili prawdziwego południa zegar, uregulowany według czasu środkowo-europejskiego wskazuje 11 godz. $28\frac{1}{2}$ min.

b) równanie czasu 30 marca wynosi
okrągło $+ 4\frac{1}{2}$ min.
i oznacza, że średnie południe jest
wcześniejsze od prawdziwego według
wzoru $T_s = T_p + DT$, dlatego równanie
czasu należy odjąć —

c) zatem średnie południe według
czasu środkowo-europejskiego przypada
na 11 godz. 24 min.

Z tego wynika, że czas miejscowy Lwowa jest o 36 minut wcześniejszy od czasu środkowo-europejskiego. Ponieważ czas uniwersalny (zachodnio-europejski) jest o 1 godzinę późniejszy od czasu środkowo-europejskiego, przeto czas miejscowy Lwowa jest od czasu uniwersalnego wcześniejszy o 1 godz. 36 min. Równocześnie 1 godz. 36 min. jest długością geograficzną Lwowa, wyrażoną w czasie. Ponieważ słońce w swym pozornym ruchu dobowym robi jeden krąg (t. j. 360°), przeto w 4 min. czasu poruszy się o 1° . Opierając się na tem, możemy długość geograficzną, wyrażoną w czasie, oznaczyć miarą łukową. Zatem długość geograficzna Lwowa wynosi 24° . Zamianę miary czasu na miarę łukową można szybko uskutecznić przy pomocy tablicy III.

8. Gnomon umożliwia ściślejszą obserwację krzywych cienia w ciągu roku.

Już pierwsze obserwacje zapomocą gnomonu, robione z uczniami młodszymi, pouczyły ich, że kształty linii, jakie tworzą połączone ze sobą końcowe punkty cieni, są różne, o większej lub mniejszej krzywiznie i jedynie w czasie zrównań dnia z nocą są mniej więcej linjami prostymi. W jednej z wyższych klas należałoby z młodzieżą starszą te obserwacje powtórzyć i przeprowadzić je dokładniej. Do obserwacji powinniśmy użyć gnomonu z otworkiem. Höfler podaje sposób obserwacji i dokładniejszego wyznaczania krzywej cienia.¹ Obserwację dokonujemy w jednej lub w kilku przerwach między godzinami nauki w ten sposób, że uczniowie obrysowują ołówkiem na płycie gnomonu lub na podłożonym papierze kontury elipsowatych jasnych plamek, będących odbiciem promienia słonecznego, przechodzącego przez otworek. Ponieważ plamki szybko się przesuwają, należy je zaznaczać co kilka minut. Należy również notować przy każdej plamce czas ob-

¹ Höfler A.: Ein Gnomon mit Aequatorialsonnenuhr, jak wyżej, str.: 2 - 3. Didaktik der Himmelskunde, jak wyżej, str. 141—142.

serwacji. Następnie oznacza się na oko środki elipsowatych figur, co może dać dość dokładne wartości na kierunki i wymiary cieni. Zaznaczone przed południem środki plamek łączy się ze sobą, co daje nam linię o pewnej krzywiźnie.

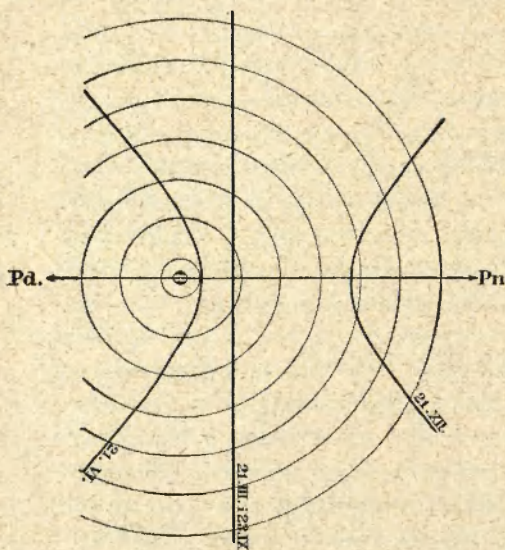
Lineał z podziałką, obracający się na osi gnomonu, jak to wskazuje ryc. 8, nastawiamy kolejno na zaznaczone środki plamek, a następnie przez każdy z tych punktów zataczamy łuki koła, które przedłużamy także na porę popołudniową dla dalszych naszych obserwacji, odpowiadających obserwacjom przed południem. Po południu w odpowiednim czasie, t. j. gdy słońce znajduje się mniej więcej na tej samej wysokości, co przed południem (a zatem przy uwzględnieniu równania czasu i różnicy między czasem miejscowym a środkowo-europejskim), znowu dokonujemy obserwacji, rysujemy łańcuch nowych plamek słonecznych, a ich środki łączymy ze sobą, co daje nam krzywą, odpowiadającą wyrysowanej przed południem. Teraz dopiero zaznaczamy jej punkty przecięcia z łukami koła, poprzednio zakreślonymi. Muszą one odpowiadać punktom przecięcia z przed południa. Następnie łączymy obie krzywe ze sobą i otrzymujemy w ten sposób drogę cienia z dłuższego okresu dnia obserwacji (ryc. 11). Höfler twierdzi, że taki sposób dokonywania obserwacji jest o wiele dokładniejszy, aniżeli zwykle zalecany, a polegający na tem, że się naprzód rysuje pewną ilość kół koncentrycznych, a następnie dopiero śledzi się przejście przez nie plamek słonecznych przed i po południu.

Przypatrzmy się teraz bliżej wyrysowanej w ten sposób dziennej drodze cienia w różnych dniach roku.¹

Pierwszy rzut oka poucza nas o symetrii krzywej cienia Stwierdzają to koła koncentryczne, wykreślone od podstawy gnomonu. Ta właściwość krzywej jest stwierdzeniem, że po-

¹ Zob. Böttcher str. 166—172 jak wyżej.

południowy łuk słoneczny jest równy przedpołudniowemu i że tem samym czas od wschodu słońca do jego górowania jest równy czasowi od górowania słońca do jego zachodu. W ten sposób dochodzimy do pojęć: przedpołudnie, południe, popołudnie, płaszczyzna południka i linja południkowa.



Ryc. 11. Drogi cienia w czasie zrównań i przesileń.

Jaki kształt ma krzywa cienia, która jest odbiciem na ziemi pozornej drogi słońca? Łatwo to wytłumaczyć. Słońce porusza się po wydrążonej kuli niebieskiej, kreśląc na niej w ciągu doby koło. Tylko część tej drogi słońca znajduje się nad widnokregiem. Wobec tego ruchu słońca na niebie jego promień, przechodzący przez otworek gnomonu, zatacza stożek obrotowy

(naturalnie tylko jego część) a rzut tego stożka na płaszczyźnie poziomej przedstawia się jako hiperbola.¹

Czy krzywizna drogi cienia w każdym dniu w ciągu roku jest ta sama?

Na to dają odpowiedź negatywną obserwacje, przeprowadzane co pewien okres czasu, np. co miesiąc. Skoro zaczniemy je z dniem zrównania wiosennego (21. III), zauważymy, że

¹ Pojęcie hiperboli znajdzie czytelnik w podręczniku geometrii dla wyższych klas szkół średnich.

droga cienia, będąca w tym dniu linią prostą, biegnącą w kierunku wschodnio-zachodnim, coraz bardziej się zakrzywia ku gnomonowi, im wyżej z każdym dniem jest słońce na niebie. Największa krzywizna następuje w czasie przesilenia letniego (21. VI). W następnych dniach krzywizna maleje tak, że zgóry można przewidzieć nadejście dnia, w którym droga cienia stanie się znów linią prostą. Dzieje się to w czasie zrównania jesiennego (23. IX). Następnie droga cienia zakrzywia się w przeciwnym kierunku (od gnomonu). Ta krzywizna jest największa w czasie przesilenia zimowego (21. XII), a następnie maleje coraz bardziej. I znów w czasie porównania wiosennego droga cienia staje się linią prostą. Zaznaczyć należy, że w czasie zrównań droga cienia tworzy prostą, w której się przecinają płaszczyzny równika niebieskiego i widnokręgu. Ryciny 5 i 11 przedstawiają nam krzywe cienia w czasie przesileni i zrównań. Obserwacje krzywej cienia w ciągu roku naprowadzają nas z łatwością na pojęcia równika i zwrotników niebieskich.

