

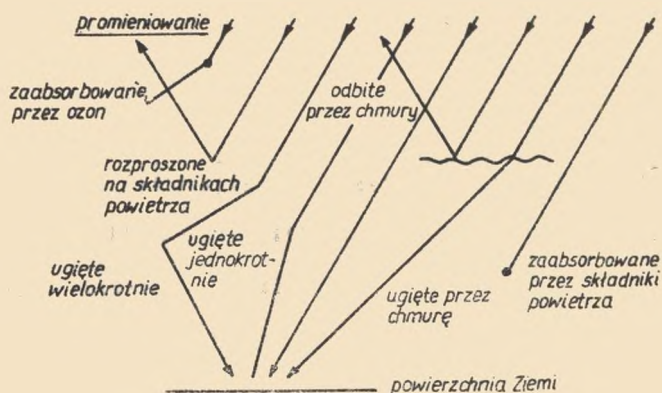
Oświetlenie Ziemi w ujęciu graficznym z komentarzem pomocnym w nauczaniu geografii

Zróznicowanie powłoki ziemskiej oraz zachodzące w niej okresowe przemiany są w głównej mierze spowodowane nierównomierną dostawą energii słonecznej do różnych miejsc Ziemi. Jednym z celów astronomicznego działu geografii fizycznej ogólnej jest objaśnienie, dlaczego zmienia się natężenie promieniowania słonecznego w dowolnym miejscu powierzchni kuli ziemskiej w zależności od pory dnia i pory roku, jakie są tego przyczyny oraz jakie są geograficzne następstwa.

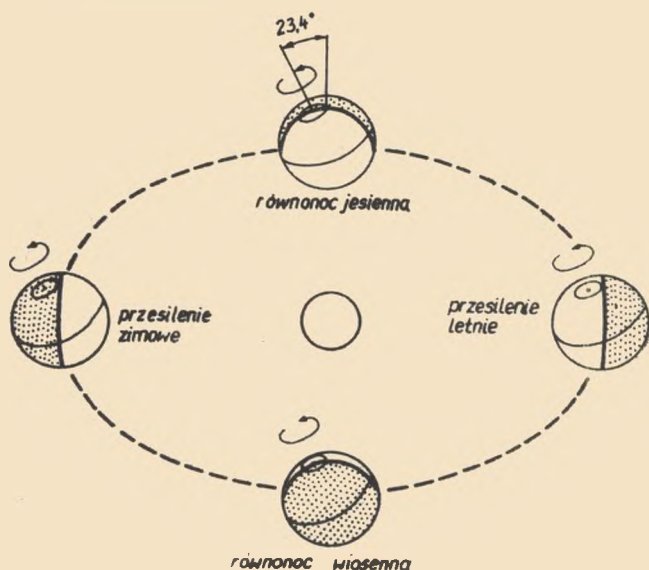
Promieniowanie wybiegające ze Słońca w przestrzeń kosmiczną po około 8,3 minuty osiąga orbitę ziemską. Pomimo że Ziemia wychwytuje jedynie znikomą część promieniowania słonecznego (około 0,000 000 004 490%), to jednak ilość energii słonecznej docierającej do górnych warstw atmosfery w określonym czasie jest dziesiątki tysięcy razy większa od obecnego światowego zapotrzebowania na energię. Jednakże w wyniku licznych i złożonych oddziaływań w atmosferze, tylko część tej energii dociera do powierzchni Ziemi (ryc. 1).

W górnych warstwach atmosfery natężenie promieniowania słonecznego, tzn. szybkość przepływu energii przez jednostkową powierzchnię naświetlonej płaszczyzny ustawionej prostopadle do biegu promieni, wynosi około 1,3 kW.h. Przejście przez atmosferę zmniejsza natężenie promieniowania słonecznego dochodzącego do powierzchni Ziemi do nieco więcej niż do połowy wartości, jaką miało przy wejściu w atmosferę. Osłabienie promieniowania zależy od lokalnego składu i zanieczyszczenia atmosfery, zawartości pary wodnej, układu chmur itp.

Na wielkość natężenia promieniowania słonecznego padającego bezpośrednio na powierzchnię Ziemi najsilniej wpływają dwa czynniki; długość drogi przebytej przez promienie w atmosferze oraz nachylenie promieni do płaszczyzny poziomej w punkcie obserwacji. Obydwa te czynniki zależą od wysokości Słońca nad horyzontem.



Ryc. 1. ODDZIAŁYWANIE PROMIENIOWANIA SŁONECZNEGO Z ATMOSFERĄ ZIEMI



Ryc. 2. RUCH ZIEMI WZGLĘDEM SŁOŃCA

W dowolnym punkcie Ziemi położenie Słońca określamy za pomocą dwóch kątów: wysokości nad horyzontem (h) i azymutu astronomicznego (a), liczonego względem kierunku południowego. Gdy Słońce jest dokładnie na południku, a azymut wynosi zero, to wysokość nad horyzontem jest maksymalna. Ten moment określa się mianem południa słonecznego i jest to wygodny punkt odniesienia, względem którego mierzy się pory dnia.