Omówiliśmy najważniejsze zagadnienia, które można w sposób prosty przerobić w szkole zapomocą gnomonu. Niektóre z nich dadzą się przeprowadzić już w szkole powszechnej i w niższych klasach szkoły średniej, a mianowicie: *a)* związek między kierunkiem i długością cienia a stanowiskiem i wysokością słońca na niebie, *b)* wyznaczenie linii południkowej, *c)* pomiar wysokości słońca, *d)* oznaczenie szerokości geograficznej w dniach zrównań (a nawet przesileni), *e)* oznaczenie czasu prawdziwego południa, posługując się tu zegarkiem, nastawionym na czas środkowo-europejski. Widzimy więc, że gnomon jest podstawowym środkiem nauczania. Uczeń, posługując się nim podczas częstych obserwacji, zdobywa znaczne wiadomości z geografii matematycznej, które są od-tąd jego trwałą własnością. Nauczyciel, który przy nauczaniu tego przedmiotu, czyto na stopniu niższym, czy też wyższym,

zapomina o tym podstawowym środku naukowym, nie może liczyć na poważniejsze wyniki nietylko pod względem dydaktycznym, ale i naukowym.

Rozdział IV.

Zegar słoneczny.¹

Grecka nazwa *gnomon* oznaczała właściwie pionową wskazówkę zegara słonecznego, a także sam zegar słoneczny. Stąd nazwano sztukę sporządzania zegarów słonecznych *gnomoniką*. Nie jest naszym celem zapoznać się z nią dokładnie. Czytelnik znajdzie szczegółowe wiadomości w bogatej literaturze tego przedmiotu. Natomiast wskazaną jest rzeczą przedstawić tu zasadę budowy zegara słonecznego oraz najprostsze jego typy, t. j. zegar równikowy, poziomy i pio-

¹ Krzyżanowski P.: *Gnomonika uważana jako wstęp do astronomji z przedmową Józefa Łąskiego*. Kraków 1820.

Karczewski W.: *Gnomonika rysunkowa czyli łatwy i prosty sposób rysowania kompasów bez żadnego rachunku, używając tylko cyrkla i linji*. Wyd. 2. Kraków 1825.

Jastrzębowski W.: *Kompas polski, czyli narzędzie, służące za kompas powszechny, gnomograf*. Warszawa 1843.

Löschner H.: *Über Sonnenuhren*, j. w.

Drecker J.: *Gnomone und Sonnenuhren*, j. w.

Martus H.: *Astronomische Erdkunde*, j. w.

Pressler M.: *Der Zeitmessknecht*, j. w.

Jędrzejewicz J.: *Kosmografja*, j. w.

Höfler A.: *Didaktik der Himmelskunde*, j. w.

Höfler A.: *Ein Gnomon mit Aequatorialsonnenuhr*, j. w.

Günther S.: *Astronomische Geographie*, j. w.

Rouch J.: *Pour comprendre le Ciel et l'Atmosphère*, j. w.

Rüsewald K.: *Praktische Erdkunde*, j. w.

Dokowski E.: *O urządzeniu zegara słonecznego do użytku szkolnictwa*. *Przyroda i Technika*. Rok VII. (1928), zes. 9, str. 412. Książnica-Atlas, Lwów—Warszawa,

nowy. Nauczyciel powinien zaznajomić uczniów z tym ważnym przyrządem, który odegrał bardzo wielką rolę w dziejach kultury, a sam jest odbiciem najdoskonalszego zegara, jaki znamy, t. j. ruchu obrotowego ziemi. W. Jezierski¹ poleca jako część składową szkolnej dostrzegalni astronomicznej ustawić zegar słoneczny na podwórzu, w nieosłoniętym i łatwo dostępnym miejscu. Poleca również umieścić w jednym z okien, wychodzących na podwórze, o ile możliwości w niewielkiej odległości od zegara słonecznego, trzy zegary zwykłe, z których jeden wskazywałby czas miejscowy, drugi czas urzędowy (średkowo-europejski), a trzeci — gwiazdowy. To pozwalałoby uczniom zaznajomić się w sposób praktyczny z różnicą między prawdziwym czasem słonecznym a wymienionymi wyżej czasami.

Dzieje zegara słonecznego są bardzo stare. Wynaleźli go prawdopodobnie Chaldejczycy i zaznajomili z nim Greków. Odtąd zegar słoneczny był w powszechnym użyciu i dopiero w XIX w. przestał spełniać tę rolę. Nie mogły z nim wytrzymać konkurencji ani klepsydra, ani zegar wodny, używane już w starożytności, ani też zegary kółkowe, wynalezione w średniowieczu, a poruszające się przy pomocy ciężarków, na kołach zawieszonych. Nawet zegary sprężynowe, wprowadzone z początkiem XVI w., oraz zegary wahadłowe, istniejące od połowy XVII w., choć były już dokładnymi przyrządami do pomiaru czasu, nie potrafiły usunąć odrazu zegarów słonecznych, gdyż te ostatnie stanowiły zawsze jeszcze najprostszy i najlepszy środek oznaczania prawdziwego czasu i regulowania zegarów mechanicznych. Dopiero od chwili wprowadzenia średniego czasu słonecznego, który się bardzo szybko rozpowszechnił dzięki wielkim korzyściom, jakie ze sobą przynosił, zegary słoneczne były w coraz mniejszym użyciu, aż

¹ Jezierski W.: Szkolny zakład geograficzny. Biblioteka geograficzno-dydaktyczna. Książnica-Atlas. Lwów—Warszawa 1929. Str. 30—31.

wreszcie z początkiem XIX w. dominującą swą rolę straciły. Ich miejsce zajęły wszechwładnie zegary wahadłowe i kieszonkowe zegarki sprężynowe. Nawet dla regulowania czasu stały się zbędne, odtąd stacje astronomiczne drogą telegraficzną zaczęły podawać sygnały czasu. Dziś są one jedynie zabytkiem historycznym lub stanowią ozdobę kościołów, pałaców, domów i ogrodów. A jednak w okolicach odludnych, dalekich, mogą być jeszcze pożyteczne, gdy środki mechaniczne pomiaru i regulowania czasu zawodzą.

Na czym polega zasada konstrukcji zegara słonecznego? Należy tu wspomnieć, że w najdawniejszych czasach używano gnomonu, t. j. pionowego pręta, jako wskazówki zegara słonecznego. Przekonano się jednak, że tylko wtedy cień wskazówki zakreśla każdego dnia przez cały rok w tym samym czasie słonecznym jedną i tę samą płaszczyznę, a więc także na każdej dowolnej powierzchni, równej czy nierównej, odbija się jako jedna i ta sama linja, t. j. rzeczywista linja godzinna, — kiedy wskazówka ma kierunek równoległy do osi świata.

Ponieważ oś i biegun nazywa się po grecku $\rho\lambda\omicron\sigma$, przeto wskazówka zegara słonecznego, równoległa do osi świata, otrzymała tę nazwę. Wyparła ona wkrótce wskazówkę pionową (względnie poziomą przy zegarach pionowych) i odtąd jest w powszechnem zastosowaniu przy zegarach słonecznych.

Zasadę zegara słonecznego z $\rho\lambda\omicron\sigma$ tłumaczy w sposób jasny Jędrzejewicz:¹ „Wyobraźmy sobie na biegunie płaszczyznę, prostopadłą do osi ziemskiej i na niej pręt, będący przedłużeniem osi. Pręt ten będzie również osią, około której płaszczyzna cienia, przez słońce rzucanego, będzie się obracała z taką prędkością, z jaką słońce ruchem dziennym po niebie się porusza, t. j. obróci się o $\frac{1}{24}$ część obwodu w ciągu godziny. Jeżeli koło to podzielimy na 24 równe części, to

¹ Jędrzejewicz J.: Kosmografia, j. w. Str. 99—100.

kierunek cienia na płaszczyźnie wskaże odpowiednią godzinę czasu. Jeżeli taki pręt wraz z płaszczyzną umieścimy w innym miejscu na ziemi, w tem jednak samym położeniu, t. j. aby pręt był równoległy do osi ziemskiej, płaszczyznę zaś ustawimy w kierunku równika, to otrzymamy kompas¹ równikowy, na którym kąty między kierunkiem pojedynczych godzin są sobie równe, t. j. każdy z nich wynosi 15° . Na takim kompasie obie powierzchnie deski muszą być podzielone,² bo przez lato słońce, znajdując się nad równikiem, wskazuje godziny na górnej powierzchni, przez zimę zaś na dolnej. Kompas te łatwo się psują i są niedogodne; rzadko się też ich używa. Daleko lepiej mieć cień, rzucany na płaszczyznę, ulegającą niełatwo zmianie położenia, a więc np. na płaszczyznę muru pionowego lub poziomego, albo nawet na powierzchnię gładów, choćby nieregularnych kształtów, ale stale ustawionych. Wtedy jednak linje godzinne nie będą z sobą tworzyły kątów jednakowych po 15° .

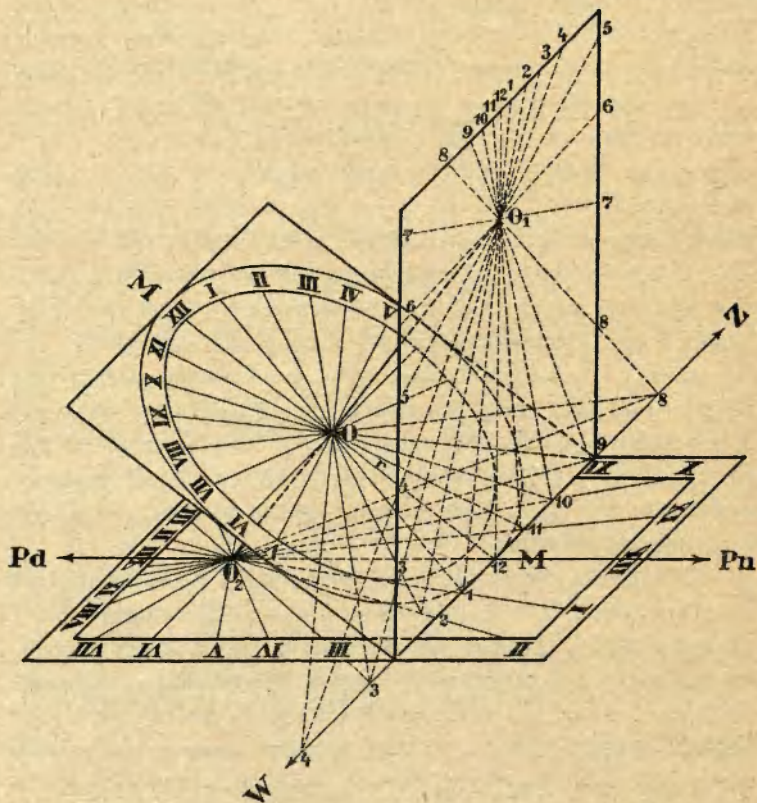
Zbudowanie zegara słonecznego na innej powierzchni, niż na płaszczyźnie, równoległej do równika niebieskiego, opiera się na zasadach geometrii wykreślnej, t. j. na teorii rzutów.

Ponieważ tylko na tarczy zegara równikowego zakreśla cień jego wskazówki w równych odstępach czasu równe kąty względnie łuki, czyli co godzinę przesuwa się o 15° , przeto ażeby wykreślić kąty godzinne na innej powierzchni, trzeba przenieść na nią drogą rzutów kierunki godzinne zegara równikowego. Tak wyznaczone kąty, choć względem siebie nierówne, będą wskazywały przez cały rok te same godziny. Można także konstrukcję zegara słonecznego rozwiązać rachunkiem, lecz potrzeba do tego wzorów nietylko z trygonometrii płaskiej, ale nawet sferycznej.

Zegary słoneczne można więc zbudować na płaszczyźnie,

¹ Zegar słoneczny nosi też nazwę kompasu (przyj. autora).

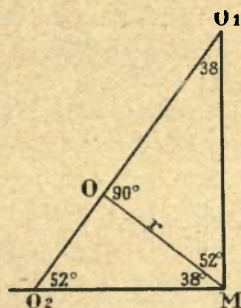
² Dodać „na godziny“ (przyj. autora).



Ryc. 12. Zegar słoneczny a) — równikowy, b) — pionowy, c) — poziomy.
Według Müller-Preßlera (zob. Höflera: Dydaktykę, str. 144).

na powierzchni walca, stożka, kuli, na pierścieniu, a nawet na powierzchni brył nieregularnych. Zegar, zbudowany na płaszczyźnie pionowej, może być zwrócony ku południowi, wschodowi, zachodowi lub pod pewnym innym kątem. Z tego wynika, że każdy z nich będzie inaczej podzielony na kąty godzinne.

Zajmiemy się tylko konstrukcją zegara słonecznego poziomego i pionowego, zwróconego dokładnie ku południowi. Ryc. 12 przedstawia nam oba zegary razem z zegarem równikowym MM . Wskazówka (polos) jest wspólna dla wszystkich trzech zegarów i trafia ich płaszczyzny w punktach O , O_1 , O_2 . Te płaszczyzny przecinają się na linii WZ . Rysunek ilustruje, jak kierunki poszczególnych godzin na zegarze równikowym odbijają się jako rzuty na zegarze pionowym i poziomym, a mianowicie kierunek OM godziny 12 na zegarze równikowym odbija się jako O_1M na zegarze pionowym, a jako O_2M na zegarze poziomym. Ryc. 13 przedstawia nam przekrój pionowy wszystkich trzech zegarów przez płaszczyznę południka niebieskiego. $O_1 O_2$ oznacza polos dla 52° szer. geogr., OM kierunek równika niebieskiego, nachylonego pod 38° dla tej szerokości geograficznej, r promień tarczy zegara równikowego, O_1M i O_2M rzuty promienia r na płaszczyźnie pionowej i poziomej, O_1 i O_2 punkty, w których się skupiają kierunki godzinne na zegarze pionowym i poziomym. Ryc. 13 jest dodana dla łatwiejszego zrozumienia położenia wszystkich trzech zegarów względem siebie i wyjaśnia, że dla każdej szerokości geograficznej musimy zbudować inny zegar poziomy lub pionowy.



Ryc. 13. Przekrój pionowy zegara słonecznego równikowego, pionowego i poziomego.