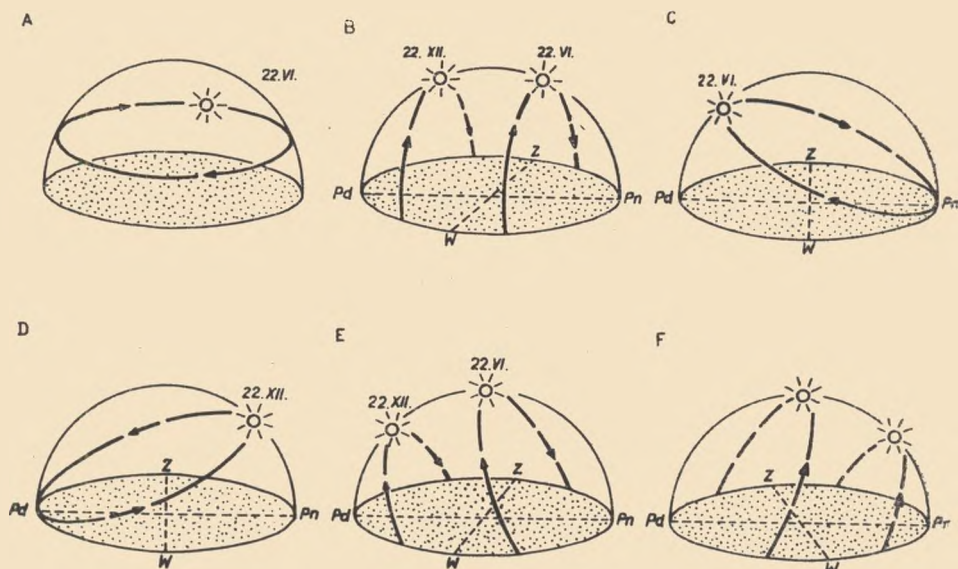
W wyniku obrotu Ziemi wydaje się nam, że Słońce w ciągu 24 godzin okrąży Ziemię po orbicie prostopadłej do osi ziemskiej. Poprowadzona przez punkt obserwacyjny szerokości geograficznej φ prosta, równoległa do osi ziemskiej, jest nachylona do poziomej linii horyzontu pod kątem φ . Jeżeli będziemy mierzyć ruch Słońca od południa słonecznego, to w ciągu godziny przesunie się ono dookoła naszej osi o kąt t , zwany kątem godzinnym.

Sezonowe zmiany położenia Słońca można opisać kątem deklinacji δ , która zmienia się w granicach od $+23,4^\circ$ w okresie letniego przesilenia do $-23,4^\circ$ w czasie przesilenia zimowego. Wynika to z ruchu rocznego Ziemi, zilustrowanego na rycinie 2.

W południe wysokość Słońca h osiąga oczywiście wartość maksymalną $= 90^\circ - \varphi + \delta$, jednakże w innych porach dnia określenie jego pozycji jest nieco trudniejsze. Pozorne położenie Słońca widziane z punktu szerokości geograficznej φ , w chwili dnia opisanej godzinnym kątem t , w porze roku określonej deklinacją Słońca δ jesteśmy w stanie obliczyć ze wzoru, który w najprostszej formie ma postać:

$$\sin h = \cos \delta \cdot \cos t \cdot \cos \varphi + \sin \delta \cdot \sin \varphi,$$

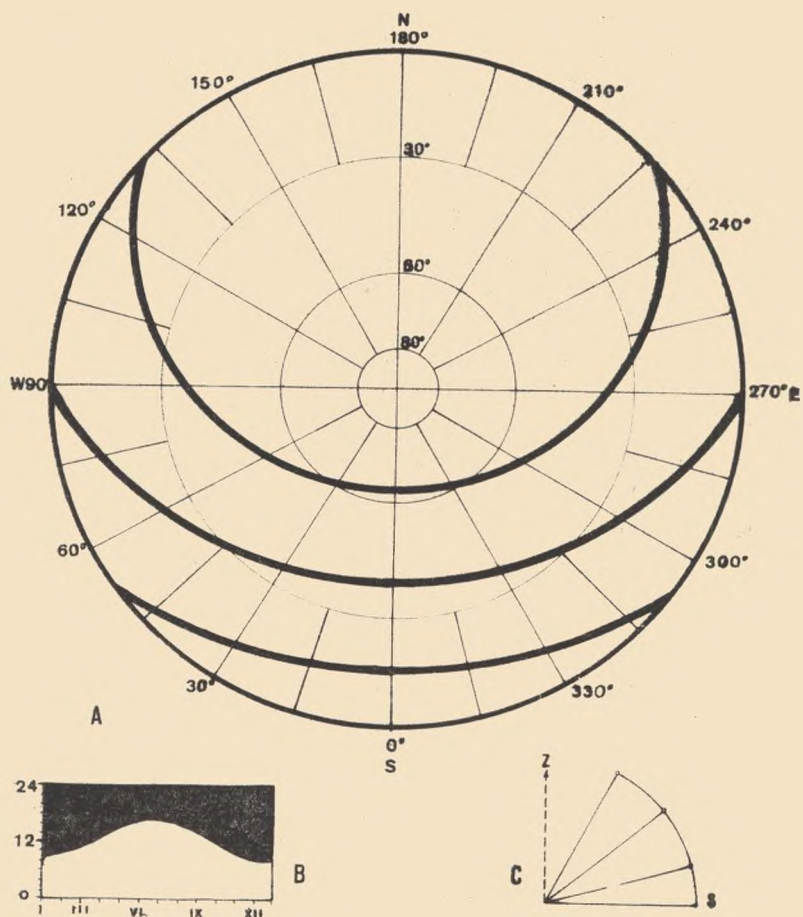
$$\sin a = \frac{\cos \delta \cdot \sin t}{\cos h}.$$