Konstrukcja zegara pionowego. Teraz możemy z łatwością wykreślić zegar słoneczny pionowy, zwrócony ku południowi. Zupełnie prostą jego konstrukcję podaje ryc. 14. Kreślimy naprzód promieniem OM pomocnicze półkole i dzielimy je na 12 równych części. Odrzućmy się domyślamy, że należy ono do tarczy zegara równikowego, co stwierdzić

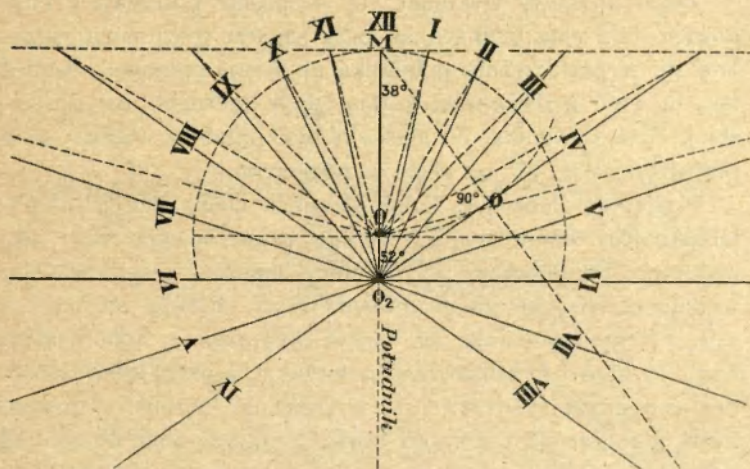
nikowego z widnokregiem, a następnie z tego samego punktu M promieniem koła OM , który jest równocześnie bokiem kąta OMN , zakreślamy łuk, który przetnie się z tym bokiem w punkcie O . Z tego punktu rysujemy styczną do nakreślonego łuku, która przedłużona przetnie się z prostą MO_1 w punkcie O_1 . Tak powstał szukany trójkąt OO_1M . Łącząc punkt O_1 z odnośnymi punktami na linii ZW , otrzymamy kierunki godzinne na zegarze pionowym, które następnie oznaczamy liczbami w ten sposób, że na linii południkowej MO_1 umieszczamy godzinę 12-tą, na zachód od niej godziny przedpołudniowe, a na wschód godziny popołudniowe. Naturalnie pomocnicze koło i wszelkie inne niepotrzebne linie usuwamy. Tak wyrysowaną na papierze tarczę zegara słonecznego pionowego przenosimy na południową ścianę budynku szkolnego lub słupa na podwórzu. Można ją wymalować trwałą farbą na murze, desce lub blasze. Polos w postaci prostego pręta żelaznego wbijamy jednym końcem w punkt O_1 tak, aby tworzył z poziomem kąt, odpowiadający szerokości geogr. φ (dla Warszawy $52^{\circ} 13'$), a ze ścianą pionową kąt $90 - \varphi$ (dla Warszawy $37^{\circ} 47'$). Musi on też leżeć w płaszczyźnie południka. Aby nie zmienił swego położenia, należy go odpowiednią podporą umocnić. Zamiast pręta można przytwierdzić do ściany trójkąt (OO_1M ryc. 12 i 13), wycięty z blachy lub wykonany z prętów żelaznych, a to w ten sposób, że bok O_1M przylega do ściany, a trójkąt leży w płaszczyźnie południka. Wtedy bok OO_1 zajmie kierunek osi niebieskiej.

Konstrukcja zegara poziomego. W podobny sposób możemy wykreślić tarczę zegara poziomego, jak to podaje ryc. 15. W tym celu rysujemy naprzód południk MO_2 , następnie z dowolnego na nim punktu O prowadzimy półkole i dzielimy je na 12 równych części. W punkcie M rysujemy styczną do tego półkola, a z punktu O wykreślamy

jego promienie, które przedłużone poza obręb półkola, przetną styczną w punktach, nierówno od siebie oddalonych. Półkole należy do tarczy zegara równikowego, a styczna do niego, jak widać z ryc. 12, jest linią (WZ) przecięcia jego płaszczyzny z płaszczyzną zegara poziomego. Przez punkty przecięcia na stycznej mają przechodzić kierunki godzinne na zegarze poziomym, wykreślone z jakiegoś punktu O_2 , znajdującego się w południku na tarczy tego zegara. Należy teraz wyznaczyć ten punkt. W tym celu bierzemy pod uwagę (rycina 12 i 13) trójkąt OO_2M , który leży na płaszczyźnie południka. Bok OM jest kierunkiem godziny 12-tej na zegarze równikowym, O_2M na zegarze poziomym, a OO_2 kierunkiem połosu dla danej szerokości geograficznej (tu 52°). W tym trójkącie jest znany bok OM i 2 kąty do niego przylegające. Możemy więc z niego wyszukać bok O_2M , a tem samem i punkt O_2 , z którego mamy wyznaczyć kierunki godzinne na zegarze poziomym. W tym celu na ryc. 15 z punktu M odmierzamy kąt, odpowiadający nachyleniu tarczy zegara równikowego do widnokregu (w naszym wypadku t. j. dla szerokości geogr. 52° wynosi on 38°), a następnie z tego samego punktu M promieniem koła OM zakreślamy łuk, który przetnie się z bokiem wymierzonego kąta (38°) w punkcie O . Z tego punktu rysujemy styczną do nakreślonego łuku, która przedłużona przetnie się z kierunkiem południka MO_2 w punkcie O_2 . Tak powstał szukany trójkąt OO_2M i tem samem wyznaczony punkt O_2 . Łącząc punkt O_2 z odnośnymi punktami stycznej, wykreślonej w punkcie M , otrzymamy kierunki godzinne na zegarze poziomym, które następnie oznaczamy liczbami w ten sposób, że na linii południkowej MO_2 umieszczamy godzinę 12-tą, na zachód od niej godziny przedpołudniowe, a na wschód godziny popołudniowe, jak to przedstawia ryc. 15. Wszystkie linje pomocnicze usuwamy i gotowy rysunek tarczy zegara słonecznego poziomego przenie-

simy na płytę metalową, kamienną lub drewnianą (ta ostatnia ulega jednak szybkiemu zniszczeniu), umieszczamy ją, zorjentowaną dokładnie, na cokole, wbitym w ziemię na podwórzu szkolnem. Ze względu na wpływy atmosferyczne rysunek powinien być wyrzyty w kamieniu lub metalu.

Wskazówkę zegara należy wykonać w postaci trójkąta OO_2M (ryc. 12 i 13) z blachy lub z prętów metalowych



Ryc. 15. Zegar słoneczny poziomy. (Według Löschnera).

i umieścić ją pionowo w ten sposób, aby ją bokiem O_2M przytwierdzić do płyty na linii południkowej tak, aby punkt O_2 trójkąta padł na punkt O_2 tarczy zegara. Wtedy bok OO_2 zajmie kierunek osi niebieskiej. Naturalnie można w punkcie O_2 na tarczy zegara wbić pręt nachylony do poziomu pod kątem danej szerokości geograficznej, t. j. w kierunku osi niebieskiej, ale należy go silnie umocować, aby nie zmienił położenia.

Można zegar słoneczny wykonać w sposób jeszcze prostszy.

Zegar poziomy powstaje w ten sposób, że wycięty z blachy albo zrobiony z twardego drutu trójkąt prostokątny o jednym kącie ostrym, równającym się szerokości geograficznej danej miejscowości (np. dla Lwowa $49^{\circ} 50'$), przytwierdza się wzdłuż jednej przyprostokątnej na płaszczyźnie poziomej w linii południkowej tak, by jego przeciwprostokątnia była równoległa do osi niebieskiej.

Zegar pionowy wykonuje się w sposób podobny, a mianowicie taki sam trójkąt, jak przy zegarze poziomym, przybija się w płaszczyźnie południka do ściany pionowej również tak, by jego przeciwprostokątnia zajęła kierunek osi niebieskiej. Z tego wynika, że musi on być przybity wzdłuż innej przyprostokątnej, niż na zegarze poziomym.

Następnie śledzi się, kiedy kierunek cienia padnie na południk. Jest to godzina 12 według prawdziwego czasu słonecznego. Po południu przy pomocy zegarka, uregulowanego według czasu słonecznego prawdziwego, oznacza się na tarczy odstępów 1-godzinne lub nawet półgodzinne. Dnia następnego czyni się to samo przed południem, a przez kilka jeszcze dni następnich kontroluje się wykreślenia kierunków godzinnych. Dokładność zależy od ścisłości naszej obserwacji i od dobrego zegarka.

Zapomocą zegarów słonecznych można każdej chwili — a nie jak zapomocą gnomonu tylko w południe — oznaczyć prawdziwy czas słoneczny, a znając równanie czasu, zamienić go na czas średni słoneczny. Ten zaś można — jak wiemy — zamienić na czas środkowo-europejski.

Tablica I.

Deklinacja słońca i równanie czasu w r. 1929¹

o godzinie 12 czasu uniwersalnego czyli zachodnio-europejskiego
t. j. dla południka 0^o
(godz. 13 czasu środkowo-europejskiego).

¹ Z Kalendarza astronomicznego na r. 1929.

Styczeń.

Dzień	Deklinacja δ	Równanie czasu (czas średni mniej czas prawdziwy)
1	- 23° 1' 31''	+ 3 ^m 33·6 ^s
2	- 22 56 26	+ 4 1·8
3	- 22 50 52	+ 4 29·8
4	- 22 44 52	+ 4 57·3
5	- 22 38 24	+ 5 24·5
6	- 22 31 30	+ 5 51·2
7	- 22 24 9	+ 6 17·5
8	- 22 16 21	+ 6 43·3
9	- 22 8 7	+ 7 8·6
10	- 21 59 27	+ 7 33·4
11	- 21 50 21	+ 7 57·6
12	- 21 40 50	+ 8 21·2
13	- 21 30 53	+ 8 44·2
14	- 21 20 32	+ 9 6·5
15	- 21 9 45	+ 9 28·2
16	- 20 58 35	+ 9 49·2
17	- 20 47 0	+ 10 9·5
18	- 20 35 2	+ 10 29·1
19	- 20 22 41	+ 10 47·9
20	- 20 9 56	+ 11 5·9
21	- 19 56 49	+ 11 23·2
22	- 19 43 20	+ 11 39·8
23	- 19 29 29	+ 11 55·5
24	- 19 15 16	+ 12 10·4
25	- 19 0 42	+ 12 24·6
26	- 18 45 47	+ 12 37·9
27	- 18 30 32	+ 12 50·4
28	- 18 14 57	+ 13 2·2
29	- 17 59 2	+ 13 13·2
30	- 17 42 48	+ 13 23·3
31	- 17 26 14	+ 13 32·6

Luty.

Dzień	Deklinacja δ	Równanie czasu (czas średni mniej czas prawdziwy)
1	- 17° 9' 22''	+ 13 ^m 41·2 ^s
2	- 16 52 12	+ 13 48·9
3	- 16 34 45	+ 13 55·9
4	- 16 16 59	+ 14 2·3
5	- 15 8 57	+ 14 7·4
6	- 15 40 39	+ 14 11·9
7	- 15 22 4	+ 14 15·7
8	- 15 3 13	+ 14 18·6
9	- 14 44 7	+ 14 20·8
10	- 14 24 47	+ 14 22·2
11	- 14 5 12	+ 14 22·8
12	- 13 45 22	+ 14 22·6
13	- 13 25 20	+ 14 21·6
14	- 13 5 4	+ 14 19·9
15	- 12 44 36	+ 14 17·4
16	- 12 23 55	+ 14 14·2
17	- 12 3 3	+ 14 10·2
18	- 11 41 59	+ 14 5·6
19	- 11 20 44	+ 14 0·2
20	- 10 59 19	+ 13 54·1
21	- 10 37 44	+ 13 47·3
22	- 10 15 58	+ 13 39·9
23	- 9 54 4	+ 13 31·8
24	- 9 32 0	+ 13 23·2
25	- 9 9 48	+ 13 13·9
26	- 8 47 28	+ 13 4·1
27	- 8 25 0	+ 12 53·7
28	- 8 2 24	+ 12 42·8

Marzec.

Dzień	Deklinacja δ	Równanie czasu (czas średni mniej czas prawdziwy)
1	- 7° 39' 42''	+ 12 ^m 31·3 ^s
2	- 7 16 52	+ 12 19·4
3	- 6 53 57	+ 12 7·0
4	- 6 30 55	+ 11 54·1
5	- 6 7 48	+ 11 40·8
6	- 5 44 36	+ 11 27·0
7	- 5 21 18	+ 11 12·9
8	- 4 57 57	+ 10 58·4
9	- 4 34 32	+ 10 43·4
10	- 4 11 2	+ 10 28·2
11	- 3 47 30	+ 10 12·6
12	- 3 23 55	+ 9 56·7
13	- 3 0 18	+ 9 40·5
14	- 2 36 39	+ 9 24·0
15	- 2 12 58	+ 9 7·2
16	- 1 49 16	+ 8 50·2
17	- 1 25 33	+ 8 32·9
18	- 1 1 50	+ 8 15·4
19	- 0 38 7	+ 7 57·7
20	- 0 14 24	+ 7 39·9
21	+ 0 9 18	+ 7 21·9
22	+ 0 32 59	+ 7 3·7
23	+ 0 56 38	+ 6 45·5
24	+ 1 20 16	+ 6 27·2
25	+ 1 43 52	+ 6 8·8
26	+ 2 7 25	+ 5 50·4
27	+ 2 30 56	+ 5 32·0
28	+ 2 54 24	+ 5 13·5
29	+ 3 17 48	+ 4 55·2
30	+ 3 41 8	+ 4 36·9
31	+ 4 4 25	+ 4 18·6

Kwiecień.

Dzień	Deklinacja δ	Równanie czasu (czas średni mniej czas prawdziwy)
1	+ 4° 27' 37''	+ 4 ^m 0·5 ^s
2	+ 4 50 44	+ 3 42·5
3	+ 5 13 47	+ 3 24·6
4	+ 5 36 44	+ 3 6·9
5	+ 5 59 35	+ 2 49·3
6	+ 6 22 20	+ 2 32·0
7	+ 6 44 58	+ 2 14·8
8	+ 7 7 30	+ 1 57·9
9	+ 7 29 55	+ 1 41·2
10	+ 7 52 12	+ 1 24·8
11	+ 8 14 21	+ 1 8·7
12	+ 8 36 22	+ 0 52·8
13	+ 8 58 14	+ 0 37·2
14	+ 9 19 57	+ 0 21·9
15	+ 9 41 30	+ 0 6·9
16	+ 10 2 54	- 0 7·7
17	+ 10 24 8	- 0 22·0
18	+ 10 45 11	- 0 36·0
19	+ 11 6 4	- 0 49·5
20	+ 11 26 45	- 1 2·7
21	+ 11 47 16	- 1 15·4
22	+ 12 7 34	- 1 27·8
23	+ 12 27 41	- 1 39·6
24	+ 12 47 35	- 1 51·1
25	+ 13 7 16	- 2 2·0
26	+ 13 26 45	- 2 12·5
27	+ 13 46 1	- 2 22·5
28	+ 14 5 3	- 2 31·9
29	+ 14 23 51	- 2 40·8
30	+ 14 42 25	- 2 49·2

Maj.

Dzień	Deklinacja δ	Równanie czasu (czas średni mniej czas prawdziwy)
1	+15° 0' 45''	- 2 ^m 57·1 ^s
2	+15 18 50	- 3 4·4
3	+15 36 40	- 3 11·2
4	+15 54 14	- 3 17·3
5	+16 11 33	- 3 22·9
6	+16 28 36	- 3 28·0
7	+16 45 22	- 3 32·4
8	+17 1 52	- 3 36·3
9	+17 18 5	- 3 39·6
10	+17 34 0	- 3 42·3
11	+17 49 38	- 3 44·5
12	+18 4 58	- 3 46·1
13	+18 19 59	- 3 47·1
14	+18 34 42	- 3 47·6
15	+18 49 6	- 3 47·5
16	+19 3 11	- 3 46·9
17	+19 16 56	- 3 45·7
18	+19 30 22	- 3 44·0
19	+19 43 28	- 3 41·8
20	+19 56 14	- 3 39·0
21	+20 8 39	- 3 35·7
22	+20 20 43	- 3 31·8
23	+20 32 27	- 3 27·4
24	+20 43 50	- 3 22·5
25	+20 54 51	- 3 17·1
26	+21 5 31	- 3 11·2
27	+21 15 49	- 3 4·8
28	+21 25 45	- 2 57·9
29	+21 35 19	- 2 50·5
30	+21 44 30	- 2 42·7
31	+21 53 19	- 2 34·4

Czerwiec.