Ryc. 3. WIDOME DROGI SŁOŃCA W DNIACH 22.06 i 22.12 NAD WIDOKRĘGAMI RÓŻNYCH SZEROKOŚCI GEOGRAFICZNYCH

Słońce wschodzi i zachodzi, gdy $h = 0^\circ$. Można obliczyć, że będzie to następowało przy kątach godzinnych tz , liczonych w obydwie strony od południka słonecznego, z równania

$$\cos tz = -\operatorname{tg} \delta \cdot \operatorname{tg} \varphi.$$



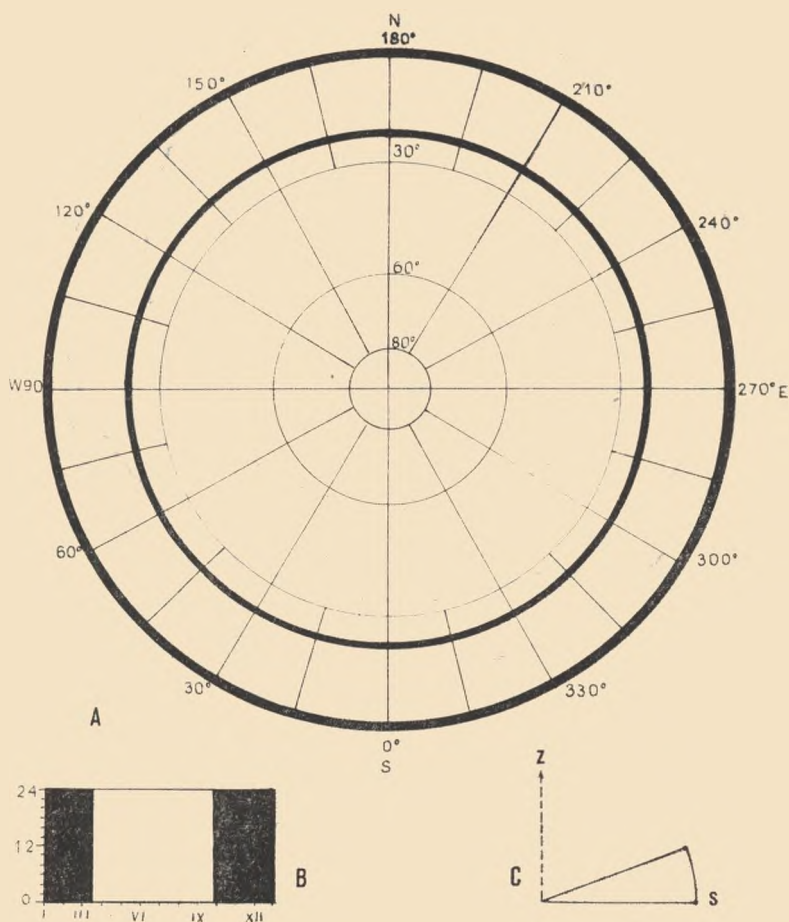
Ryc. 4. OŚWIETLENIE ZIEMI NA SZEROKOŚCI GEOGRAFICZNEJ 50°
 A — łuki dzienne Słońca w dniach przesilen i zrównań,
 B — długość dnia i nocy w ciągu roku,
 C — wysokość górowania Słońca w dniach przesilen i zrównań

Nie ma zupełnie zadowalającego sposobu przedstawienia trójwymiarowego ruchu Słońca na schemacie. Dla zilustrowania zagadnienia w podręcznikach szkolnych dla geografii rysowane są „dobowe” lub „dzienne” drogi Słońca oglądane z różnych szerokości geograficznych (ryc. 3). Przedstawiają one to, co trójwymiarowo można demonstrować na horyzontarium.

W artykule niniejszym proponuje się schematy pokazujące kątowe współrzędne położenia Słońca h i a w funkcji czasu odniesionego do lokalnego południa. Dobowa droga Słońca jest przedstawiona z kilku podstawowych i charakterystycznych punktów obserwacji na Ziemi, dla różnych dni w roku (ryc. 4—12). Rycinę główną (A), uzupełniono dwoma bocznymi. Na jednej (B) przedstawiono zmianę długości dnia w ciągu roku na tej samej szerokości geograficznej, na drugiej (C) przedstawiono wysokości kulminującego Słońca

w południe w dniach przesilenia letniego i zimowego oraz zrównania wiosennego i jesiennego. Objasnienie całej ryciny oraz sposób korzystania z niej przeanalizowano na przykładzie szerokości geograficznej Krakowa — $\varphi = 50^\circ$ (ryc. 4).