Dzień	Deklinacja δ	Równanie czasu (czas średni mniej czas prawdziwy)
1	+22° 1' 45''	- 2 ⁿ 25·6 ^s
2	+22 9 49	- 2 16·5
3	+22 17 29	- 2 6·9
4	+22 24 46	- 1 56·9
5	+22 31 39	- 1 46·6
6	+22 38 9	- 1 35·9
7	+22 44 15	- 1 24·9
8	+22 49 57	- 1 13·6
9	+22 55 14	- 1 2·1
10	+23 0 8	- 0 50·3
11	+23 4 37	- 0 38·2
12	+23 8 42	- 0 26·0
13	+23 12 23	- 0 13·6
14	+23 15 38	- 0 1·1
15	+23 18 30	+ 0 11·5
16	+23 20 56	+ 0 24·3
17	+23 22 58	+ 0 37·1
18	+23 24 35	+ 0 50·0
19	+23 25 47	+ 1 3·0
20	+23 26 34	+ 1 16·0
21	+23 26 57	+ 1 28·9
22	+23 26 55	+ 1 41·8
23	+23 26 28	+ 1 54·7
24	+23 25 36	+ 2 7·6
25	+23 24 20	+ 2 20·3
26	+23 22 39	+ 2 33·0
27	+23 20 33	+ 2 45·5
28	+23 18 3	+ 2 57·9
29	+23 15 8	+ 3 10·1
30	+23 11 49	+ 3 22·2

Lipiec.

Dzień	Deklinacja δ	Równanie czasu (czas średni mniej czas prawdziwy)
1	+ 23 ^o 8' 5''	+ 3' 34.0 ^s
2	+ 23 3 58	+ 3 45.6
3	+ 22 59 25	+ 3 57.0
4	+ 22 54 29	+ 4 8.0
5	+ 22 49 9	+ 4 18.8
6	+ 22 43 25	+ 4 29.3
7	+ 22 37 17	+ 4 39.4
8	+ 22 30 46	+ 4 49.1
9	+ 22 23 51	+ 4 58.4
10	+ 22 16 33	+ 5 7.4
11	+ 22 8 52	+ 5 15.8
12	+ 22 0 48	+ 5 23.8
13	+ 21 52 22	+ 5 31.4
14	+ 21 43 33	+ 5 38.4
15	+ 21 34 22	+ 5 45.0
16	+ 21 24 49	+ 5 51.0
17	+ 21 14 54	+ 5 56.5
18	+ 21 4 37	+ 6 1.5
19	+ 20 53 59	+ 6 5.9
20	+ 20 43 0	+ 6 9.8
21	+ 20 31 40	+ 6 13.1
22	+ 20 20 0	+ 6 15.8
23	+ 20 7 59	+ 6 18.0
24	+ 19 55 38	+ 6 19.6
25	+ 19 42 57	+ 6 20.7
26	+ 19 29 56	+ 6 21.1
27	+ 19 16 36	+ 6 21.0
28	+ 19 2 57	+ 6 20.3
29	+ 18 48 58	+ 6 19.0
30	+ 18 34 42	+ 6 17.2
31	+ 18 20 6	+ 6 14.7

Sierpień.

Dzień	Deklinacja δ	Równanie czasu (czas średni mniej czas prawdziwy)
1	+ 18 ^o 5' 13''	+ 6' 11.7 ^s
2	+ 17 50 2	+ 6 8.1
3	+ 17 34 33	+ 6 3.9
4	+ 17 18 47	+ 5 59.1
5	+ 17 2 44	+ 5 53.7
6	+ 16 46 25	+ 5 47.6
7	+ 16 29 49	+ 5 41.0
8	+ 16 12 57	+ 5 33.8
9	+ 15 55 50	+ 5 26.0
10	+ 15 38 28	+ 5 17.6
11	+ 15 20 50	+ 5 8.6
12	+ 15 2 58	+ 4 59.0
13	+ 14 44 51	+ 4 48.8
14	+ 14 26 30	+ 4 38.1
15	+ 14 7 56	+ 4 26.8
16	+ 13 49 8	+ 4 14.9
17	+ 13 30 8	+ 4 2.5
18	+ 13 10 54	+ 3 49.6
19	+ 12 51 28	+ 3 36.2
20	+ 12 31 50	+ 3 22.3
21	+ 12 12 0	+ 3 8.0
22	+ 11 51 58	+ 2 53.1
23	+ 11 31 45	+ 2 37.8
24	+ 11 11 21	+ 2 22.1
25	+ 10 50 46	+ 2 6.0
26	+ 10 30 1	+ 1 49.5
27	+ 10 9 6	+ 1 32.6
28	+ 9 48 1	+ 1 15.4
29	+ 9 26 46	+ 0 57.8
30	+ 9 5 22	+ 0 39.8
31	+ 8 43 50	+ 0 21.6

Wrzesień.

Dzień	Deklinacja δ	Równanie czasu (czas średni mniej czas prawdziwy)
1	+ 8° 22' 9"	+ 0 ^m 3·0 ^s
2	+ 8 0 20	— 0 15·8
3	+ 7 38 23	— 0 35·0
4	+ 7 16 18	— 0 54·4
5	+ 6 54 7	— 1 14·0
6	+ 6 31 48	— 1 33·9
7	+ 6 9 24	— 1 54·1
8	+ 5 46 53	— 2 14·4
9	+ 5 24 16	— 2 34·9
10	+ 5 1 35	— 2 55·6
11	+ 4 38 48	— 3 16·5
12	+ 4 15 56	— 3 37·5
13	+ 3 53 0	— 3 58·6
14	+ 3 30 0	— 4 19·8
15	+ 3 6 57	— 4 41·0
16	+ 2 43 50	— 5 2·4
17	+ 2 20 40	— 5 23·7
18	+ 1 57 27	— 5 45·1
19	+ 1 34 11	— 6 6·4
20	+ 1 10 54	— 6 27·7
21	+ 0 47 34	— 6 48·9
22	+ 0 24 14	— 7 10·1
23	+ 0 0 51	— 7 31·1
24	— 0 22 34	— 7 52·0
25	— 0 45 55	— 8 12·7
26	— 1 9 19	— 8 33·3
27	— 1 32 43	— 8 53·6
28	— 1 56 6	— 9 13·8
29	— 2 19 29	— 9 33·7
30	— 2 42 50	— 9 53·3

Październik.

Dzień	Deklinacja δ	Równanie czasu (czas średni mniej czas prawdziwy)
1	— 3° 6' 10"	— 10 ^m 12·1 ^s
2	— 3 29 28	— 10 31·8
3	— 3 52 44	— 10 50·6
4	— 4 15 57	— 11 9·0
5	— 4 39 7	— 11 27·1
6	— 5 2 13	— 11 44·9
7	— 5 25 16	— 12 2·2
8	— 5 48 14	— 12 19·2
9	— 6 11 7	— 12 35·8
10	— 6 33 56	— 12 52·0
11	— 6 56 39	— 13 7·7
12	— 7 19 17	— 13 22·9
13	— 7 41 48	— 13 37·7
14	— 8 4 13	— 13 51·9
15	— 8 26 32	— 14 5·6
16	— 8 48 42	— 14 18·8
17	— 9 10 46	— 14 31·4
18	— 9 32 41	— 14 43·4
19	— 9 54 28	— 14 54·8
20	— 10 16 7	— 15 5·6
21	— 10 37 36	— 15 15·8
22	— 10 58 56	— 15 25·2
23	— 11 20 7	— 15 34·0
24	— 11 41 7	— 15 42·1
25	— 12 1 57	— 15 49·5
26	— 12 22 36	— 15 56·1
27	— 12 43 3	— 16 2·0
28	— 13 3 19	— 16 7·1
29	— 13 23 22	— 16 11·4
30	— 13 43 14	— 16 15·0
31	— 14 2 52	— 16 17·8

Listopad.

Dzień	Deklinacja δ	Równanie czasu (czas średni mniej czas prawdziwy)
1	-14 ^o 22' 16''	-16 ^m 19·8 ^s
2	-14 41 27	-16 21·0
3	-15 0 23	-16 21·4
4	-15 19 5	-16 21·0
5	-15 37 32	-16 19·7
6	-15 55 43	-16 17·7
7	-16 13 38	-16 14·8
8	-16 31 16	-16 11·1
9	-16 48 38	-16 6·6
10	-17 5 42	-16 1·3
11	-17 22 29	-15 55·1
12	-17 38 58	-15 48·1
13	-17 55 9	-15 40·3
14	-18 11 6	-15 31·6
15	-18 26 33	-15 22·1
16	-18 41 46	-15 11·8
17	-18 56 39	-15 0·6
18	-19 11 12	-14 48·6
19	-19 25 24	-14 35·7
20	-19 39 16	-14 22·0
21	-19 52 46	-14 7·5
22	-20 5 54	-13 52·2
23	-20 18 41	-13 36·0
24	-20 31 5	-13 19·1
25	-20 43 6	-13 1·3
26	-20 54 44	-12 42·8
27	-21 5 59	-12 23·5
28	-21 16 50	-12 3·5
29	-21 27 17	-11 42·7
30	-21 37 20	-11 21·3

Grudzień.

Dzień	Deklinacja δ	Równanie czasu (czas średni mniej czas prawdziwy)
1	-21 ^o 46' 58''	-10 ^m 59·2 ^s
2	-21 56 10	-10 36·4
3	-22 4 58	-10 13·0
4	-22 13 20	-9 49·1
5	-22 21 16	-9 24·5
6	-22 28 45	-8 59·4
7	-22 35 49	-8 33·8
8	-22 42 26	-8 7·7
9	-22 48 36	-7 41·2
10	-22 54 18	-7 14·2
11	-22 59 34	-6 46·8
12	-23 4 23	-6 19·1
13	-23 8 44	-5 51·0
14	-23 12 37	-5 22·6
15	-23 16 3	-4 54·0
16	-23 19 1	-4 25·0
17	-23 21 31	-3 55·9
18	-23 28 33	-3 26·5
19	-23 25 7	-2 57·0
20	-23 26 13	-2 27·3
21	-23 26 50	-1 57·5
22	-23 27 0	-1 27·6
23	-23 26 41	-0 57·7
24	-23 25 54	-0 27·8
25	-23 24 38	+0 2·1
26	-23 22 54	+0 32·0
27	-23 20 43	+1 1·7
28	-23 18 3	+1 31·4
29	-23 14 54	+2 0·8
30	-23 11 18	+2 30·1
31	-23 7 14	+2 39·1

Tablica II.
**Współrzędne geograficzne główniejszych miast
 polskich.¹**

N a z w a	φ szerokość geograficzna	L długość geograf. na wschód od Greenwich	ΔL
Będzin	50° 20'	1 ^h 16·5 ^m	+ 7·6 ^m
Biała Podlaska	52 2	1 32·5	— 8·4
Białystok	53 8	1 32·6	— 8·5
Bochnia	49 58	1 21·7	+ 2·4
Brody	50 5	1 40·6	—16·5
Brześć n/Bugiem	52 5	1 34·6	—10·5
Brzeżany	49 27	1 39·8	—15·7
Bydgoszcz	53 7	1 12·0	+12·1
Bytom	50 21	1 15·7	+ 8·4
Chełm	51 8	1 33·9	— 9·8
Chełmno	53 21	1 13·7	+10·4
Chojnice	53 42	1 10·2	+13·9
Cieszyn	49 45	1 14·5	+ 9·6
Częstochowa	50 49	1 16·5	+ 7·6
Drohobycz	49 21	1 34	— 10
Gdańsk	54 21	1 14·6	+ 9·5
Gniezno	52 32	1 10·4	+13·7
Grodno	53 41	1 35·3	—11·2
Grudziądz	53 30	1 15·0	+ 9·1
Inowrocław	52 48	1 13	+11
Jarosław	50 1	1 30·8	— 6·7
Jasło	49 45	1 25·9	— 1·8
Kalisz	51 46	1 12·4	+11·7
Katowice	50 16	1 16·1	+ 8
Kielce	50 52	1 22·5	+ 1·6
Koło	52 12	1 14·5	+ 9·6
Kołomyja	48 32	1 40·2	—16·1
Konin	52 12	1 13·1	+11
Kowel	51 13	1 38·8	—14·7
Kraków	50 4	1 19·8	+ 4·3
Krosno	49 42	1 27·1	— 3
Krotoszyn	51 42	1 9·8	+14·3
Królewska Huta	50 18	1 15·8	+ 8·3
Krzemieniec	50 6	1 42·9	—18·8
Krynica	49 24	1 23·8	+ 0·3
Leszno	51 51	1 6·3	+17·1

ΔL — różnica długości geograficznej Warszawy i danej miejscowości.

¹ Z Kalendarza astronomicznego na rok 1929.

Nazwa	φ szerokość geograficzna	L długość geograf. na wschód od Greenwich	ΔL
Lida	53° 53'	1 ^h 41·2 ^m	-17·1 ^m
Lublin	51 15	1 30·4	- 6·3
Lwów	49 50	1 36·1	-12
Łowicz	52 7	1 19·8	+ 4·3
Łódź	51 47	1 18·0	+ 6·1
Łuck	50 44	1 41·3	-17·2
Międzyrzec	51 59	1 31·1	- 7
Mława	53 7	1 21·5	+ 2·6
Mysłowice	50 14	1 16·6	+ 7·5
Nowogródek	53 36	1 43·3	-19·2
Nowy Sącz	49 38	1 22·8	+ 1·3
Ostróg	50 20	1 46·2	-22·1
Ostrów	51 39	1 11·3	+12·8
Pińsk	52 7	1 44·6	-20·5
Piotrków	51 24	1 18·8	+ 5·3
Płock	52 33	1 18·8	+ 5·3
Poznań	52 25	1 7·5	+16·6
Przemysł	49 47	1 31·1	- 7
Pułtusk	52 42	1 24·9	- 0·8
Radom	51 24	1 24·6	- 0·5
Rawicz	51 37	1 7·4	+16·7
Równe	50 37	1 45·0	-20·9
Sandomierz	50 41	1 27·0	- 2·9
Sambor	49 31	1 32·8	- 8·7
Siedlce	52 10	1 29·1	- 5
Skierniewice	51 58	1 20·6	+ 3·5
Stanisławów	48 55	1 38·9	-14·8
Starogard	53 58	1 14·2	+10·1
Stryj	49 16	1 35·4	-11·3
Suwałki	54 6	1 31·7	- 7·6
Tarnopol	49 33	1 42·4	+18·3
Tarnów	50 1	1 24·0	+ 0·1
Tczew	54 5	1 15·2	+ 8·9
Toruń	53 1	1 14·4	+ 9·7
Warszawa	52 13	1 24·1	0 -
Wieleń	52 54	1 4·7	+19·4
Wilno	54 40	1 41·1	-16·9
Włocławek	52 39	1 16·3	+ 7·8
Włodzimierz Wołyński	50 51	1 37·3	-13·2
Wółkowysk	53 10	1 37·9	-13·8
Zakopane	49 18	1 19·8	+ 4·3
Zamość	50 43	1 33·0	- 8·9
Zduńska Wola	51 36	1 15·8	+ 8·3
Złoczów	49 47	1 39·6	-15·5

Tablica III.