Środek koła oznacza miejsce obserwatora na wybranej szerokości geograficznej. Linie proste, krzyżujące się pod kątem prostym w miejscu obserwacji

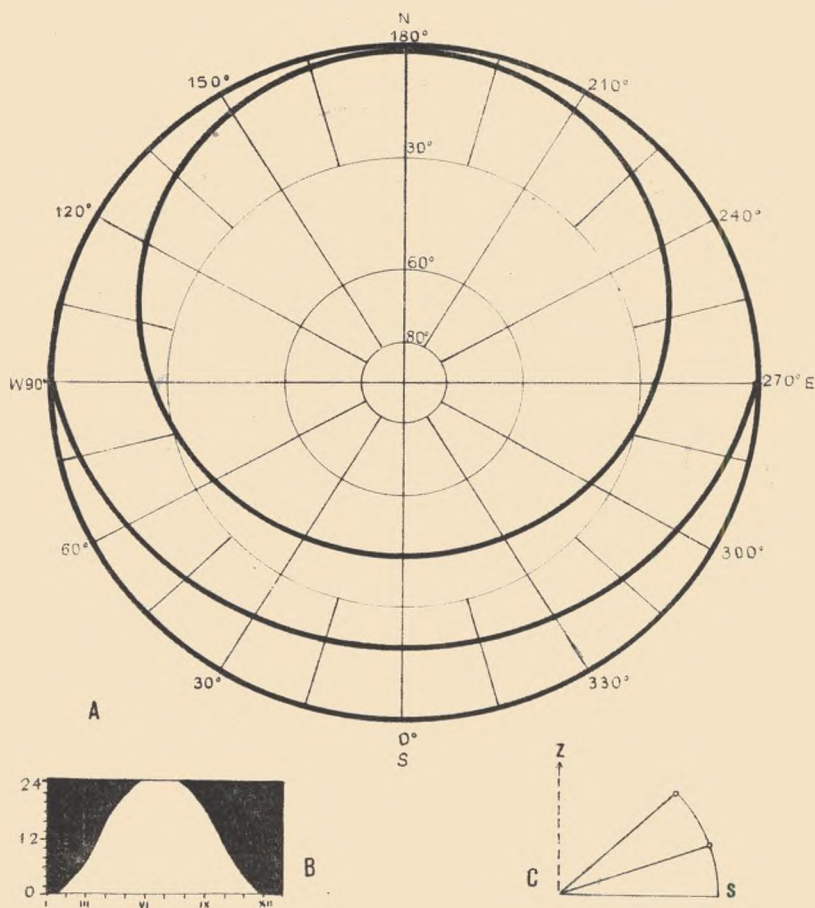


Ryc. 5. OŚWIETLENIE ZIEMI NA SZEROKOŚCI GEOGRAFICZNEJ 90°
Objasnienia jak na ryc. 4.

oznaczają główne kierunki świata: E — W (zachód — wschód), N — S (północ — południe). Ta ostatnia obrazuje zarazem miejscowy południk obserwatora. Koło zewnętrzne jest linią horyzontu astronomicznego. Promienie przedstawiają koła wierzchołkowe sklepienia niebieskiego. Na jednym z nich (południku miejscowym po stronie północnej) opisano koła równych wysokości.

Na zewnętrznym okręgu linii horyzontu astronomicznego opisano azymuty

astronomiczne mierzone od południa S zgodnie z ruchem wskazówek zegara, w stopniach od 0 do 360°. Przejście Słońca przez określone koło wierzchołkowe pozwala odczytać jego azymut astronomiczny i wysokość nad horyzontem (współrzędne horyzontalne). Na ryc. 4 zaznaczono położenie Słońca górującego na południku miejscowym, gdy ma ono deklinację największą, najmniejszą



Ryc. 6. OŚWIETLENIE ZIEMI NA SZEROKOŚCI GEOGRAFICZNEJ 70°
Objaśnienia jak na ryc. 4

oraz zerową. W Krakowie osiąga ono wówczas wysokości odpowiednio: 63,4, 16,6, 40°.

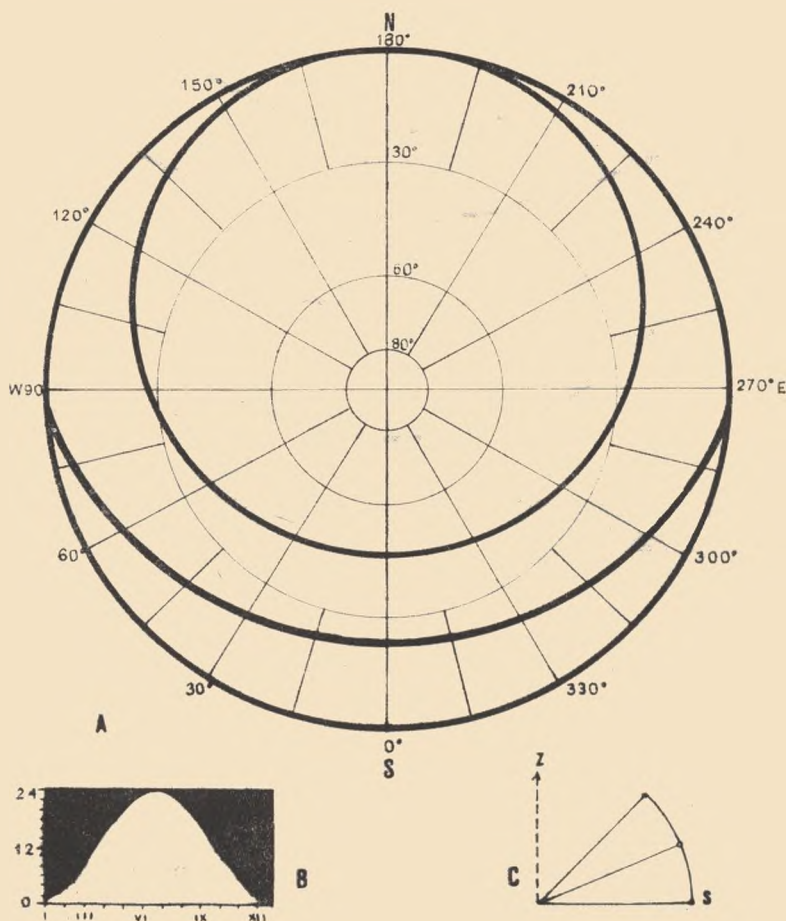
Położenie Słońca na linii horyzontu określa jego wysokość (0°) w momencie wschodu i zachodu oraz odpowiednie azymuty tych momentów. Np. azymuty wschodów i zachodów Słońca w Krakowie wynoszą odpowiednio:

- 22.06. około 230° i 130°
- 21.03. i 23.09. około 270 i 90°
- 22.12. około 310 i 50°

Ekscentryczne łuki kół w polu okręgu oznaczają dobowe drogi Słońca nad horyzontem (łuki dzienne) oglądane z danej szerokości geograficznej w dniu ekstremalnych i zerowej deklinacji Słońca.

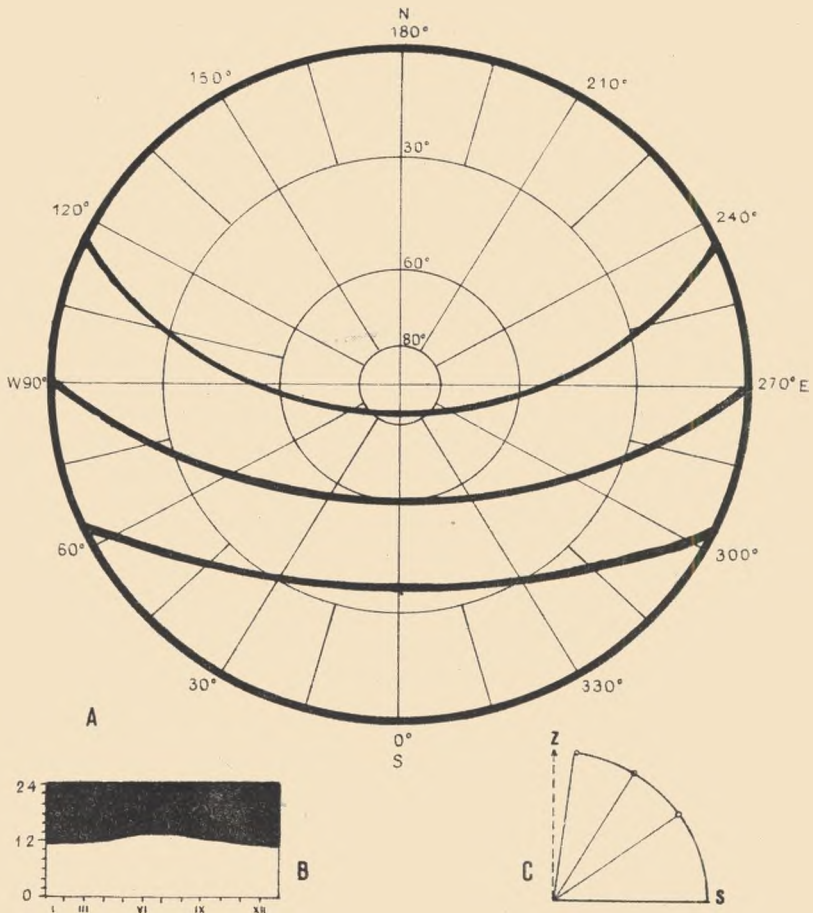
Rycina boczna umieszczona w dole po lewej stronie obrazuje długość dnia w ciągu roku na danej szerokości geograficznej. Podziałka pionowa oznacza godziny doby, a pozioma dni roku, zaznaczone według miesięcy. Pole zasraflowane oznacza godziny nocne, jasne — dzienne. Wysokość słupka godzin dziennych pod wybraną datą informuje o długości danego dnia.

Na rysunku bocznym, umieszczonym w dole po prawej stronie ryciny głównej umieszczono rysunek przedstawiający wysokości Słońca górującego w południe na danej szerokości geograficznej. Wysokość górowania zaznaczono dla tych samych deklinacji Słońca co i zaznaczone na rysunku głównym łuki dzienne Słońca nad horyzontem (22.06, 21.03 i 23.09, 22.12). W pozostałe dni roku można je w przybliżeniu zmierzyć.



Ryc. 7. OŚWIETLENIE ZIEMI NA KOLE PODBIEGUNOWYM PÓLNOCNYM
Objaśnienia jak na ryc. 4

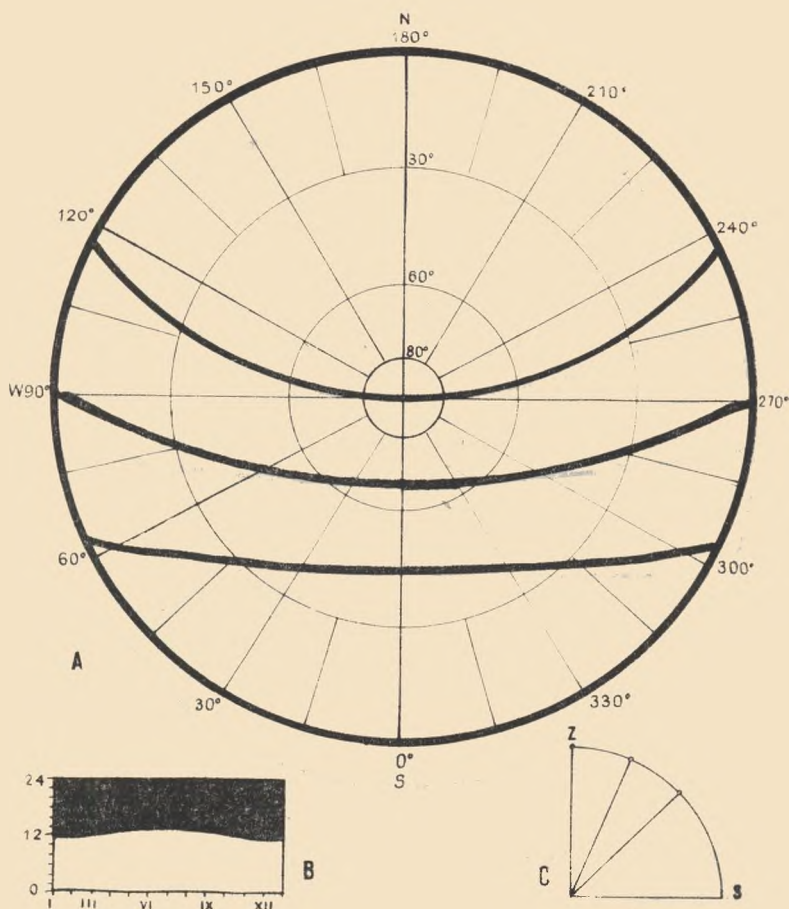
Podobne informacje dadzą się wyczytać z rycin 5—12 skonstruowanych dla reprezentatywnych szerokości geograficznych. Jedynie względy techniczne zmusiły do ich częściowego uproszczenia. Na przykład rycina 11 ukazuje sytuację na równiku. Przez cały rok dzień jest tu równy nocy (w rzeczywistości dzień jest nieco dłuższy od nocy, gdyż okres widoczności Słońca nad horyzontem



Ryc. 8. OŚWIETLENIE ZIEMI NA SZEROKOŚCI GEOGRAFICZNEJ 30°
 Objaśnienia jak na ryc. 4

przedłuża zjawisko refrakcji). Słońce osiąga największą wysokość w dniach równonocy i góruje wówczas w zenicie. Gdy deklinacja Słońca jest większa lub mniejsza od 0°, to wówczas wysokość górowania Słońca jest mniejsza od 90°. Najmniejszą wysokość osiąga Słońce podczas przesileni; letniego — 66,6° po stronie północnej i tyle samo w przesilenie zimowe po stronie południowej. Miejsca wschodu i zachodu Słońca odsuwają się od punktów wschodu i zachodu (E i W).

Na rycinach przedstawiających wysokie szerokości geograficzne możemy nawet zauważyć fenomen Słońca świecącego o północy, kiedy to Słońce jest widoczne przez całą dobę. Na umiarkowanych szerokościach geograficznych daje się odnotować bardzo niski przebieg Słońca w środku zimy. Wydłużanie się dnia w lecie jest już zauważalne w okolicy zwrotników, gdzie w czasie