Zamiana łuków na czas i odwrotnie.¹

1° 0 ^h 4 ^m	1' 0 ^m 4 ^s	1'' 0·07 ^s	16'' 1·07 ^s	31'' 2·07 ^s	46'' 3·07 ^s
2 0 8	2 0 8	2 0·13	17 1·13	32 2·13	47 3·13
3 0 12	3 0 12	3 0·20	18 1·20	33 2·20	48 3·20
4 0 16	4 0 16	4 0·27	19 1·27	34 2·27	49 3·27
5 0 20	5 0 20	5 0·33	20 1·33	35 2·33	50 3·33
6 0 24	6 0 24	6 0·40	21 1·40	36 2·40	51 3·40
7 0 28	7 0 28	7 0·47	22 1·47	37 2·47	52 3·47
8 0 32	8 0 32	8 0·53	23 1·53	38 2·53	53 3·53
9 0 36	9 0 36	9 0·60	24 1·60	39 2·60	54 3·60
10 0 40	10 0 40	10 0·67	25 1·67	40 2·67	55 3·67
20 1 20	20 1 20	11 0·73	26 1·73	41 2·73	56 3·73
30 2 0	30 2 0	12 0·80	27 1·80	42 2·80	57 3·80
40 2 40	40 2 40	13 0·87	28 1·87	43 2·87	58 3·87
50 3 20	50 3 20	14 0·93	29 1·93	44 2·93	59 3·93
60 4 0	60 4 0	15 1·00	30 2·00	45 3·00	60 4·00
70 4 40					
80 5 20					
90 6 0					

¹ Z Kalendarza astronomicznego na rok 1929.

	Str.
Wstęp	3
Rozdział I. Istota i dzieje gnomonu	7
Rozdział II. Konstrukcja gnomonu	9
Rozdział III. Zastosowanie gnomonu	15
Rozdział IV. Zegar słoneczny	44

Spis rycin.

1. Gnomon na dziedzińcu szkolnym (z jednym kołem)	10
2. Gnomon z kulką	10
3. Gnomon na dziedzińcu szkolnym (z trzema kołami koncentrycznymi)	11
4. Gnomon z otworkiem	12
5. Gnomon z otworkiem (według Hoflera)	12
6. Gnomon z otworkiem ulepszony (według Picka)	13
7. Gnomon z otworkiem (ćwiczenie na podwórzu szkolnym)	14
8. Gnomon Hoflera	15
9. Ważniejsze współrzędne astronomiczne	23
10. Równanie czasu	31
11. Drogi cienia w czasie zrównań i przesileń	42
12. Zegar słoneczny: a) równikowy, b) pionowy, c) poziomy (według Müller-Preslera)	48
13. Przekrój pionowy zegara słonecznego równikowego, pionowego i poziomego	49
14. Zegar słoneczny pionowy (według Löschnera)	50
15. Zegar słoneczny poziomy (według Löschnera)	53

Spis tablic.

1. Deklinacja słońca i równanie czasu w r. 1929	55—61
2. Współrzędne geograficzne główniejszych miast polskich	62—63
3. Zamiana łuków na czas i odwrotnie	64



KSIĄŻNICA-ATLAS S. A.

LWÓW, CZARNIECKIEGO 12 — WARSZAWA, N. ŚWIAT 59

poleca

H. GROTOWSKA

O POZNAWANIU KRAJU

Podręcznik dla nauczyciela.

Z 85 rycinami w tekście. Zł. 4.20.

PRACE GEOGRAFICZNE

Tom

POD REDAKCJĄ PROF. DR. E. ROMERA

- I. *Czekanowski J.*: Stosunki narodowościowo-wyznaniowe na Litwie i Rusi. Tekst polsko-francusko-niem. 10—
- II. *Romer E.*: Polacy na kresach pomorskich. Tekst polski 10—, tekst polsko-francuski 15—
- III. *Pawłowski S.*: Ludność rzymsko-katolicka w polsko-ruskiej części Galicji. Tekst polski 4.50, tekst polsko-francuski 6—
- IV. *Dudziński A.*: Polacy na Śląsku. Tekst polski 4.50, tekst francuski 7.50
- V. *Polackówna M.*: Wahania klimatyczne w Polsce w wiekach średnich i *Kornaus J.*: Jan Długosz, geograf polski XV w. 12—
- VI. *Karpaty. Nowak J.*: Nafta Karpat polskich i *Tołwiński Z.*: Dyslokacje poprzeczne oraz kierunki tektoniczne w Karpatach polskich 4.50
- VII. *Romer E.*: Spis ludności na terenach wschodnich 5—
- VIII. *Jakubski A.*: Nowe metody i kierunki w zakresie kartografii zoogeograficznej 3—
- IX. *Podole. d'Abancourt A.*: Klasyfikacja i rozwój dolin podolskich. — *Czyżewski J.*: Gęstość sieci dolinnej na Podolu. — *Koczwarą M.*: Rozwój polodowcowej flory i klimatu Podola w świetle analizy pyłkowej. — *Zierhoffer A.*: Północna krawędź Podola w świetle rzeźby powierzchni kredowej 12.60
- X. *Studia regionalne z geografii Polski. Chałubińska A.*: O spękaniach skał na Podolu. — *Czyżewski J.*: Z historii doliny Dniestru — *Teisseyre H.*: Powierzchnia szczytowa Karpat. — *Zduńczyk-Jaroszowa J.*: Topograficzne nazwy polskie, pochodzące od niektórych drzew i zwierząt 18.50
- XI. *Romer E.*: Tatrzańska epoka lodowa 32—

7-80 3
=

S 24 B7

KSIĄŻNICA - ATLAS

LWÓW, CZARNIECKIEGO 12 — WARSZAWA

poleca

E. ROMERA

POWSZECHNY ATLAS GEOGRAFICZNY

Kart. 49. Zł. 52.—.

Pierwszy i jedyny polski atlas, wykonany w całości w kraju.

Zawiera także komplet map, potrzebny do nauki o Polsce współczesnej.

ST. PAWŁOWSKI

GEOGRAFJA POLSKI

Podręcznik przeznaczony do użytku w szkołach powsz. i średnich.

8°. Str. 148. Z 65 ilustracjami. Zł. 4.—.

Podręcznik ten, przeznaczony dla 7 oddz. szkoły powszechnej i 4 klasy gimnazjów, przedstawia krajobrazy ziem polskich, a na tle znajomości krain geograficznych podaje wiadomości ogólne o ludności, stosunkach gospodarczych, ustroju i administracji Polski. Syntetyczne rozdziały zmierzają do przyswojenia uczniowi pojęcia pewnych krain naturalnych Polski. Nadto podkreśla książka, jaką rolę odgrywa w życiu gospodarczem każde województwo. Osobną uwagę i troskę poświęcił autor stronie metodycznej książki, zaopatrując ją w liczne pytania, ćwiczenia i wypracowania. Książkę uzupełniają specjalne Wypisy geograficzne, do nabycia oddzielnie. Cena zł. 4.—.

A. ZIERHOFFER

GEOGRAFJA GOSPODARCZA

dla średnich szkół handlowych.

W druku.

Podręcznik ten jest przystosowany do wymagań szkoły pracy; istotną więc jego część stanowią ćwiczenia, oparte na dostępnym materiale map konturowych, podręczników statystyki i t. p.