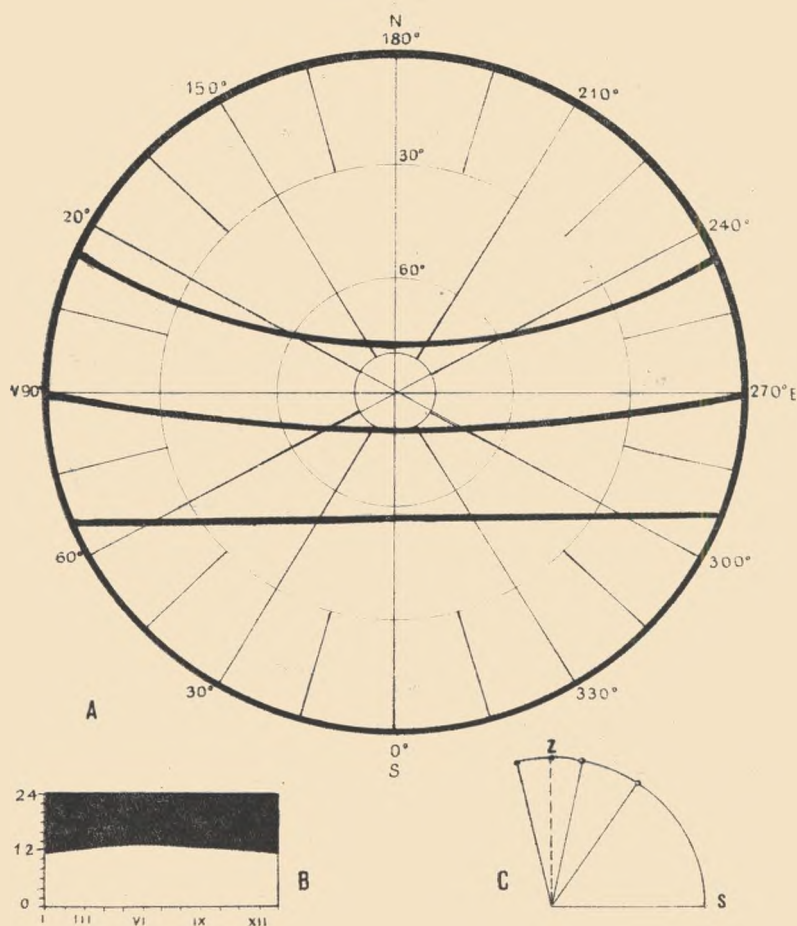


Ryc. 9. OŚWIETLENIE ZIEMI NA ZWROTNIKU RAKA
Objaśnienia jak na ryc. 4

górowania letniego Słońce wznosi się nad horyzontem przez 13,5 godziny. Są to więc wielkości decydujące o rozłożeniu w czasie dostawy energii słonecznej do różnych miejsc Ziemi.

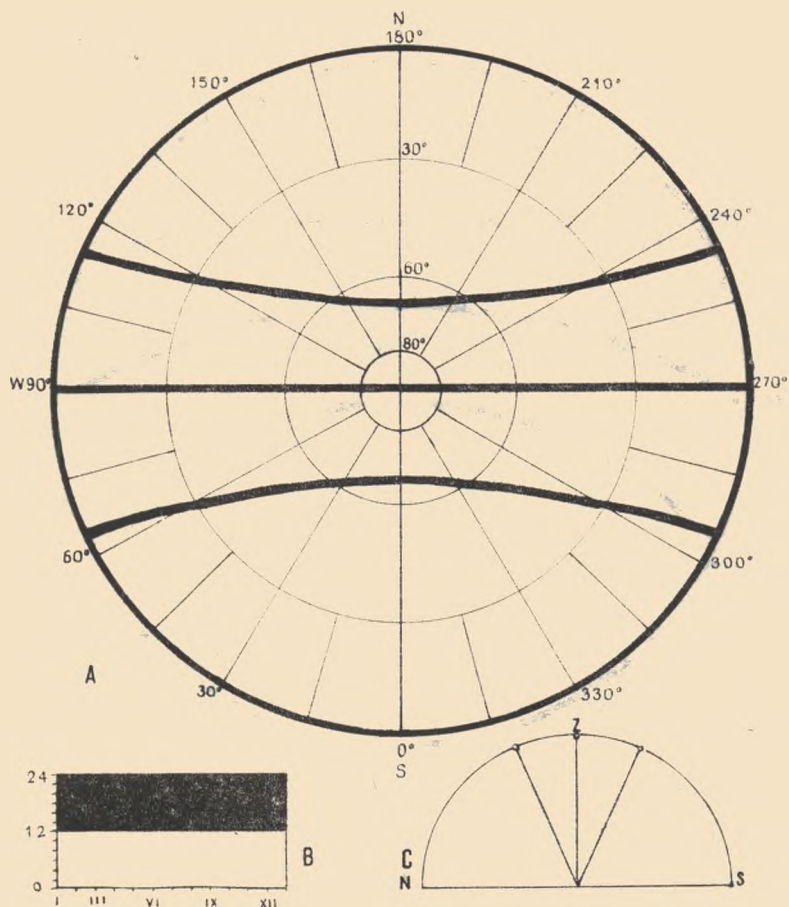
Zróżnicowanie przestrzenne i czasowe ilości energii słonecznej dostarczanej do powierzchni Ziemi jest jedną z przyczyn geograficznego zróżnicowania powłoki ziemskiej oraz zachodzących w niej okresowych przemian. Nauczanie tego w szkole ma fundamentalne znaczenie dla zrozumienia przyczyn zróżnicowania środowiska geograficznego.

Efektywne nauczanie w szkole tych zagadnień wymaga jednak odpowiedniej korelacji z przedmiotami ścisłymi oraz nadania im stosownej rangi w programie i szkolnych podręcznikach geografii. Korelacja pozioma z matematyką dotyczyć powinna podstawowych pojęć z geometrii, takich jak: prosta, równoległe, kąty (płaskie i dwuścienne), punkt, koło (okrąg), elipsa, kula i jej elementy (promień, oś, średnica, koło wielkie, koła małe), pion itp. Jeżeli ten



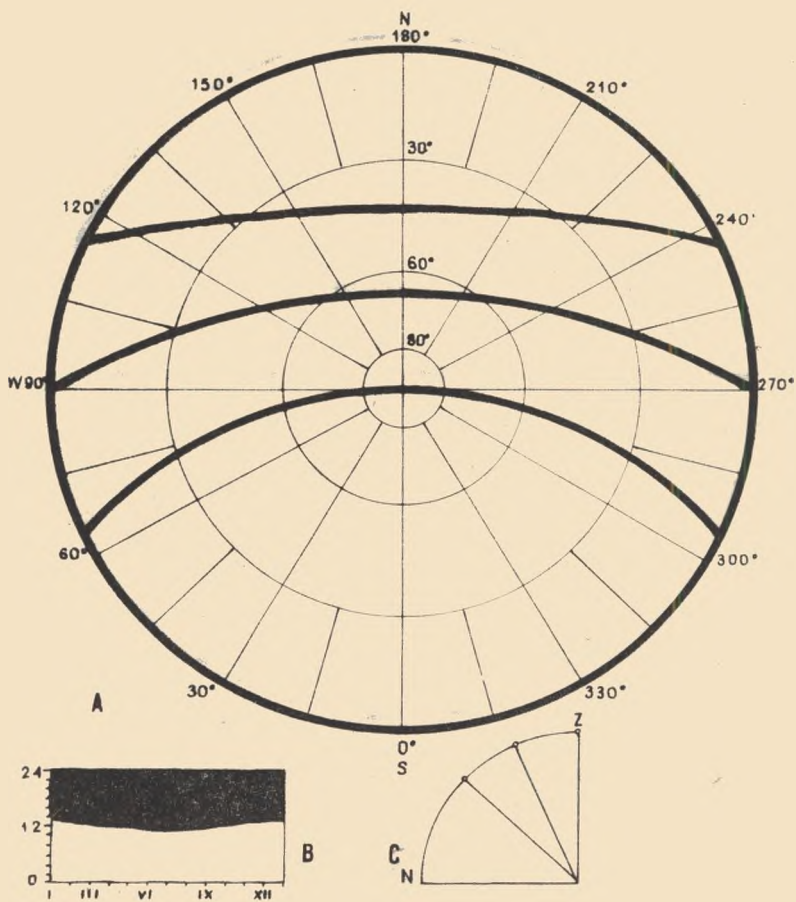
Ryc. 10. OŚWIETLENIE ZIEMI NA SZEROKOŚCI GEOGRAFICZNEJ 10°
Objaśnienia jak na ryc. 4

postulat będzie w pełni spełniony, wówczas astronomiczne zagadnienia fizycznej geografii ogólnej można będzie rozpatrywać w najprostszych kategoriach; Ziemię jako bryłę (kulę), oświetloną wiązką promieni równoległych, wykonującą ruch obrotowy wokół osi w ciągu 24 godzin oraz obiegowy wokół źródła światła (Słońca), jeden raz w ciągu roku, z osią obrotu nachyloną do drogi obieg wokół Słońca pod kątem $66,6^\circ$.



Ryc. 11. OŚWIETLENIE ZIEMI NA RÓWNIKU
Objaśnienia jak na ryc. 4

Potrzeba ścisłości oraz duży stopień trudności pojęciowo-wyobraźniowej stwarza również konieczność bardzo starannego doboru zagadnień astronomicznych w geografii, ograniczonego tylko do tych pojęć, które są niezbędne w opisywaniu rzeczywistości bądź najbardziej użyteczne w rozumowaniu.



Ryc. 12. OŚWIETLENIE ZIEMI NA ZWROTNIKU KOZIOROŻCA
Objaśnienia jak na ryc. 4

LITERATURA

BRINKK WORTH BRIAN J., 1979, *Energia słoneczna w służbie człowieka*. PWN, Warszawa.

L'ILLUMINATION DE LA TERRE,
PRÉSENTÉE SOUS FORME GRAPHIQUE AVEC COMMENTAIRE AUXILIAIRE,
POUR LES BESOINS DE L'ENSEIGNEMENT DE LA GÉOGRAPHIE

L'article présente le problème de l'illumination de la Terre dans l'aspect didactique de la géographie astronomique. Les variations d'illumination dans le temps et l'espace sont la cause fondamentale des différences d'épaisseur des couches terrestres et des changements périodiques. C'est ce qui explique la multitude des graphiques servant à représenter le Soleil sur un plan et ses trois dimensions de mouvement. Leur devoir est d'aider à imaginer et à apporter des solutions plus simples amenant les élèves à comprendre ces problèmes.

Cet article propose quelques schémas qui représentent le trajet du Soleil durant vingt-quatre heures, trajet vu de plusieurs points d'observation caractéristiques sur la Terre à différents jours de l'année. Les dessins latéraux représentent les variations de durée du jour pendant une même année, sur la même latitude géographique ainsi que la hauteur du Soleil à midi les jours du solstice et de l'équinoxe. L'emploi de ces dessins a été analysé sur l'exemple de la latitude 50° — celle de Cracovie.

WŁADYSŁAW A. NOWAK

ОСВЕЩЕНИЕ ЗЕМЛИ В ГРАФИЧЕСКОМ ИЗОБРАЖЕНИИ
С КОММЕНТАРИЕМ, СПОСОБСТВУЮЩИМ ОБУЧЕНИЮ ГЕОГРАФИИ

В статье рассматривается вопрос освещения Земли с точки зрения методики преподавания астрономической географии. Пространственно-временные изменения в освещении Земли составляют существенную причину дифференциации земной оболочки и происходящих в ней периодических изменений. Поэтому существуют разнообразные способы графического объемного изображения на плоскости движения Солнца. Они преследуют цель помочь вообразить это и создать возможность лучше и глубже уяснить сущность этих сложных проблем.

В статье приводятся в качестве предложений схемы, которые изображают суточные изменения положений Солнца, наблюдаемые с разных известных точек Земли в разные времена года. Боковые рисунки показывают изменения продолжительности дня в течение всего года на той же географической широте и положение Солнца над горизонтом в полдень в дни равноденствий и в случае самого короткого и самого длинного дня. Как пользоваться подобными рисунками, показано на примере географической широты Кракова (50°).